

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE
CAMPUS ESTÂNCIA
COORDENADORIA DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

IAN VITOR SANTOS CASTOR

AVALIAÇÃO DAS FICHAS DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE CONCRETAGEM
DE SISTEMA DE PAREDE DE CONCRETO PARA MITIGAR AS
MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS

ESTÂNCIA
2025

IAN VITOR SANTOS CASTOR

**AVALIAÇÃO DAS FICHAS DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE CONCRETAGEM
DE SISTEMA DE PAREDE DE CONCRETO PARA MITIGAR AS
MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto Federal de Sergipe, como pré-
requisito para a obtenção do grau de Bacharel
em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. D.S.c. Thiago Augustus
Remacre Munareto Lima

**ESTÂNCIA
2025**

Castor, Ian Vitor Santos.

C354a Avaliação das fichas de verificação de serviço de concretagem de sistema de parede de concreto para mitigar as manifestações patológicas em edifícios residenciais. / Ian Vitor Santos Castor. - Estância, 2025.

74 f.; il.

Monografia (Graduação) – Bacharelado em Engenharia Civil. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – IFS, 2025.

Orientador: Prof. Dr. Thiago Augustus Remacre Munareto Lima.

1. Ficha de verificação de serviço. 2. Manifestação patológica. 3. Sistema estrutural de parede de concreto. 4. Plano de manutenção corretivo. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe - IFS. II. Lima, Thiago Augustus Remacre Munareto. III. Título.

CDU:624.012.3

IAN VITOR SANTOS CASTOR

**AVALIAÇÃO DAS FICHAS DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE CONCRETAGEM
DE SISTEMA DE PAREDE DE CONCRETO PARA MITIGAR AS
MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto Federal de Sergipe, como pré-
requisito para a obtenção do grau de Bacharel
em Engenharia Civil.

Aprovado em: ____/____/____

Prof. D.S.c. Thiago Augustus Remacre Munareto Lima
Instituto Federal de Sergipe - IFS

Prof. M.Sc. Ana Larissa Cruz Prata
Instituto Federal de Sergipe - IFS

Esp. Marcel Macedo Barbosa De Faria

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por me conceder força e sabedoria para concluir mais uma etapa da minha vida.

Aos meus pais, Josefa e José Nilson, in memoriam, por sempre estarem ao meu lado, me proporcionando todo o apoio e incentivo para que eu pudesse estudar e alcançar minha formação.

Aos amigos que conquistei durante o curso, em especial aqueles com quem mantive mais contato, Diogens, Karolaine, Luiz Antônio, Maisa e Veluza, por fazerem parte desta caminhada, compartilhando conhecimentos e oferecendo apoio nos momentos difíceis.

A Ana Beatriz, por estar sempre ao meu lado, incentivando-me e apoiando-me.

Ao meu orientador, professor Thiago Augustus Remacre Munareto Lima, pela disposição em me orientar e, conseqüentemente, por me guiar nesta trajetória, compartilhando seus conhecimentos e sua sabedoria para o melhor desenvolvimento deste trabalho. Agradeço também por sua compreensão, paciência e atenção.

Aos examinadores por terem aceitado a participar e avaliar este trabalho.

A todos os professores do curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Sergipe campus Estância, que compartilharam seus ensinamentos, tanto para minha formação quanto para a elaboração deste trabalho. Estendo meus agradecimentos, ainda, aos colaboradores do Instituto Federal de Sergipe, que contribuem para a instituição.

À empresa onde realizei meu estágio, por me proporcionar a oportunidade de colocar em prática os conhecimentos adquiridos ao longo da graduação.

À minha família, que sempre me apoiou.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, fizeram parte desta importante fase da minha vida.

RESUMO

CASTOR, Ian Vitor Santos. **Avaliação das Fichas de Verificação de Serviço de Concretagem de Sistema de Parede de Concreto para Mitigar as Manifestações Patológicas em Edifícios Residenciais**. 74 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – Campus Estância. 2025.

Este trabalho tem como objetivo propor uma metodologia para mitigar a ocorrência de manifestações patológicas durante as etapas de execução e pós-fôrma de estruturas de paredes de concreto moldadas in loco, por meio do aprimoramento das fichas de verificação do serviço de concretagem. Adicionalmente, o objetivo é desenvolver um plano de manutenção corretivo para abordar as manifestações patológicas recorrentes neste sistema estrutural. A metodologia adotada neste trabalho envolve uma revisão aprofundada da literatura e um estudo de campo, visando preencher as lacunas existentes na literatura e contribuir para a melhoria da qualidade da construção em sistemas estruturais de paredes de concreto. Após análise do estudo de campo do objeto em exame, foi possível identificar as manifestações mais recorrentes. Consequentemente, foram aplicadas melhorias no formulário de verificação de serviço existente e foi desenvolvido um plano de manutenção corretivo do sistema estrutural da parede de concreto. Com a ficha de verificação de serviço complementar é possível mitigar a ocorrência de manifestações patológicas durante a execução. Caso ocorram manifestações após a retirada das fôrmas, o plano de manutenção desenvolvido poderá solucionar esses defeitos, garantindo a entrega dos projetos com a qualidade exigida e a vida útil esperada.

Palavras-chave: Ficha de Verificação de Serviço. Manifestação Patológica. Sistema Estrutural de Parede de Concreto. Plano de Manutenção Corretivo.

ABSTRACT

CASTOR, Ian Vitor Santos. **Avaliação das Fichas de Verificação de Serviço de Concretagem de Sistema de Parede de Concreto para Mitigar as Manifestações Patológicas em Edifícios Residenciais**. 74 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – Campus Estância. 2025.

This work aims to propose a methodology to mitigate the occurrence of pathological manifestations during the execution and post-formwork stages of in-situ cast concrete wall structures, through the improvement of the concrete pouring service verification forms. Additionally, the goal is to develop a corrective maintenance plan to address the recurrent pathological manifestations in this structural system. The methodology adopted in this work involves an in-depth literature review and a field study, aiming to fill the gaps existing in the literature and contribute to the improvement of the quality of construction in concrete wall structural systems. After analyzing the field study of the object under examination, it was possible to identify the most recurrent manifestations. Consequently, improvements were applied to the existing service verification form, and a corrective maintenance plan for the concrete wall structural system was developed. With the complementary service verification form, it is possible to mitigate the occurrence of pathological manifestations during execution. If manifestations occur after formwork removal, the developed maintenance plan can resolve these defects, ensuring the delivery of projects with the required quality and expected service life.

Keywords: Service Verification Form. Pathological Manifestation. Concrete Wall Structural System. Corrective Maintenance Plan.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Execução do SEPCA	20
Figura 2 – Fluxograma das etapas de execução do SEPCA.....	22
Figura 3 – Fissura em parede de concreto	26
Figura 4 – A diferença de tempo da vida útil de uma estrutura, de com ou sem manutenção.....	29
Figura 5 – Camada de gesso	31
Figura 6 – Fissurômetro	31
Figura 7 – Método Impacto-Eco	31
Figura 8 – Fluxograma detalhando a inspeção preliminar e detalhada	33
Figura 9 – Preenchimento da FVS	38
Figura 10 – Layout de Implantação do Empreendimento	41
Figura 11 – Fluxograma do PMC	44
Figura 12 – Objeto de Estudo.....	46
Figura 13 – Parede com segregação	47
Figura 14 – Abaloamento da parede	48
Figura 15 – Abaloamento da parede	48
Figura 16 – Fissura na parede	49
Figura 17 – Junta fria.....	49
Figura 18 – Acabamento imperfeito e segregação	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Ficha de verificação de serviço complementar	51
Tabela 2 – Plano de manutenção corretivo	56

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
CA	Concreto Armado
CEF	Caixa Econômica Federal
FVS	Ficha de Verificação de Serviço
ISO	International Organization for Standardization
MCMV	Minha Casa Minha Vida
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
PMC	Plano de Manutenção Corretivo
PBQP-H	Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat
PDCA	Plan, Do, Check, Act
SEPCA	Sistema Estrutural de Paredes de Concreto Armado

LISTA DE SÍMBOLOS

pH	Potencial Hidrogeniônico
fck	Resistencia Característica do Concreto à Compressão

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA	14
1.2	IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM SISTEMAS ESTRUTURAIS DE PAREDE DE CONCRETO ARMADO	15
2	PROBLEMÁTICA	16
2.1	PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM SISTEMAS ESTRUTURAIS DE PAREDE DE CONCRETO ARMADO	16
2.2	IMPACTOS DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA DURABILIDADE E SEGURANÇA DAS EDIFICAÇÕES	16
2.3	DESAFIOS NA IDENTIFICAÇÃO E MITIGAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	17
3	HIPÓTESE	18
4	OBJETIVOS	19
4.1	OBJETIVO GERAL	19
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
5	REFERENCIAL TEÓRICO	20
5.1	SISTEMAS ESTRUTURAIS DE PAREDE DE CONCRETO	20
5.1.1	Características e Vantagens	20
5.1.2	Processo Construtivo	21
5.2	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO	23
5.2.1	Classificação das Manifestações Patológicas	23
5.2.2	Tipos de Manifestações Patológicas	25
5.2.3	Fissuras no SEPCA	25
5.2.4	Causas e Mecanismos de Desenvolvimento	27
5.2.5	Impactos na Durabilidade e Segurança das Edificações	27
5.2.6	Medidas Preventivas, Manutenções Preventivas e Manutenção Corretiva do Sistema Estrutural de Paredes de Concreto Armado	28
5.3	AVALIAÇÃO E DIAGNÓSTICO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	30
5.3.1	Métodos de Inspeção e Monitoramento	32
5.3.2	Ensaio e Técnicas de Diagnóstico	34
5.3.3	Análise e Interpretação dos Resultados	35
5.4	FICHAS DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE CONCRETAGEM	36
5.4.1	Importância e Objetivos das FVS	36
5.4.2	Estrutura e Conteúdo das Fichas de Verificação de Serviço	37
5.4.3	O Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat e a FVS	38

5.4.4	Aplicação e Limitações das Fichas de Verificação de Serviço	39
5.5	PLANO DE MANUTENÇÃO CORRETIVO	39
5.5.1	Estrutura e Conteúdo do Plano Corretivo para Estruturas de Concreto Armado 40	
5.5.2	Aplicação e Limitações do Plano Corretivo para Estruturas de Concreto Armado.....	40
6	METODOLOGIA	41
6.1	DESENVOLVIMENTO DAS FICHAS DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇO	41
6.2	COLETA DE DADOS E PROCEDIMENTO DE CAMPO	42
6.3	PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA MITIGAR AS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS.....	43
6.4	PLANO DE MANUTENÇÃO CORRETIVO (PMC).....	43
6.5	LIMITAÇÕES DO ESTUDO	45
7	RESULTADOS E DISCUSSÕES	46
7.1	RESULTADOS OBTIDOS	46
7.2	FICHA DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇO COMPLEMENTAR.....	50
7.3	PLANO DE MANUTENÇÃO CORRETIVO	56
8	CONCLUSÃO	62
	REFERÊNCIAS	64
	APÊNDICE A – Cronograma de Aplicação do PMC por Ciclo de Concretagem	69
	ANEXO A – FICHA DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇO DO SISTEMA ESTRUTURAL DE PAREDES DE CONCRETO MOLDADA NO LOCAL UTILIZADAS EM CAMPO PELA CONSTRUÇÃO X.....	70

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

Com o Brasil passando por um déficit habitacional, o governo federal em 2009 lançou o programa habitacional Minha Casa Minha Vida (MCMV) com o intuito de diminuir este déficit e tornar mais fácil a aquisição de residências populares a famílias de baixa renda.

Com a alta demanda de residências do MCMV, e com a regulamentação da norma técnica brasileira (NBR) 16.055: 2022- Parede de concreto moldada no local para construção de edifícios- Requisitos e Procedimentos, a partir da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), muitas construtoras começaram a seguir esse modelo de construção. Atualmente de acordo com a associação brasileira de cimento portland (ABCP) (2024) tem-se um déficit habitacional de cerca de 6 milhões de moradias, com isso o sistema estrutural de parede de concreto armado (SEPCA) se torna uma das melhores alternativas para redução do déficit, pois segundo a ABCP (2024) a partir de “dados da Caixa Econômica Federal (CEF) mostram que o sistema construtivo que utiliza paredes de concreto moldadas no local da obra tem prevalecido no programa Minha Casa Minha Vida e já representa 60% das unidades executadas”. De acordo com Corsini (2011), o SEPCA possui uma facilidade de execução das paredes, devido ao fato de possuir, principalmente, um jogo de fôrmas, tela de aço e concreto, assim demandando menor quantidade de materiais presentes na obra para serem administrados e com maior agilidade de execução do sistema.

Como são utilizadas fôrmas e elas representam um elevado custo inicial conforme Corsini (2011), esse sistema é recomendado para obras de grande escala como obras residenciais, porém, não limitando-se a esse tipo de construção. Os projetos elétricos e hidráulicos embutidos na concretagem das paredes, tanto reduz a produção de resíduos, como adianta o encaminhamento da obra. No entanto, os projetos devem estar unificados para que não haja interferência entre eles e após a concretagem das paredes, não deve haver ausência dos pontos previstos no projeto, visto que, se precisar quebrar/ abrir essa parede ou laje poderá trazer prejuízos para a estrutura, pois segundo a ABNT NBR 16055:2022 o SEPCA é uma estrutura autoportante.

Desse modo, devido à alta competitividade das construtoras, e em busca de uma melhor performance e qualidade dos seus empreendimentos para entrega a população, as fichas de verificação de serviço (FVS) são importantes para o processo construtivo. As FVS são ferramentas de qualidades e tem o papel de coletar e monitorar o processo executivo dos empreendimentos, para que se evite retrabalhos e entregas das residências em baixa qualidade.

1.2 IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM SISTEMAS ESTRUTURAIS DE PAREDE DE CONCRETO ARMADO

A análise das manifestações patológicas é de suma importância para construção civil, pois aparecem sintomas que são tratados superficialmente, mas há um problema maior que não está sendo corrigido. Portanto, não basta somente afirmar qual a “Manifestação patológica” que se encontra numa estrutura, é necessário realizar um diagnóstico preciso e bem elaborado. Piancastelli (2023) cita que “Muitas vezes, dessas interações resultam anomalias que podem comprometer o desempenho da estrutura, provocar efeitos estéticos indesejáveis ou causar desconforto psicológico nos usuários” e como o SEPCA é uma estrutura autoportante é necessário que haja um diagnóstico correto e uma solução eficaz para que ao invés de reparar, danificar ainda mais a estrutura, trazendo prejuízos, a construtora e ao residente.

2 PROBLEMÁTICA

2.1 PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM SISTEMAS ESTRUTURAIS DE PAREDE DE CONCRETO ARMADO

O uso de fôrmas metálicas no SEPCA traz diversos benefícios, como maior produtividade, precisão dimensional e acabamento superficial superior. No entanto, o uso excessivo ou inadequado dessas fôrmas pode gerar impactos negativos na estrutura de concreto.

Um dos principais problemas é o desgaste prematuro das fôrmas devido ao grande número de reutilizações, o que pode levar a imperfeições na superfície do concreto, como ondulações, desalinhamentos e vazios (TAKATA, 2009). Além disso, conforme Missureli e Massuda (2009), a montagem e desmontagem repetitiva pode trazer desgaste e imperfeições as fôrmas tendo potencial de danificar a estrutura, especialmente se não forem seguidos os procedimentos corretos.

Outro aspecto a ser considerado é a compatibilidade entre o concreto e as fôrmas metálicas. O uso de aditivos inadequados ou dosagem incorreta do concreto pode provocar aderência excessiva à fôrma, dificultando a desforma e gerando danos à superfície do concreto (PIANCASTELLI, 2023).

Para Rocha e Correa (2022), as principais manifestações patológicas no SEPCA são fissuras, armadura exposta e falhas na concretagem, onde essas falhas acarretam em segregação, juntas frias, bicheiras e abaloamento das paredes, nas quais Piancastelli (2023) cita suas principais causas.

No Brasil, as principais causas das patologias [sic] estão relacionadas à execução. A segunda maior causa são os projetos que pecam por má avaliação de cargas; erros no modelo estrutural; erros na definição da rigidez dos elementos estruturais; falta de drenagem; ausência de impermeabilização; e deficiências no detalhamento das armaduras.

2.2 IMPACTOS DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA DURABILIDADE E SEGURANÇA DAS EDIFICAÇÕES

As edificações são projetadas para terem em média uma vida útil de 50 anos. Porém, com a perda das propriedades dos materiais devido a manifestações patológicas, conseqüentemente sua durabilidade, segurança e estética são afetadas,

diminuindo assim sua vida útil. As manifestações patológicas comprometem a segurança estrutural, conforto térmico e acústico, estanqueidade a água e durabilidade, com isso as manifestações devem ser evitadas ou reparadas (MOREIRA *et al*, 2021, p. 39 *apud* CAPORRINO, 2009).

As manifestações patológicas decorrentes de falhas na concretagem e uso inadequado das fôrmas metálicas podem comprometer seriamente a estrutura das edificações em SEPCA. Isso gera a necessidade de retrabalhos extensivos para recuperar a estrutura, aumentando custos e prazos da obra.

2.3 DESAFIOS NA IDENTIFICAÇÃO E MITIGAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

As manifestações patológicas abrangem uma grande quantidade de sintomas, dificultando ainda mais a percepção dos erros presentes na edificação.

É de grande importância o conhecimento destes fatores, pois para se determinar que medidas devam ser tomadas diante de uma estrutura que apresenta alguma manifestação patológica, faz-se necessário conhecer o correto diagnóstico dessa anomalia, para poder agir de forma eficiente, proporcionando uma recuperação adequada ao tipo de problema apresentado (TUTIKIAN; PACHECO, 2013, p. 3).

A partir de um diagnóstico apresentado é que se vai iniciar a recuperação das manifestações patológicas, corrigindo, assim, de maneira sucinta essa falha. “Todo problema patológico, chamado em língua jurídica de vício oculto ou vício de construção, ocorre a partir de um processo, de um mecanismo. Conhecer o mecanismo do problema é fundamental para uma terapêutica adequada” (HELENE, 1992, p.20).

Portanto, é fundamental desenvolver metodologias eficazes para prevenir e mitigar esses problemas. O uso de fichas de verificação de serviço (FVS) de concretagem é uma ferramenta valiosa nesse sentido, pois permite controlar a qualidade da execução e identificar falhas precocemente. No entanto, é preciso avaliar se as FVS atualmente empregadas são suficientes para evitar as principais manifestações patológicas observadas no SEPCA.

3 HIPÓTESE

A utilização de fichas de verificação de serviço de concretagem pode contribuir para a redução das manifestações patológicas considerando que são de grande recorrência no SEPCA e caso ocorra a manifestação, o plano de manutenção corretivo (PMC) venha corrigir essa manifestação. Já que as fichas, de acordo com Celere (2021), são uma lista de verificação na qual os serviços de construção cumprem as normas e padrões estabelecidos, atendendo aos requisitos definidos no planejamento, garantindo a qualidade e a eficiência do empreendimento.

Os impactos negativos do uso excessivo ou inadequado de fôrmas metálicas na estrutura de concreto, bem como a alta incidência de manifestações patológicas no SEPCA, propõe-se que o aprimoramento das FVS de concretagem, aliado a outras medidas preventivas, pode reduzir significativamente a necessidade de retrabalho no pós-desforma. Esse conjunto de medidas mitigadoras envolvem o aperfeiçoamento dos critérios de aceitação nas FVS, com maior rigor no controle de qualidade da execução, realização de ensaios preliminares para ajustar a dosagem do concreto e evitar problemas de aderência à fôrma, inspeções periódicas das fôrmas para identificar desgastes e providenciar manutenção ou substituição quando necessário, detalhamento em projeto das sequências de montagem, escoramento e desforma, visando minimizar danos à estrutura e minimizar a necessidade de retrabalhos extensivos pós-desforma, otimizando custos e prazos da obra.

Com o surgimento das manifestações patológicas no SEPCA e com a necessidade de garantir durabilidade, segurança, desempenho e uma agradável estética, é preciso realizar intervenções na estrutura, para que os futuros residentes não tenham problema com a sua edificação. O PMC tem a função de restaurar a estrutura danificada e assim garantindo todos os requisitos esperados pela edificação.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

Propor metodologia para mitigar ocorrências de manifestações patológicas nas etapas de execução das estruturas de paredes de concreto e no pós-desforma, mediante o aprimoramento das fichas de verificação de serviço (FVS) de concretagem, além de desenvolver um plano de manutenção corretivo para tratar as manifestações patológicas recorrentes no sistema estrutural dessas paredes.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar as principais manifestações patológicas decorrentes de falhas na concretagem e uso inadequado de fôrmas metálicas em sistemas estruturais de parede de concreto armado (SEPCA);
- Analisar a aplicação das FVS de concretagem, fôrma, desforma e escoramento, atualmente empregadas em obras do SEPCA, identificando pontos de melhoria, propondo critérios mais rigorosos de aceitação e controle de qualidade a serem incorporados nas FVS;
- Desenvolver o plano de manutenção corretivo efetivo no tratamento das manifestações patológicas para o SEPCA.

5 REFERENCIAL TEÓRICO

5.1 SISTEMAS ESTRUTURAIS DE PAREDE DE CONCRETO

O SEPCA é amplamente conhecido e utilizado em programas sociais como o MCMV e propício também a sua regulamentação a partir de 2012 pela ABNT, vem se tornando um dos principais sistemas construtivos da atualidade. No Brasil, antes mesmo de ser normatizado, o SEPCA começou a ser utilizado nas décadas de 70 e 80, após a inspiração nos sistemas construtivos Gethal “Construções industrializadas em concreto celular” e Outinord “Construções industrializadas em concreto convencional”, porém, sem muita ênfase devido às limitações financeiras e falta de repetições dos empreendimentos na época de acordo com Missurelli e Massuda (2009). Na Figura 1 é apresentado o SEPCA no qual é possível notar o uso das fôrmas metálicas e suas armaduras.

Figura 1 – Execução do SEPCA



Fonte: Autor (2024).

5.1.1 Características e Vantagens

Com o desafio da redução do déficit habitacional implantou-se o SEPCA por se tratar de um sistema construtivo racionalizado, garantindo qualidade, produtividade e redução de custos de acordo com Missurelli e Massuda (2009). Segundo Nakamura (2019), o SEPCA possui uma alta versatilidade, assim como uma elevada taxa de

desempenho e boa qualidade devido a industrialização dos processos. Apesar de um custo inicial alto, que ocorre principalmente ao investimento nas fôrmas, possui um bom custo benefício, pois é utilizado em larga escala, apresentando também um número baixo de geração de resíduos e uma eventual redução de mão obra (BRITTEZ *et al* 2015).

5.1.2 Processo Construtivo

A execução do SEPCA começa na compatibilização dos projetos, já que qualquer erro pode trazer interferências e prejuízos a estrutura em si e após os projetos compatibilizados é dado início a execução. As paredes concretadas são executadas em uma única vez, “permitindo que, após a retirada das fôrmas, as paredes já contenham em seu interior todos os elementos embutidos: tubulações elétricas e hidráulicas, elementos de fixação, caixilhos de portas e janelas etc” (Missurelli; Massuda, 2009, p.75).

Em concordância com Wendler e Monge (2018), a importância do processo executivo do SEPCA não está somente nos projetos, mas também na execução do serviço. Sendo que a principal característica do SEPCA é a moldagem no local dos elementos estruturais “estrutura e vedação” (Missurelli; Massuda, 2009). Dependendo do tamanho da estrutura, a concretagem pode ser dividida em ciclos, para que cada ciclo termine no mesmo dia evitando erros na concretagem e um ponto importante a ser observado é que a concretagem tende a ser ao fim da tarde, justamente para que a temperatura ambiente esteja amena, evitando-se problemas de manifestações patológicas, que não são somente causadas por conta da temperatura alta, mas também por falhas e anomalias. Os processos construtivos do SEPCA são mostrados na Figura 2.

Figura 2 – Fluxograma das etapas de execução do SEPCA



Fonte: Autor (2024).

5.2 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

Os problemas relacionados as manifestações patológicas não tem um tempo prescrito para surgir, podendo se manifestarem desde o início da execução até o fim da vida útil da estrutura. O conceito de patologia segundo Bolina, Helene e Tutikian (2019, p.7) “é a ciência que estuda a origem, os mecanismos, os sintomas e a natureza das doenças. O termo provém das palavras gregas *pathos* (sofrimento, doença) e *logia* (ciência, estudo), cujo significado é estudo das doenças”, já a UFES (2013) ressalta que a patologia está em muitas áreas, desde a medicina como em outras. Na engenharia civil também não é diferente, e as doenças das construções em especial nas estruturas de concreto armado da mesma forma são estudadas.

Embora o concreto possa ser considerado um material praticamente eterno- desde que receba manutenção sistemática e programada- há construções que apresentam manifestações patológicas em intensidade e incidência significativas, acarretando elevados custos para sua correção. Sempre há comprometimento dos aspectos estéticos e, na maioria das vezes, redução da capacidade resistente, podendo chegar, em certas situações, ao colapso parcial ou total da estrutura (HELENE,1992, p.15).

Conforme Helene (1992, p.19) “Patologia pode ser entendida como a parte da engenharia que estuda os sintomas, os mecanismos, as causas e as origens dos defeitos das construções civis, ou seja, é o estudo das partes que compõem o diagnóstico do problema”. Já a NBR 16747-2020 “– Inspeção predial- Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento” cita que as manifestações patológicas são consequências de algum processo de degradação. E um método de tratamento seria a terapia, que visa estudar a intervenção e a solução que melhor se adequa ao problema patológico (HELENE, 1992). Granato (2002, p.5) corrobora ao afirmar que a “terapia: é a ciência que estuda a escolha e administração dos meios de curar as doenças e da natureza dos remédios. Therapeia = método de curar, tratar”.

5.2.1 Classificação das Manifestações Patológicas

A classificação das manifestações patológicas influencia diretamente na correção do problema, já que é preciso fazer uma anamnese “Levantamento de

dados”. A NBR 16747-2020 corrobora que as imperfeições presentes nas estruturas são identificadas por anomalias ou falhas, porém já que a inspeção predial é uma avaliação sensorial, haverá casos que é necessária uma inspeção especializada para assim definir sua classificação.

As anomalias caracterizam-se pela perda de desempenho de um elemento, subsistema ou sistema construtivo e são ainda divididas em:

- Endógena ou construtiva: quando perda de desempenho decorre das etapas de projeto e/ou execução;
- Exógena: quando perda de desempenho relaciona-se a fatores externos à edificação, provocados por terceiros;
- Funcional: quando perda de desempenho relaciona-se ao envelhecimento natural é consequente término da vida útil;

As falhas caracterizam-se pela perda de desempenho de um elemento, subsistema ou sistema construtivo, decorrentes do uso, operação e manutenção (ABNT NBR 16747-2020, p.8).

A partir de inúmeras recorrências de manifestações patológicas no SEPCA, como fissuras, juntas frias, segregação, armadura exposta, eflorescências é propício determinar uma causa específica para assim conseguir prevenir ou corrigir esta manifestação.

De acordo com Souza e Ripper (1998), as razões pelas quais uma estrutura de concreto ficou doente devem ser analisadas e identificadas, classificando-se primeiro as razões do surgimento e desenvolvimento do problema para recomendar e executar a solução necessária. Na qual eles ainda citam o surgimento de duas classificações, sendo elas causas intrínsecas e extrínsecas.

Classificam-se como causas intrínsecas aos processos de deterioração das estruturas de concreto as que são inerentes às próprias estruturas (entendidas estas como elementos físicos), ou seja, todas as que têm sua origem nos materiais e peças estruturais durante as fases de execução e/ou de utilização das obras, por falhas humanas, por questões próprias ao material concreto e por ações externas, acidentes inclusive (SOUZA; RIPPER, 1998, p.28).

As causas extrínsecas de deterioração da estrutura são as que independem do corpo estrutural em si, assim como da composição interna do concreto, ou de falhas inerentes ao processo de execução, podendo, de outra forma, ser vistas como os fatores que atacam a estrutura "de fora para dentro", durante as fases de concepção ou ao longo da vida útil desta (SOUZA; RIPPER, 1998, p.40).

5.2.2 Tipos de Manifestações Patológicas

Há várias tipologias de manifestações patológicas, umas mais conhecidas e fáceis do que outras, sendo também preferencialmente fácil de designar seu problema, já outras são necessários estudos mais aprofundados, mais rebuscados para sua solução. Para Helene (1992), os sintomas mais recorrentes nas estruturas de concreto são as fissuras, as flechas excessivas, a corrosão de armaduras, as eflorescências, as manchas no concreto aparente e os ninhos de concretagem.

As manifestações a seguir podem indicar a existência de patologias do concreto, fissuras e trincas, desagregação, erosão e desgaste, disgregação (desplacamento ou esfoliação), segregação, manchas, eflorescência, calcinação, flechas exageradas, perda de aderência entre concretos (nas juntas de concretagem), porosidade, permeabilidade. “Vale ressaltar que algumas enfermidades são erroneamente consideradas sintomas, como o caso clássico da corrosão das armaduras, que caracteriza a enfermidade ‘falta de homogeneidade’, e cujos sintomas são fissuras e disgregação do concreto” (PIANCASTELLI, 2023).

A partir de estudos, Rocha e Correia (2022) citam que as fissuras são as manifestações patológicas mais habituais no SEPCA e podem manifestar-se na estrutura em um curto tempo, ou após um longo período de utilização da estrutura.

5.2.3 Fissuras no SEPCA

Com as fissuras sendo as manifestações patológicas mais recorrentes no SEPCA, é necessário entender sobre elas. As fissuras são divididas em ativas e passivas e com isso tem uma atenção redobrada sobre seu diagnóstico. As fissuras ativas são separadas em “estacionária” que ao longo do tempo se estabilizam e “progressivas” que estão em constante desenvolvimento, já as fissuras passivas são estabilizadas desde a sua formação. As causas variam, e de acordo com Filho et al (2009, p.20) são ocasionadas por:

Movimentações provocadas por variações térmicas e de umidade; Atuação de sobrecargas não previstas ou concentração de tensões; Deformabilidade excessiva das estruturas; Recalques diferenciados das fundações; Retração do concreto; Alterações físico-químicas do concreto e do aço das armaduras.

Um fator importante a ser considerado é a temperatura ambiente e a do lançamento do concreto durante a concretagem, pois de acordo com ABNT NBR 14931:2023 cita que “a concretagem deve ser suspensa se a temperatura ambiente for superior a 40 °C” e ainda menciona que “a temperatura do concreto, por ocasião de seu lançamento, deve ser de no mínimo 5 °C e de no máximo 32 °C,” para tentar evitar o surgimento de fissuras. É preciso verificar também a temperatura das fôrmas e armaduras, já que elas ficam expostas a insolação, pois pode ocorrer a alteração das características do concreto trazendo as manifestações patológicas. Na Figura 3 é possível notar uma fissura aparente no SEPCA.

A temperatura real do concreto será um pouco maior do que a calculada {...}, devido ao trabalho mecânico realizado na mistura, e ainda irá aumentar, devido ao desenvolvimento do calor de molhagem e hidratação do cimento, bem como ao calor transferido pelo ar e pelas fôrmas (NEVILLE, 2016, p.417).

Figura 3 – Fissura em parede de concreto



Fonte: Núcleo Parede de Concreto (2024)

5.2.4 Causas e Mecanismos de Desenvolvimento

As causas e mecanismos das manifestações patológicas momentaneamente são incógnitas, já que há diversas opiniões sobre o real erro. Em concordância com Mesomo (2018), muitas vezes devido ao erro de execução da estrutura, que nasce as manifestações patológicas do concreto, já Helene (1992) menciona que as fases do planejamento e projeto detêm uma alta porcentagem das manifestações patológicas e ressalta que “os agentes causadores dos problemas patológicos podem ser vários: cargas, variação da umidade, variações térmicas intrínsecas e extrínsecas ao concreto, agentes biológicos, incompatibilidade de materiais, agentes atmosféricos e outros” (HELENE,1992, p.22).

Devido a várias possibilidades de agentes causadores, somente após a interpretação dos dados coletados, é possível diagnosticar o problema, já que sabe quais foram os mecanismos responsáveis por criarem as manifestações patológicas (TUTIKIAN; PACHECO, 2013).

5.2.5 Impactos na Durabilidade e Segurança das Edificações

O surgimento de qualquer manifestação patológica em um edifício/ residência, para uma pessoa leiga apresenta logo uma preocupação, será que tem risco estrutural? Porém, é perceptível para as pessoas que tem conhecimento sobre a área, que nem todas manifestações trazem prejuízo estrutural, algumas apenas estéticas.

De forma geral, costuma-se separar as considerações em dois tipos: as que afetam as condições de segurança da estrutura (associado ao estado limite último) e as que comprometem as condições de higiene, estética, etc., ou seja, as denominadas condições de serviço e funcionamento da construção (associadas aos estados limites de utilização) (HELENE,1992, p.23).

A partir de um diagnóstico preciso, é necessário fazer a terapia correta para que esta manifestação não progrida, pois, para Helene (1992), os problemas patológicos tendem a evoluir com o passar do tempo, gerando consequências ainda

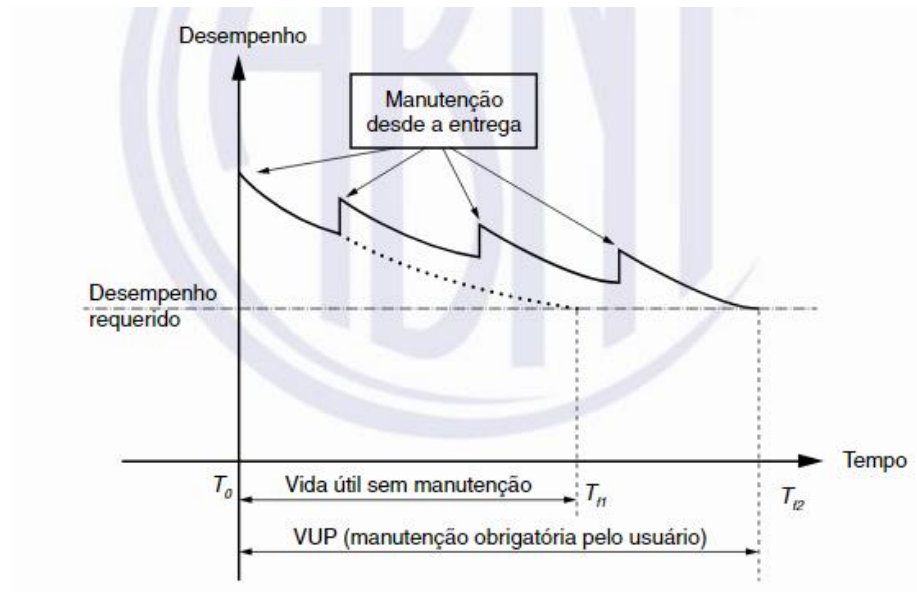
maiores, além de dar início a novas imperfeições. Complementando, Souza e Ripper (1998, p.27) trazem fatores que comprometem a estrutura a partir das manifestações patológicas, “a menor durabilidade, os erros dimensionais, a presença de agentes agressivos incorporados e a baixa resistência mecânica são apenas alguns dos muitos problemas que podem ser implantados nas estruturas como consequência desta baixa qualidade”.

5.2.6 Medidas Preventivas, Manutenções Preventivas e Manutenção Corretiva do Sistema Estrutural de Paredes de Concreto Armado

Para restringir as manifestações patológicas é necessário um controle de qualidade na fase de execução do SEPCA, em que FVS de concretagem tende a contribuir com esse controle, caso elas sejam executadas conforme previsto. De acordo com Araujo (2020) com a finalização das etapas de execução é preciso preencher a FVS e avaliar, para que elas possam colaborar com a qualidade e no caso de erros, garantir a solução imediata.

Em concordância com Souza e Ripper (1998, p.21) considera-se “por manutenção de uma estrutura o conjunto de atividades necessárias à garantia do seu desempenho satisfatório ao longo do tempo, ou seja, o conjunto de rotinas que tenham por finalidade o prolongamento da vida útil da obra, a um custo compensador”. Para garantir a vida útil de projeto, é necessário realizar ações de manutenção na estrutura, aumentando, assim, seu desempenho no decorrer do tempo (TUTIKIAN; PACHECO, 2013). É observado na Figura 4 a diferença de tempo da vida útil de uma estrutura, de com ou sem manutenção.

Figura 4 – A diferença de tempo da vida útil de uma estrutura, de com ou sem manutenção



Fonte: NBR 15575-1 (2024).

Em conformidade com Tutikian e Pacheco (2013), a manutenção é considerada corretiva e preventiva, a qual serve para reconstituir um erro descrito e conseguir preservar a performance da estrutura, respectivamente. A manutenção corretiva segundo Helene (1992, p.25) “corresponde aos trabalhos de diagnóstico, prognóstico, reparo e proteção das estruturas que já apresentam manifestações patológicas, ou seja, correção de problemas evidentes”.

Por manutenção preventiva entende-se aquela que é executada a partir das informações fornecidas por inspeções levadas a efeito em intervalos regulares de tempo, de acordo com critérios préestabelecidos *[sic]* de redução das probabilidades de ruína ou de degradação da estrutura, visando uma extensão programada de sua vida útil (SOUZA; RIPPER, 1998, p.231).

Com as manifestações patológicas trazendo grandes consequências para o SEPCA, é importante executar a avaliação e diagnóstico das manifestações. Pois são etapas muito importantes para identificar os problemas e corrigi-los.

5.3 AVALIAÇÃO E DIAGNÓSTICO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Após a análise das causas e mecanismos das manifestações patológicas, é necessário ter uma avaliação e diagnóstico preciso, sobre qual tipo de manifestação ali está presente.

O conhecimento das diferentes manifestações patológicas é um ponto fundamental para o diagnóstico correto, como também para a adoção das terapias adequadas. Muitas vezes as causas dos problemas não são facilmente detectadas, ou então estão associadas a outras patologias que podem induzir a um diagnóstico errado ou impreciso (GRANATO, 2002, p.107).

Para Granato (2002), inspecionar, avaliar e diagnosticar as manifestações patológicas são deveres que devem ser feitos de forma organizada e habitual, para assegurar a recuperação da estrutura, de acordo com as ações e resultados das manutenções.

Ao se verificar que uma estrutura de concreto armado ou protendido está "doente", isto é, que apresenta problemas patológicos, torna-se necessário efetuar uma vistoria detalhada e cuidadosamente planejada para que se possa determinar as reais condições da estrutura, de forma a avaliar as anomalias existentes, suas causas, providencias a serem tomadas e os métodos a serem adotados para a recuperação ou o reforço (SOUZA; RIPPER, 1998, p.78).

Para Helene (1992), após realizar uma pesquisa preliminar, executando um apropriado diagnóstico é que se tem um desfecho nas medidas terapêuticas. Pois, Tutikian e Pacheco (2013, p.6) afirmam que “no processo de reabilitação de um edifício, a inspeção e o diagnóstico são passos importantes, já que, segundo as definições e interpretações, virá a decisão da intervenção ou não na construção”.

Para obter um diagnóstico preciso sobre uma fissura, é preciso fazer alguns ensaios para assim determinar se é uma fissura ativa ou passiva. De acordo com Suguri Filho (2009) alguns dos ensaios não-destrutivos que podem ser utilizados são: a) camada de gesso: introduz o gesso na fissura e faz o acompanhamento para verificar se há abertura após um tempo, caso tenha é uma fissura ativa; b) fissurômetro: é um instrumento que tem a função de medir a fissura em certo ponto; c) impacto-eco: com ondas propagadas na fissura e utilizando transdutores é possível conhecer a profundidade da fissura. Nas Figuras 5, 6 e 7 são observados os ensaios não-destrutivos utilizados para identificação do tipo a ser corrigido.

Figura 5 – Camada de gesso



Fonte: GP Engenharia Diagnóstica (2022)

Figura 6 – Fissurômetro



Fonte: GP Engenharia Diagnóstica (2022)

Figura 7 – Método Impacto-Eco



Fonte: Oz Diagnóstico (s.d)

5.3.1 Métodos de Inspeção e Monitoramento

A inspeção visual, por ser prática e de fácil execução, é o primeiro passo na inspeção de uma estrutura que apresenta manifestação patológica. Isso ocorre devido a facilidade de execução, o que acarreta em profissionais que, em muitos dos casos, não possuem o treinamento/ conhecimento adequado para sua realização. Tal prática pode trazer danos ainda maiores a estrutura danificada, pois a avaliação pode estar imprecisa, não revelando a real causa. Habitualmente, com o perito capacitado” a inspeção visual pode ser suficiente para se estabelecer a causa da “doença” da edificação, porém, às vezes, se faz necessária a realização de ensaios específicos e análise dos projetos para auxiliar no diagnóstico” (TUTIKIAN; PACHECO, 2013, p.5), porém mesmo o profissional identificando a causa da manifestação na inspeção visual, é necessária uma investigação mais aprofundada para revelar possíveis problemas subjacentes.

Em termos gerais, as seguintes etapas correspondem a uma inspeção:

- a) Elaboração de uma ficha de antecedentes, da estrutura e do meio ambiente, baseado em documentação existente e visita a obra.
- b) Exame visual geral da estrutura.
- c) Levantamento dos danos.
- d) Seleção das regiões para exame visual mais detalhado e possivelmente da retirada de amostras.
- e) Seleção das técnicas de ensaio, medições, análises mais acuradas, etc.
- f) Seleção de regiões para a realização de ensaios, medições, análises físico-químicas no concreto, nas armaduras e no meio ambiente circundante.
- g) Execução de medições, ensaios, e análises físico-químicos (GRANATO, 2002, p.107).

De acordo a natureza e a profundidade das informações avaliadas, pode-se escolher entre realizar uma Inspeção preliminar e uma inspeção detalhada.

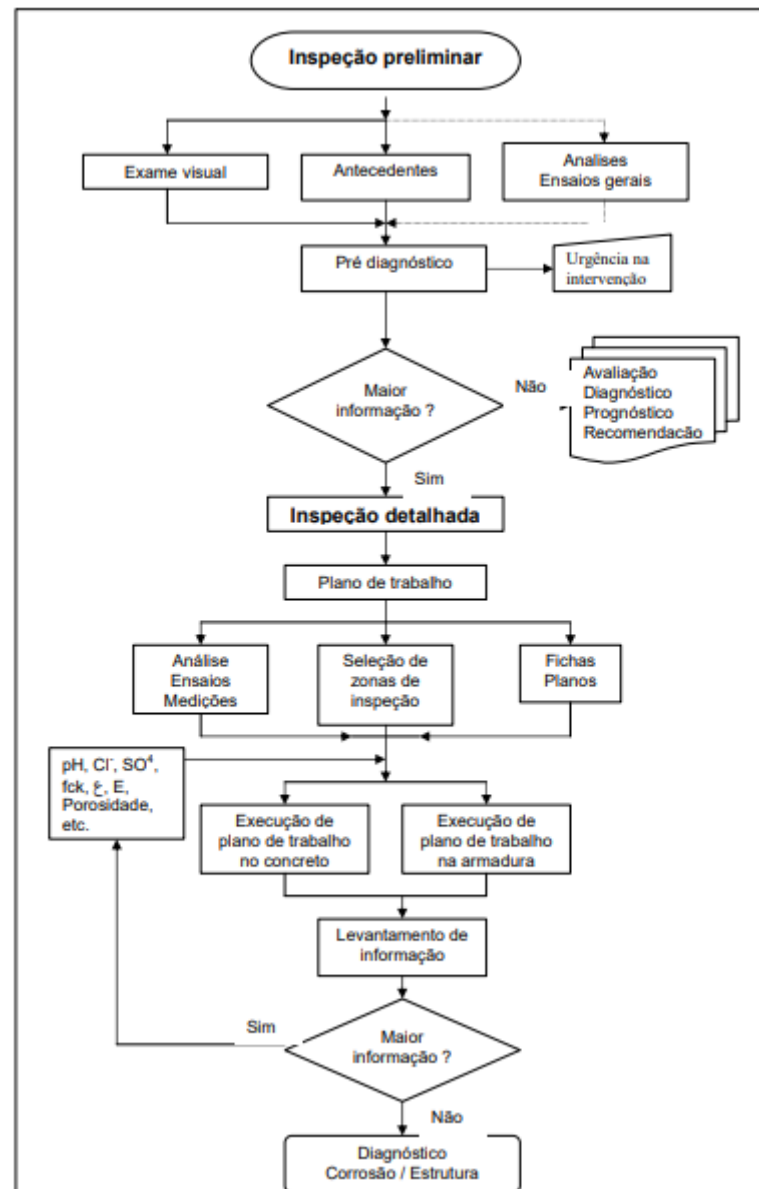
Inspeção preliminar: Com base nas informações obtidas através desta etapa, é possível determinar a natureza e origem do problema, como também de servir como base para um estudo mais detalhado.

Inspeção detalhada: A partir da inspeção preliminar, pode ser necessária uma inspeção mais criteriosa (GRANATO, 2002, p.109 e 117).

Conforme é acompanhado na Figura 8, há dois tipos de inspeção, aonde a inspeção preliminar, em alguns casos, pode acontecer de ter tido um diagnóstico errado ou ser insuficiente, devido a ser somente uma avaliação visual. Mas, para uma melhor avaliação é necessária uma inspeção detalhada, a qual vai fazer uma análise

mais a fundo desta manifestação, fazendo ensaios/ exames, medições e, entre outros, para que assim seja feita uma terapêutica adequada em cada manifestação patológica presente.

Figura 8 – Fluxograma detalhando a inspeção preliminar e detalhada



Fonte: Granato (2002).

A partir da tentativa de mitigar as manifestações patológicas através das FVS e com uma possível manifestação identificada, é preciso considerar a implementação de um plano de manutenção corretivo, mas somente após inspeções e monitoramento é possível diagnosticar a manifestação, pois desta forma é possível aplicar as medidas corretivas apropriadas.

5.3.2 Ensaios e Técnicas de Diagnóstico

Assim como a medicina, na engenharia civil também não é diferente, em alguns casos pode-se ter um diagnóstico apenas com uma avaliação visual, mas em outros é necessário exames/ensaios para que assim obtenha um diagnóstico. Segundo Lichtenstein (1985) é a partir do levantamento de dados que se reduz as incertezas a respeito do diagnóstico preciso e ainda complementa que à medida que a incerteza diminui, também diminui o número de modelos possíveis, até que seja alcançado uma boa solução entre o problema observado e o modelo correspondente a esse problema (o diagnóstico).

Os instrumentos essenciais em todos os casos são os cinco sentidos humanos. Por maior que seja a habilidade na utilização de equipamentos, os sentidos humanos apresentam, para o técnico, a realidade sem intermediação. Além da visão e da audição, que obviamente necessárias, muitas vezes o tato, o olfato e mesmo o paladar são imprescindíveis.

Os equipamentos servem de complemento à versatilidade humana, quantificando as impressões. Um equipamento, quando bem utilizado, é uma espécie de prolongamento da capacidade do técnico de apreender a realidade. Os sentidos humanos e os equipamentos têm seus respectivos campos de atuação e limitações, sendo recomendável a harmonização de seu uso (LICHTENSTEIN,1985, p.90).

Para fazer uma avaliação das manifestações patológicas é preciso de alguns instrumentos que são extremamente importantes para análise, pois eles que vão ajudar a destrinchar/ entender as manifestações, alguns desses são: Nível d'água, fio de prumo, régua e metro precisos, higrômetro elétrico, psicômetro (do tipo termômetro úmido e seco), termômetro de contato, pacômetro, papel indicador de PH, dilatômetro, testemunhas de metal ou vidro, endoscópio, lupa graduada. Para não ter um diagnóstico errado, em algumas situações são necessários ensaios complementares, sendo eles divididos em: ensaios em laboratório e análise e ensaios *in loco* e análise.

As análises e ensaios em laboratório podem ser de caracterização de amostras coletadas, ou de avaliação de desempenho a partir de materiais e

componentes similares aos usados na obra. Analisar e ensaiar o material significa determinar os valores de propriedades que sejam relevantes para o seu uso. As propriedades relevantes podem ser de natureza física, química ou mesmo biológica.

Os ensaios "in loco" se caracterizam pela utilização e aplicação de equipamentos específicos no próprio local da obra, medindo-se e/ou avaliando-se determinadas características do edifício, ou de uma de suas partes. Estes ensaios complementares realizados "in loco" se distinguem daqueles que podem ser realizados na vistoria inicial basicamente pela particularidade, e em alguns casos complexidade, dos equipamentos necessários à sua realização (LICHTENSTEIN,1985, p.99 e 101).

5.3.3 Análise e Interpretação dos Resultados

A partir da vistoria feita e possivelmente ensaios, é possível determinar um diagnóstico, para assim ser passado uma terapêutica adequada. Segundo Lichtenstein (1985), após o conhecimento e diagnóstico do defeito, o responsável técnico tem autonomia de executar a intervenção no problema patológico.

As medidas terapêuticas de correção dos problemas tanto podem incluir pequenos reparos localizados, quanto uma recuperação generalizada da estrutura ou reforços de fundações, pilares, vigas e lajes. É sempre recomendável que, após qualquer uma das intervenções citadas, sejam tomadas medidas de proteção da estrutura, com implantação de um programa de manutenção periódica. Esse programa de manutenção deve levar em conta a importância da obra, a vida útil prevista, a agressividade das condições ambientes de exposição e a natureza dos materiais e medidas protetoras adotadas (HELENE,1992, p.25-26).

A escolha dos materiais e da técnica de correção a ser empregada depende do diagnóstico do problema, das características da região a ser corrigida e das exigências de funcionamento do elemento que vai ser objeto da correção conforme (HELENE, 1992, p.26). Sendo a vida útil da estrutura um dos principais pilares da terapêutica é levado em consideração também o custo/benefício da correção.

Com a análise e interpretação dos resultados, percebe-se que algumas das manifestações patológicas poderiam ter sido evitadas se, durante a etapa de execução da estrutura, houvesse um acompanhamento mais rigoroso dos serviços de campo. Isso poderia ser feito por meio de um processo de monitoramento detalhado de cada etapa da realização do SEPCA, utilizando as Fichas de Verificação de Serviço.

5.4 FICHAS DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE CONCRETAGEM

Em virtude da alta demanda, as FVS se atualizaram, podendo ser encontradas digitalmente e não somente em papéis. Com a preocupação de oferecer serviços de qualidade a partir da alta competitividade, as construtoras estão investindo em novos métodos que contribuam para redução de custos e detenham uma maior segurança na construção (SOUZA *et al*, 2021). Já a ABNT NBR ISO-9001:2024-Sistemas de gestão da qualidade- Requisitos, cita que “a adoção de um sistema de gestão da qualidade é uma decisão estratégica para uma organização que pode ajudar a melhorar seu desempenho global e prover uma base sólida para iniciativas de desenvolvimento sustentável”.

A FVS por ser uma das sete ferramentas da qualidade e ser de fácil acesso e manuseio, vem se destacando no meio da construção civil, pois a partir dela é possível verificar se seus serviços estão conforme as normas.

Há diversos modelos de ficha, as impressas que são preenchidas manualmente, e as eletrônicas, sendo que dentre elas existem as versões mais simples, baseadas em planilhas e sistemas sofisticados, com gráficos, parametrização de fichas e emissão de relatórios, o que de certa forma deixa a inspeção mais detalhada e segura (THOMÉ, 2022).

As FVS estão, ou pelo menos deveriam estar, em todos os serviços da obra, que é o caso da concretagem onde ela participa de todos os detalhes desse serviço, como fôrma, desforma, armação, eletrodutos, dutos, esquadro, resistência do concreto, flow do concreto entre outros.

5.4.1 Importância e Objetivos das FVS

A FVS tem grande peso na construção civil, pois ela é essencial para o sistema de qualidade da empresa. Ela está inserida em todas as etapas da construção de um empreendimento, devido ao fato de controlar todos os processos e assim somente liberando uma nova etapa para execução, após a anterior está aprovada em termos de qualidade. “Uma análise das FVS pode contribuir com a redução de custos e prazo

relacionados a retrabalhos e adequação dos serviços no canteiro de obras” (ARAÚJO, 2020, p.3). Vieira (2012) complementa que a FVS faz a coleta de dados ser ágil e de fácil execução tornando-se uma ferramenta relevante na construção civil. “Além do seu principal objetivo de detecção de falhas, as FVS podem auxiliar também no acompanhamento do tempo de execução dos serviços, mantendo-se o registro da data de início e término de cada atividade em determinado ambiente” (LEAL; RIBEIRO, 2016, p.88).

5.4.2 Estrutura e Conteúdo das Fichas de Verificação de Serviço

Com a finalidade de trazer qualidade e conformidade em relação aos projetos e controle, a FVS tem em sua estrutura a praticidade de execução. De acordo com Leal e Ribeiro (2016), a FVS é uma tabela de check list com os principais pontos que devem ser avaliados e controlados, sendo ela clara e de fácil utilização para assegurar o rápido entendimento da situação presente. Além disso, Leal e Ribeiro (2016, p.87) mencionam:

Além de previstos os itens de controle a serem observados nas inspeções, as FVS contêm os métodos de inspeção e limites toleráveis dos serviços inspecionados (critério de aceitação e rejeição), data de início e término do serviço, local onde foi realizado (se necessário anexar a ficha um croqui referente ao ambiente inspecionado) e espaço para identificação do problema encontrado.

Com definições semelhante à de Leal e Ribeiro, Santos (2022) cita que nas FVS são encontradas data de início e término do serviço, registro das não conformidades com designação do problema existente, proposta de medida corretiva e reinspeção do serviço. A Figura 9 ilustra o preenchimento da FVS digital.

Considerando o processo executivo, a supervisão engloba os quatro[*sic*] serviços que interferem diretamente na qualidade das paredes de concreto armado: Armação, Elétrica, Hidrossanitário, Sistema de fôrmas e lançamento de concreto. Para cada serviço, uma FVS específica é preenchida como fonte de dados para controle da construtora (SANTOS, 2022, p.41).

Figura 9 – Preenchimento da FVS



Fonte: Matheus (2023).

5.4.3 O Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat e a FVS

Com o Brasil passando por um déficit habitacional, muitas empresas aderiram aos projetos do governo para entrega de moradias a população. Mas para que a empresa possa participar desses programas como no caso do MCMV e possa utilizar recursos públicos federais para a execução do empreendimento habitacional a empresa precisa estar vinculada ao Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), pois o PBQP-H é uma ferramenta que segundo o Ministério das Cidades (1998) “busca garantir dois pontos fundamentais quando se fala de habitação de interesse social: a qualidade, com obras marcadas pela segurança e durabilidade; e a produtividade do setor da construção a partir da sua modernização”. A fim de entregar residências dignas a população.

O PBQP-H de acordo com o Sienge (2025) “estabelece que 25 serviços sejam controlados dentro de um edifício”. E para controlar esses serviços a FVS tem o papel de monitorar todos os passos, para que assim um serviço só avance para outro caso passe pela aprovação da FVS, e assim conforme o Sienge (2025) “com uma boa verificação e controle, evitam-se os custos com retrabalho, demolições, adequações e outras inconveniências que geram estresse no canteiro de obra e perda de tempo e dinheiro para a sua empresa”. E com esses fatores a serem seguidos a empresa passa a entregar um empreendimento com melhor qualidade e garantindo prazo previsto de execução da obra.

O ciclo planejar, fazer, checar e agir (PDCA) interage com a FVS e o PBQP-H, já que todos estão ligados com o sistema da qualidade. O ciclo inicia no planejamento de uma FVS para controle dos serviços, continua quando põe a ficha em execução, faz a checagem dos serviços executados garantindo, a boa execução, e para finalizar executa ações para melhorar a FVS criada, planejando uma nova FVS Complementar.

5.4.4 Aplicação e Limitações das Fichas de Verificação de Serviço

Com a análise das não conformidades do serviço, a FVS é importante para prevenir possíveis falhas/erros, que venham gerar manifestações patológicas. Segundo Santos (2022), as FVS são um parâmetro adotado por diversas construtoras que auxilia no controle de detalhes da produção, mantendo-se assim um registro que comprovem a conformidade dos serviços. “Além de prevenir a repetição de situações não conformes e facilitar a adoção de ações corretivas e preventivas, essas auxiliam os gestores da obra apontando necessidade de treinamentos e/ou interferência nos métodos de execução dos serviços” (ARAUJO, 2020, p.11).

Por mais que as FVS tragam inúmeros benefícios para seu empreendimento, ela traz consigo algumas limitações, que estão diretamente ligadas a quem executa. Se durante a obra não fizer o acompanhamento correto e contínuo dos processos, pode perder o controle do fluxo de serviço, também pode ocorrer do profissional que executa a FVS não ter um treinamento específico e levar a ocorrência de erros, a exemplo de: fissuras, estrutura fora do esquadro, falta de espaçadores e entre outros.

Dentre as limitações identificadas na aplicação das Fichas de Verificação de Serviço (FVS) no canteiro de obras, outros fatores construtivos também podem contribuir para a necessidade de manutenção corretiva nos sistemas de paredes de concreto. Essa situação exige a elaboração de um plano de manutenção corretivo bem definido, que oriente a equipe responsável pela intervenção corretiva de forma clara e eficiente.

5.5 PLANO DE MANUTENÇÃO CORRETIVO

Com as aparições das manifestações patológicas no SEPCA, é preciso apresentar um plano de correção, para que as manifestações presentes sejam

tratadas de maneira correta, para assim preservar a vida útil da estrutura, porém só é possível executar este plano após o diagnóstico exato da manifestação patológica. Após uma falha do projeto ou erro de execução é necessário corrigir as manifestações patológicas para que quando a residência for entregue ao consumidor, esteja mantendo a qualidade e desempenho esperado pelas normas técnicas. De acordo com Lichtenstein (1985, p.27) “a manutenção de um edifício compreende todas as atividades que são executadas para garantir um desempenho satisfatório do edifício ao longo do tempo”.

5.5.1 Estrutura e Conteúdo do Plano Corretivo para Estruturas de Concreto Armado

Com a necessidade de obter um desempenho normatizado, é preciso seguir alguns passos, já que em determinados casos o SEPCA acaba com conformidades. Após a inspeção e classificação das conformidades é preciso analisar as causas presentes nesta manifestação, pois somente assim é que se vai determinar as ações corretivas, nos quais vão ser determinados métodos e materiais que serão utilizados neste processo com a finalidade de garantir a vida útil, segurança e estética da estrutura.

5.5.2 Aplicação e Limitações do Plano Corretivo para Estruturas de Concreto Armado

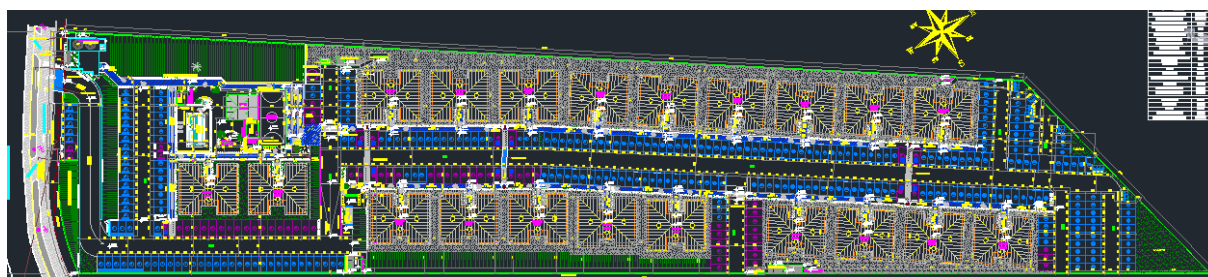
A partir de um plano de manutenção corretivo (PMC) elaborado para manifestações patológicas recorrentes no SEPCA, e com a surgência dessas manifestações, é preciso que a equipe responsável pela manutenção passe por um treinamento, pois somente assim a aplicação deste plano vai fazer efeito, trazendo benefícios para todos. Da mesma forma que o treinamento e a aplicação geram benefícios, o não aperfeiçoamento deste plano gera prejuízo, pois a manutenção pode ser feita de maneira equivocada trazendo maiores problemas e uma redução de vida útil da edificação, logo é necessário sempre fazer a capacitação dos colaboradores para execução do PMC.

6 METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho tem o objetivo de apresentar todos os processos que foram utilizados para elucidar o problema de pesquisa. Tratando-se de um estudo exploratório, que busca alinhar-se com os objetivos estabelecidos visando mitigar as manifestações patológicas no SEPCA. Para obter uma investigação aprofundada, foi explorado referências bibliográficas e um estudo em campo, para que assim as lacunas deste trabalho sejam preenchidas. Por ser um estudo de base e campo com natureza qualitativa foram acompanhadas referências que vão na mesma direção deste trabalho, como Takata (2009), Cambraia (2017), Mesomo (2018), França (2019), pois assim será possível interpretar e explorar os dados textuais e visuais para solução do problema proposto.

Para o estudo de campo, foi analisado um empreendimento que está inserido no programa do Governo Federal, de empresa construtora de iniciativa privada, localizado em Aracaju SE. Na Figura 10 é possível observar o layout de implantação a obra estudada. O empreendimento é um condomínio de edifícios com execução em paredes de concreto moldada no local, com o f_{ck} de 30 Mpa e com a malha de aço CA-60 de 4,2 mm. Tem área total de 20.000 m², possuindo 320 apartamentos, o qual são divididos em 20 torres com 4 pavimentos, detendo 16 apartamentos por torre e com a área equivalente a 43,69 m² cada.

Figura 10 – Layout de Implantação do Empreendimento



Fonte: Empresa x (2022).

6.1 DESENVOLVIMENTO DAS FICHAS DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇO

Devido ao empreendimento está inserido no programa do Governo Federal é preciso que os serviços da obra sejam verificados a partir das FVS, para assim garantir

o certificado de qualidade. A depender do tipo de atividade, a FVS terá itens diferentes, mas garantindo todas as etapas presentes do serviço executado. No caso da FVS de concretagem, as etapas são as seguintes:

- a) armação de paredes, em que é preciso verificar se estar no eixo correto de acordo com o projeto e com as tubulações e armações devidamente fixas;
- b) armação das lajes e escadas na qual é necessário observar se as armaduras estão conforme projeto e com o espaçamento necessário;
- c) montagem da fôrma, onde é fundamental verificar se as fôrmas estão com desmoldante e com dimensão condizente com as especificações e devidamente presas;
- d) concretagem, no qual é indispensável constatar se todas as etapas anteriores foram executadas com as fôrmas propriamente escoradas e se o concreto tem o *flow* em conformidade com as diretrizes;
- e) desforma em que é essencial constatar o ensaio de compressão após 12 horas e o acabamento da estrutura, no ANEXO A está o modelo de FVS que é utilizado na obra.

As FVS podem estar bem elaboradas e abordando todos os pontos previstos, mas se não forem bem preenchidas e feito acompanhamento rotineiro da execução da obra, vai se tornar ineficiente, causando problemas no futuro, em um dos casos as manifestações patológicas.

6.2 COLETA DE DADOS E PROCEDIMENTO DE CAMPO

Em virtude da rotina do dia a dia, em um período de 30 dias no empreendimento explorado. A coleta de dados ocorreu *in loco*, sendo executado registros fotográficos das manifestações patológicas, o qual foi analisado os ciclos que eram executados e que logo após a desforma já era encontrada as manifestações. Por ser um sistema construtivo que utiliza muita repetição do serviço, foi analisado apenas 4 torres, contudo foi obtido um grande material de estudo para elucidar o problema de pesquisa.

Com a alta demanda de manifestações patológicas no desenvolvimento do empreendimento estudado, e com a baixa faixa de trabalhos que liguem as FVS as

manifestações, realizou-se uma pesquisa bibliográfica com ênfase no SEPCA, na FVS e manifestações patológicas em estruturas de parede de concreto, executada a partir de revistas, livros, acervos acadêmicos digitais e biblioteca digital, para assim complementar os dados coletados em campo para destrinchar este trabalho.

6.3 PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA MITIGAR AS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Após o dia a dia no empreendimento durante sua execução, foi percebido que logo após a desforma do SEPCA era possível constatar manifestações patológicas. Com isso e com possíveis erros de execução são usadas as FVS de concretagem para prevenir essas manifestações, pois elas têm o papel de controlar e identificar os erros presentes em cada passo do serviço.

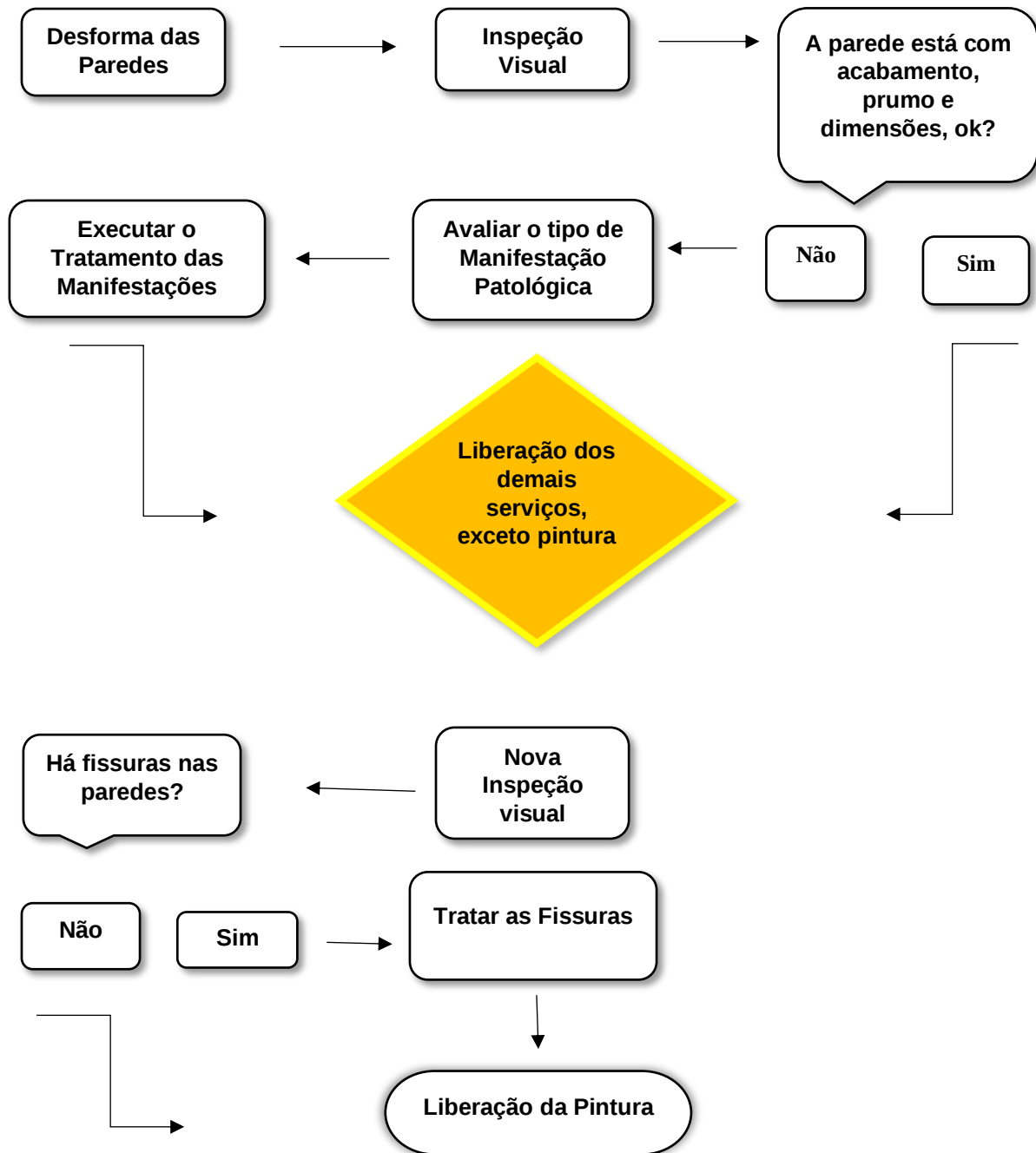
Com a execução da FVS foi notado que a ficha existente não abrange totalmente todas as verificações necessárias para mitigar as manifestações patológicas. Sendo assim, uma alternativa para melhorar essa FVS é a criação de uma ficha complementar para conseguir sanar as manifestações.

6.4 PLANO DE MANUTENÇÃO CORRETIVO (PMC)

Com a falha da tentativa de mitigar as manifestações patológicas, é preciso de um PMC para solucionar os casos no SEPCA. Iniciando após a desforma, com uma inspeção visual nas paredes por um responsável treinado e ocorrendo a detecção das manifestações patológicas é efetuada uma avaliação com o propósito que seja feita a separação dos tipos, para que a partir daí o profissional treinado, responsável por corrigir os erros/falhas, venha solucionar essas manifestações.

O PMC foi posto em prática, no período de um mês, no empreendimento estudado nos apartamentos que foram encontradas manifestações patológicas, o qual garantiu ser eficaz para solucionar as manifestações e assim dar procedimento aos outros serviços do sistema construtivo, para elucidar o método de execução do PMC está ilustrado a Figura 11.

Figura 11 – Fluxograma do PMC



Fonte: Autor (2024).

6.5 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

O presente estudo possui limitações no âmbito do SEPCA, das FVS de concretagem e do PMC. As manifestações patológicas mais recorrentes neste sistema são: fissuras, abaloamento da parede, segregação, junta fria e imperfeições no acabamento, ficando outros sistemas construtivos e manifestações patológicas fora do contexto abordado por este trabalho, por mais que apresente circunstâncias semelhantes. Devido as instalações hidráulicas e elétricas em paredes de concreto não seguirem o cobrimento especificado, esse erro construtivo pode gerar fissuras, segregação, juntas frias, assim como o *flow* (fluidez do concreto autoadensável) não seguir a recomendação do projeto, armação sem reforço e entre outros fatores que gerem as manifestações.

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

7.1 RESULTADOS OBTIDOS

Após a análise e monitoramento do objeto de estudo, onde é mostrado na Figura 12, foi retirado imagens, para determinar quais as manifestações patológicas mais recorrentes nas estruturas após a concretagem. Foram constatadas as seguintes manifestações: segregação, abaloamento das paredes, fissuras, juntas frias e imperfeições no acabamento.

Figura 12 – Objeto de Estudo



Fonte: Autor (2024)

Na Figura 13 é observado uma parte da parede com a manifestação patológica de segregação. E conforme a ABNT NBR 14931: 2023 uma possível causa raiz dessa manifestação é o lançamento de concreto com alta taxa de agregado devido a resto de concretagem ou um concreto já vencido. Já as consequências de não realizar o reparo do PMC é o enfraquecimento local da parede de concreto com posterior evolução de trincas localizadas.

Nas Figuras 14 e 15, é possível notar o abaloamento na parede, que em concordância com Rocha e Correia (2022) pode ter sido gerado de deformações nas fôrmas, causadas ou pelo uso excessivo ou pelo peso do concreto durante a

concretagem, e caso não sejam sanadas pelo PMC, trazem prejuízos estéticos e a perda de qualidade do empreendimento.

Na Figura 16 é observado a manifestação patológica de fissuras na parede, que de acordo com Rocha e Correia (2022) uma possível causa, é devido a erros de execução do projeto ou com armadura de reforço insuficiente. Já as consequências de não serem tratadas pelo PMC, é a progressão e a baixa resistência no local da manifestação.

Na Figura 17 é notado a manifestação de junta fria. No qual segundo a ABNT NBR 14931: 2023 uma possível causa seria o tempo de pega dos concretos muito distintos. E caso não forem sanados pelo PMC podem gerar a perda de aderência entre os concretos, tendo uma baixa resistência e a estrutura deixar de trabalhar monoliticamente.

Na Figura 18 é observado na parede o acabamento imperfeito, que segundo Takata (2009) algumas das possíveis causas, são o excesso de uso das fôrmas e a falta de desmoldantes. Caso o tratamento não seja executado, pode surgir corrosão do aço devido a porosidade.

Figura 13 – Parede com segregação



Fonte: Autor (2024)

Figura 14 – Abaloamento da parede



Fonte: Autor (2024)

Figura 15 – Abaloamento da parede



Fonte: Autor (2024)

Figura 16 – Fissura na parede



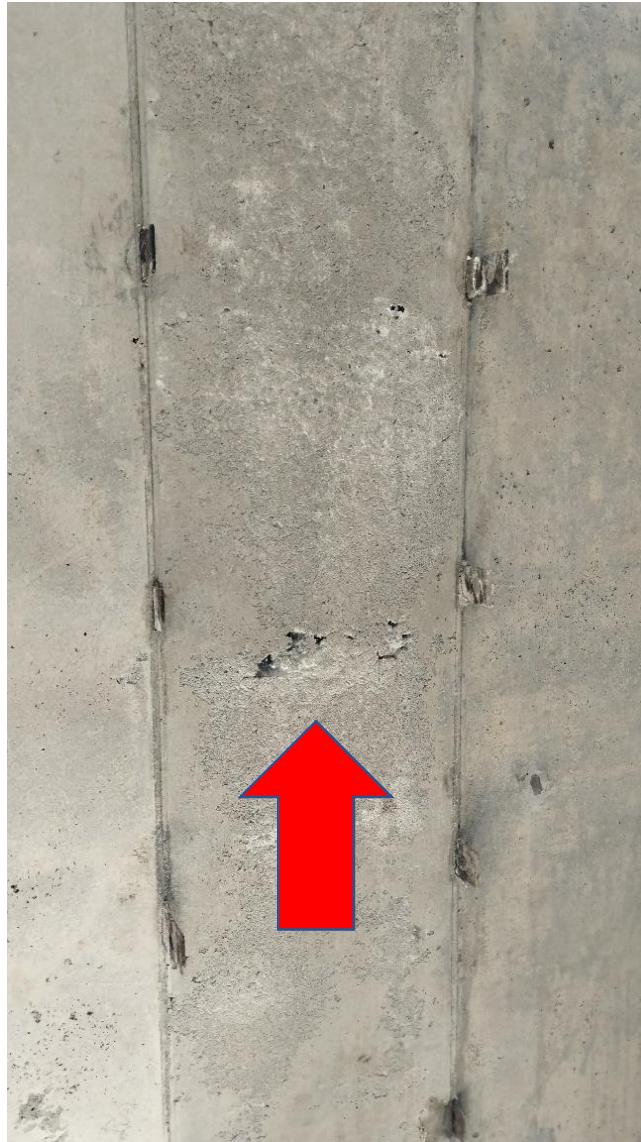
Fonte: Autor (2024)

Figura 17 – Junta fria



Fonte: Autor (2024)

Figura 18 – Acabamento imperfeito e segregação



Fonte: Autor (2024)

7.2 FICHA DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇO COMPLEMENTAR

Com a intenção de sanar as manifestações patológicas presentes, após a concretagem do SEPCA, a FVS complementar foi elaborada com base na FVS de concretagem e no acompanhamento da execução do SEPCA, porém abordou outras verificações inexistentes na FVS de concretagem. Essas novas verificações ajudam a mitigar as manifestações patológicas, por tanto é preciso que o engenheiro responsável, ensine o passo a passo de como é feito a aplicação da FVS na obra para o estagiário, já que é o estagiário que fica responsável por fazer as verificações e

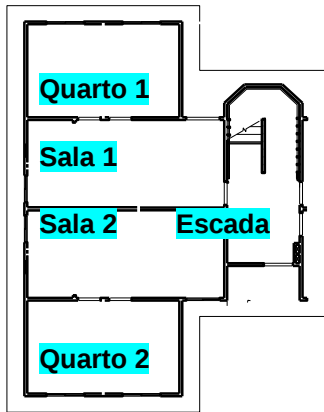
repassar para o engenheiro aprovar, para que assim consiga diminuir os erros de execução do SEPCA e reduzir assim as manifestações patológicas.

A FVS é utilizada a cada novo ciclo de concretagem, que é dividido em dois apartamentos por ciclo por dia, no qual o primeiro ciclo está ligado a escada. Na parte de armação e fôrma foi notado excessivos erros de execução por isso foi englobado novas verificações nesse segmento afim de evitar manifestações como: segregação, fissuras e abaloamento das paredes. Já na parte de lançamento do concreto foi percebido a falta de algumas verificações, como verificar a temperatura do concreto e das fôrmas juntamente com a temperatura ambiente, para identificar se o concreto não vai fissurar, torna-se poroso, devido a perda de água no concreto. Fazer a verificação da pega e trabalhabilidade do concreto a fim de mitigar erros como juntas frias e acabamentos imperfeitos e por fim fazer a verificação das fôrmas se estão devidamente travadas para que não ocorra abaloamento das paredes. A Tabela 1 contém a FVS complementar juntamente com a planta arquitetônica e em 3D, que servem para marcar a localização dos erros encontrados durante a verificação. Caso seja encontrada manifestações patológicas é necessário pôr em pratica o PMC, que foi elaborado para corrigir esses erros.

Tabela 1 – Ficha de verificação de serviço complementar

FICHA DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇO COMPLEMENTAR										
Data da Vistoria:			Estagiário Responsável:							
Data de Aprovação:			Engenheiro Responsável:							
Obra:			Local (Pavtº):							
Torre:			Ciclo:							
Numeração dos caminhões de concretagem:										
Nº	ITEM DE INSPEÇÃO	VERIFICAÇÃO	INSPEÇÕES DURANTE A EXECUÇÃO							
			Sala 1:_____	Sala 2:_____	Quarto 1:_____	Quarto 2:_____	Escada:_____	OBS:_____		
ARMAÇÃO E FÔRMAS										
1	Verificar se a armadura está conforme projeto	Visual	DATA RES.							
2	Verificar se a armadura de	Visual	RES.							

	reforço está conforme projeto		DATA						
3	Verificar se há espaçamento adequado entre as armaduras	Visual	DATA RES.						
			DATA						
4	Verificar se a armadura de reforço está muito distante das aberturas	Visual	DATA RES.						
			DATA						
5	Verificar se as fôrmas estão empenadas	Visual	DATA RES.						
			DATA						
LEGENDA: A - APROVADO R - REPROVADO AR- APROVADO APÓS REINSPEÇÃO NA - NÃO APLICÁVEL RES. – RESULTADO									

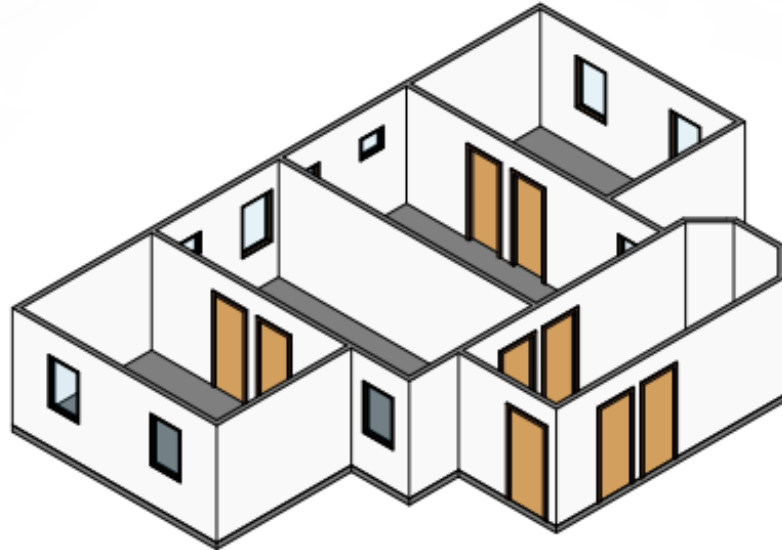


Nº	ITEM DE INSPEÇÃO	VERIFICAÇÃO	INSPEÇÕES DURANTE A EXECUÇÃO							
				Parte Inf:	Parte Intermediária	Parte Sup:	Parte da Laje:	Escada: _____	OBS: _____ -	
LANÇAMENTO DO CONCRETO										
6	Verificar a temperatura das fôrmas	Termômetro	DATA RES.							
7	Verificar a temperatura do concreto recém chegado	Termômetro	DATA RES.							
8	Verificar se o concreto já está perto do tempo de pega	Visual	DATA RES.							
9	Verificar a trabalhabilidade do concreto	Visual	DATA RES.							

10	Verificar se as aberturas estão devidamente travadas	Visual	DATA RES.							
LEGENDA: A - APROVADO E - EXAMINAR R - REPROVADO AR - APROVADO APÓS REINSPEÇÃO NA - NÃO APLICÁVEL RES. - RESULTADO										

Nº	ITEM DE INSPEÇÃO	VERIFICAÇÃO	INSPEÇÕES DURANTE A EXECUÇÃO							
			Sala 1: _____	Sala 2: _____	Quarto 1: _____	Quarto 2: _____	Escada: _____	OBS: _____		
DESFORMA IMINENTE										
11	Inspeção das Fôrmas	Visual	DATA RES.							
			DATA							
12	Verificar se há manifestações patológicas	Visual	DATA RES.							
			DATA							
Qual o Tipo:										
LEGENDA: E- EXISTE NE - NÃO EXISTE RES. - RESULTADO										
Nº	ITEM DE INSPEÇÃO	VERIFICAÇÃO	INSPEÇÕES DURANTE A EXECUÇÃO							
			Sala 1: _____	Sala 2: _____	Quarto 1: _____	Quarto 2: _____	Escada: _____	OBS: _____		
DESFORMA TARDIA										
13	Verificar se há manifestações patológicas "Fissuras"	Visual	DATA RES.							
			DATA							
LEGENDA: E - EXISTE NE - NÃO EXISTE RES. - RESULTADO										





Fonte: Autor (2025)

As FVS fazem parte do sistema de gestão da qualidade, e de acordo com a NBR ISO 9000:2015 é um “sistema dinâmico que evolui ao longo do tempo através de períodos de melhoria”. A FVS complementar alinha-se a indicadores de qualidade como conformidade com especificações técnicas e previsibilidade de falhas. Esses indicadores são fundamentados em normas como a ISO 9001:2024, que enfatiza o controle sistemático de processos, e no PBQP-H que estabelece requisitos para sistemas construtivos industrializados. A inclusão de verificações como temperatura do concreto e espaçamento de armaduras reflete diretamente o indicador de estabilidade dimensional da ABNT NBR 15575:2024, essencial para mitigar patologias associadas a variações térmicas ou retração.

Um fator que faz parte desse sistema é o monitoramento, justamente para haver uma melhoria contínua. Para garantir uma melhoria contínua no processo de verificações da obra, é necessário aplicar o ciclo PDCA, para que haja um gerenciamento adequado, identificando assim novas ações a serem executadas.

7.3 PLANO DE MANUTENÇÃO CORRETIVO

O PMC tem o intuito de sanar as manifestações patológicas no pós-desforma do SEPCA, a fim de entregar o empreendimento, garantido a vida útil e qualidade exigida. O PMC está ligado com a FVS complementar de desformas (iminente e tardia), pois é a partir delas que vai dar início ao processo de manutenção, no Apêndice A está um exemplo do período de execução do PMC, após a concretagem de um ciclo e assim repetindo a cada novo ciclo de concretagem. Existindo manifestações patológicas no SEPCA o plano vai identificar qual o tipo presente, para que assim inicie o procedimento de correção. Na Tabela 2 está presente o PMC com as manifestações mais recorrentes do SEPCA.

Tabela 2 – Plano de manutenção corretivo

PLANO DE MANUTENÇÃO CORRETIVO				
Início do serviço:			Término do serviço:	
Responsável por executar:			Responsável por vistoriar:	
TIPOS DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS IDENTIFICAVEIS				
1:Segregação	2: Fissura Ativa ou Passiva	3: Junta Fria	4: Abaloamento da Parede	5: Acabamento Imperfeito

Tipo 1



Tipo 2



Tipo 3



Tipo 4



Tipo 5



Segregação

Diagnóstico: Separação do agregado do aglomerante, devido a: dimensão do agregado graúdo, taxa de aço alta, lançamento inadequado.

Equipamentos utilizados: Serra Mármore para execução dos caixotes

Método de execução: Fazer caixotes com funil, com madeirite, de acordo com o tamanho da segregação profunda e fazer o preenchimento com o graute.

Procedimento de intervenção: Utilizar argamassas poliméricas base cimento nos casos de restaurações superficiais e no caso restaurações profundas utilizar graute base cimento ou concreto adequado conforme Helene (1992).

Marcar um X na dificuldade de execução: Raro () Frequente ().

Sugestão de mão de obra: Execução -> Pedreiro e Servente; Vistoria -> Estagiário e Engenheiro Civil
CrITÉRIOS de Aceitação: Reparos superficiais -> Verificar visualmente; Reparos profundos -> Fazer o ensaio de esclerometria para verificar a resistência do local reparado.
Junta Fria
Diagnóstico: Falta de Aderência entre os concretos, devido ao tempo de pega diferente.
Equipamentos utilizados: Marteletores de 3 a 6 kg ou jatos de alta pressão
Método de execução: Após fazer a abertura da junta, injetar espuma de polímero poliuretano, para fechar e vedar a junta. “método sugestivo”
Procedimento de intervenção: Entrar em contato com o projetista estrutural, para verificar se vai necessitar de reforço no concreto ou na área de aço.
Marcar um X na dificuldade de execução: Raro () Frequente ().
Sugestão de mão de obra: Execução -> Pedreiro e Servente; Vistoria -> Estagiário e Engenheiro Civil
CrITÉRIOS de Aceitação: Verificar visualmente
Abaloamento das Paredes
Diagnóstico: Fôrmas empenadas, Falta de travamento das fôrmas.
Equipamentos utilizados: Marteletores de 3 kg a 6 kg
Método de execução: Escariar de fora para dentro, até atingir a espessura esperada.
Procedimento de intervenção: Escariar a parede com martetele e aplicar argamassa polimérica base cimento para fazer o acabamento de acordo com Helene (1992).
Marcar um X na dificuldade de execução: Raro () Frequente ().
Sugestão de mão de obra: Execução -> Pedreiro e Servente; Vistoria -> Estagiário e Engenheiro Civil
CrITÉRIOS de Aceitação: Verificar visualmente
Acabamento Imperfeito
Diagnóstico: Desgaste da fôrma, Trabalhabilidade do concreto, Falta de desmoldante nas fôrmas.
Equipamentos utilizados: Lixadeira Elétrica
Método de execução: Utilizar a lixadeira paralelo a superfície danificada.
Procedimento de intervenção: Lixar a parede e aplicar argamassa polimérica base cimento para regularizar conforme Helene (1992).
Marcar um X na dificuldade de execução: Raro () Frequente ().
Sugestão de mão de obra: Execução -> Pedreiro e Servente; Vistoria -> Estagiário e Engenheiro Civil
CrITÉRIOS de Aceitação: Verificar visualmente

Fissuras Ativas ou Passivas			
OBS: É preciso realizar um ensaio não destrutivo, para determinar qual o tipo de fissura, já que pode ter tratamentos diferentes. O ensaio a ser utilizado é o selador de gesso, e deve fazer o monitoramento um dia após a aplicação, já que se a fissura for ativa o gesso se rompe devido a sua fragilidade.			
Diagnóstico: Armadura insuficiente ou mal posicionada, retração, movimentação térmica, cura ineficiente.			
Equipamentos utilizados: Lixadeira Elétrica (Disco de Corte) e Pistola de Aplicação Manual			
Método de execução: Manter o disco na posição ortogonal a fim de abrir a fissura para o tratamento, e após executar a limpeza, utilizar a pistola de aplicação manual para injetar a resina epóxi.			
Procedimento de intervenção 1: Para fissuras ativas sofrendo por armadura insuficiente, pode acrescentar armadura "Grampeamento", ou utilizar resinas epóxis e telas nos demais casos. Utilizando lixadeira para fazer a abertura necessária de acordo com o projetista estrutural conforme Souza e Ripper (1998)			
Procedimento de intervenção 2: Para fissuras passivas de até 1 mm utilizar resinas epóxi e tela de poliéster, para aberturas maiores entrar em contato com o projetista estrutural de acordo com Souza e Ripper (1998).			
Marcar um X na dificuldade de execução: Raro () Frequente ().			
Sugestão de mão de obra: Execução -> Pedreiro e Servente; Vistoria -> Estagiário e Engenheiro Civil			
CrITÉRIOS de Aceitação: -> Fazer o ensaio de esclerometria para verificar a resistência do local reparado.			
Data de contato com o projetista:			
Aprovado:		Data de Reinspeção:	
Aprovado após Reinspeção:			
Assinatura do Engenheiro Responsável:			
OBS:			

Fonte: Autor (2025)

O PMC é norteado pela ABNT NBR 15575:2024 a fim de garantir a durabilidade da estrutura conforme projetado. Esses parâmetros dialogam com a ABNT NBR 5674, que define diretrizes para manutenção preditiva e corretiva em edificações. As manifestações patológicas precisam serem sanadas com urgência já que o empreendimento está em plena execução, e com isso um serviço depende do outro para terminar. O PMC também incorpora o indicador de dificuldade de realização do serviço, mensurável por meio de inspeções após o aceite do serviço. A vinculação do PMC a ensaios não destrutivos, como por exemplo o da ABNT NBR 7584:2012, ensaio de dureza superficial do concreto por meio do esclerômetro, reforça o indicador

de confiabilidade técnica, assegurando que as intervenções preservem a integridade estrutural.

A FVS complementar e o PMC trazem benefícios para a execução do SEPCA, pois no caso da FVS, o impacto positivo é a redução de custos final do empreendimento, já que sanando as manifestações patológicas, o gasto com retrabalhos e manutenções diminuirá, já o PMC vai nortear o colaborador e a equipe técnica responsável por executar e vistoriar a manifestação, ganhando tempo para executar outros serviços e a partir de uma inspeção visual feita, pode comparar com as manifestações mais recorrentes desse sistema, para conseguir sanar as manifestações.

8 CONCLUSÃO

O SEPCA apresentou manifestações patológicas no pós-desforma, logo foi analisado a partir de estudos bibliográficos e em campo, que o aprimoramento da FVS possa mitigar as manifestações, já que novas verificações foram acrescentadas buscando complementar a FVS já existente, para conseguir reduzir os erros. Caso as manifestações persistam e necessitem de uma manutenção corretiva, foi proposto o PMC, indicando métodos e procedimentos de manutenções corretivas das manifestações mais recorrentes no pós-desforma: segregação, fissuras, abaloamento das paredes, juntas frias e acabamento imperfeito.

A partir das manifestações mais frequentes foram observados pontos a serem abordados na FVS complementar e no PMC. A FVS complementar, juntamente com a FVS já existente deve ser empregada pela equipe de campo qualificada em controle de qualidade, antes da execução do SEPCA, e de acordo com a ABNT NBR 14931:2023 a verificação dos processos executivos deve ser rigorosa, e qualquer não conformidade deve ser registrada na ficha, marcando o local do erro, para que outra equipe em outro período do dia, vá conferir se a verificação já está aprovada, para que assim encaminhe para o engenheiro responsável aprovar a verificação. Por mais que a execução da FVS demande tempo ela pode mitigar as manifestações patológicas se for aplicada corretamente e assim diminuindo os retrabalhos de manutenções corretivas.

O uso do PMC é dado a partir da FVS complementar, pois é quando o vistoriador no pós-desforma do SEPCA, vai identificar se há manifestações patológicas. Ocorrendo as manifestações, o estagiário responsável por aplicar o PMC, deve seguir em conformidade com a ABNT NBR 5674: 2024, que estabelece diretrizes sobre a execução de manutenção corretiva. Identificando o tipo de manifestação deve seguir o passo a passo do PMC para saná-las.

Por fim este trabalho visa prevenir a estrutura do SEPCA de manifestações patológicas mais recorrentes desse sistema, classificadas como anomalias endógenas de acordo a ABNT NBR 16747: 2020, por meio da FVS complementar e consequentemente caso venha ocorrer a manifestação, o PMC tem o dever de sanar, para que entregue o empreendimento garantindo a vida útil de projeto esperada conforme é previsto pela ABNT NBR 15575: 2024.

Com base neste estudo, fica como sugestão para futuras pesquisas, a incorporação de tecnologias digitais integrado a FVS complementar e o PMC, como o Building Information Modeling (BIM), para que torne a FVS e PMC mais eficientes, evitando erros, já que vai digitalizar os processos, automatizando registros e garantindo um acompanhamento mais preciso e com maior qualidade.

REFERÊNCIAS

A exigência da vida útil dos edifícios. **AECWeb**. 2020. Disponível em <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/as-exigencias-da-vida-util-dos-edificios/5219> Acesso em 06 abr. 2024.

ANDRADE, Erika Bressan Botelho de. Principais manifestações patológicas encontradas em edificação. **Brasil Escola**. Disponível em: <<https://monografias.brasilecola.uol.com.br/engenharia/principaismanifestacoes-patologicas-encontradas-em-uma-edificacao.htm>> Acesso em: 06 abr. 2024.

ARAUJO, C. T. C. **IMPORTANCIA DAS FICHAS DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇO COMO FERRAMENTA DE CONTROLE DE QUALIDADE DE OBRAS**. TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) - Curso de Engenharia civil, UFU, Uberlândia, MG. 38p. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14931**: Execução de estruturas de concreto armado, protendido e com fibras – Requisitos. Rio de Janeiro, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1**: Edificações habitacionais- Desempenho parte 1: Requisitos gerais.2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-2**: Edificações habitacionais- desempenho parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais .2013.

ASSOCIACAO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. **NBR 16055:2012**: Parede de Concreto Moldada no Local Para a Construção de Edificações – Requisitos e Procedimentos. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16747**: Inspeção predial- Diretrizes, Conceitos, Terminologia e Procedimento.2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674**: Manutenção de Edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção.2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7212**: Concreto dosado em central — Preparo, fornecimento e controle. Rio de Janeiro, 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7584**: Concreto endurecido – Avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão- Método de ensaio .2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9000**: Sistemas de gestão da qualidade- Fundamentos e Vocabulário.2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9001**: Sistemas de gestão da qualidade- Requisitos.2024.

Avaliação da integridade de elementos estruturais pelo método do impacto-eco. **Oz.** disponível em [OZ - diagnóstico, levantamento e controlo de qualidade em estruturas e fundações, Id.Â^a](#). Acesso em 06 jan. 2025

BOLINA, Fabrício Longhi, TUTIKIAN, Bernardo Fonseca, HELENE, Paulo Roberto do Lago. **Patologia de Estruturas** -- São Paulo: Oficina de Textos, 2019.

BRITZ, Carlos. et al. **Boas práticas envolvendo sistemas construtivos em paredes de concreto** – Caso Jardim Novo Horizonte (Jundiaí-SP). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CONCRETO. 57, 2015. Bonito-MS. Disponível em: <https://www.coplasparededeconcreto.com.br/boas-praticas-envolvendo-sistemas-c>. Acesso em 20 abr.2024.

CAMBRAIA, M. N. **Processo construtivo de paredes de concreto moldadas in loco em formas de alumínio**. TCC (Trabalho de Conclusão de Curso)- Curso de especialização em produção e gestão do ambiente construído, UFMG, Belo Horizonte, MG. 53p. 2017.

CELERE, Equipe. Fichas de Verificação de serviço (FVS) e a qualidade na construção civil. **Celere**. 27, set. 2021. Disponível em: <<https://celere-ce.com.br/gestao-de-obras/fichas-de-verificacao-de-servicos/>> Acesso em: 06 abr. 2024.

Conheça o programa minha casa minha vida. **Ministerio das Cidades**. 13, set. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/cidades/pt-br/assuntos/noticias-1/conheca-o-programa-minha-casa-minha-vida>> Acesso em: 01 abr. 2024.

CORSINI, Rodnei. Paredes Normatizadas. **Revista Técnica**. Jun .2012.

Dicas para o tratamento de fissuras. **Núcleo Parede de Concreto**. 2014, disponível em <https://nucleoparededeconcreto.com.br/dicas-para-o-tratamento-de-fissuras> Acesso em 05 jan. 2025.

Ensaio de Engenharia Diagnóstica. **GP ENGENHARIA DIAGNÓSTICA**. 2022, disponível em <https://www.gpengenhariadiagnostica.com.br/ensaios-de-engenharia-diagnostica> Acesso em: 06 jan. 2025.

FILHO, Carlos M Suguri; NEUENSCHWANDER, Daniella M; CARTACHO, Diego Lourenço; GRABALLOS, Edillize L; BOUÉRES, Paulo Henrique Campelo. **Identificação, análise e tratamento de fissuras inativas em estruturas de concreto**. 2009. 82 p. Trabalho de Formatura. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo.

FRANÇA, R. G. R. **Causas, diagnósticos e tratativas de patologias em parede de concreto: estudos de caso**. TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) - Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO. 63p. 2019.

GOVERNO FEDERAL. **Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat**. **Ministerio das Cidades**. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/assuntos/habitacao/pbqp-h> Acesso em: 28 de abr. 2024.

GRANATO, J. E. **Patologia das construções**, 2002.

HELENE, Paulo Roberto do Lago. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**, 2ª ed. São Paulo: Pini, 1992.

Injeção de Junta Fria. **Seal Boss**. 2024, disponível em <https://sealboss.com/coldjoint-injection/> Acesso em: 20 fev. 2025.

LEAL, A. C. M.; RIBEIRO, M. I. P. Implantação Do Sistema De Qualidade Na Construção Civil Com Ênfase Na Inspeção De Serviço, **Projectus**, Rio de Janeiro, Dez. 2016.

LICHTENSTEIN, N.B. **Patologia das construções: procedimento para a formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações**. 1958. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1985.

MAGALHÃES, Letícia Ferreira e OLIVEIRA, Camila Amélia Martins de. **Análise e Reparação de Fissuras em Concreto Armado e Alvenaria**. Caratinga, 2017. Trabalho de Conclusão de Curso Superior de Engenharia Civil. Faculdades Integradas de Caratinga, Rede DOCTUM, Caratinga, 2017.

Matheus. o que é ficha de verificação de serviço (FVS) na construção civil. **Arquis**. 6, out.2023. Disponível em: <https://www.arquis.com.br/blog/o-que-e-ficha-de-verificacao-de-servico-fvs-na-construcao-civil> Acesso em: 22 ago.2024.

MESOMO, F.M. **Manifestações patológicas em unidades habitacionais construídas com paredes de concreto moldada in loco com formas metálicas: Análise das Falhas observadas na etapa de execução**. 2018. 99p. TCC – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

MISURELLI, Hugo; MASSUDA, Clovis. Como Construir Paredes de Concreto, **Revista Técnica**, Edição 147. Jun. 2009.

MONGE, R; WENDLER, A. **Paredes de concreto** – como ter uma obra sem manifestações patológicas. **CONCRETO & Construções**, São Paulo, 90. Ed, p. 38-41, abr./jun. 2018. Disponível em: https://ibracon.org.br/Site_revista/Concreto_Construcoes/pdfs/revista90.pdf. Acesso em: 24 abr. 2024.

MOREIRA, O. F; COSTA, R.S; BARBOSA, A. P. PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFICAÇÕES: ESTUDO DE CASO EM DUAS EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS LOCALIZADAS NO MUNICÍPIO DE SANTO ANTÔNIO DE PÁDUA/RJ, **Revista conhecendo Online: Exatas e Engenharias**, Rio Janeiro, 2021. NAKAMURA, Juliana. Parede de concreto: vantagens e características. **Sienge**. 24, nov. 2019. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/parede-de-concreto/> Acesso em: 01 ago. 2024.

NEVILLE, A.M. **Propriedades do concreto**, 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.

OLIVEIRA, V. R. M. **AVALIAÇÃO DE PATOLOGIAS APÓS EXECUÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO DE PAREDES EM CONCRETO EM EDIFÍCIOS DESTINADOS ÀS HABITAÇÕES POPULARES NA CIDADE DE UBERLÂNDIA.** Curso de Engenharia civil, UFU, Uberlândia, MG. 65p.2019.

Parede de concreto é solução para programas habitacionais. **ABCP**. 05, jul.2023. Disponível em: < [Parede de concreto é solução para programas habitacionais - PORTAL ABCP](#)> Acesso em: 04 abr. 2024.

Patologias do Concreto. **AECWeb**. 2019, disponível em <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/patologias-do-concreto/6160> Acesso em: 04 abr. 2024.

Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat. **PBQP-H**. disponível em <https://pbqp-h.mdr.gov.br/o-pbqp-h/apresentacao/> Acesso em 06 jan. 2025.

RAMOS, Davidson. Sete ferramentas da qualidade: quais são. **Blog da Qualidade** 16, jul. 2018. Disponível em: <[As sete ferramentas da qualidade - Blog da Qualidade](#)> Acesso em: 06 abr. 2024.

ROCHA, Matheus Reis da; CORREIA, Luiz Soares. Manifestações patológicas em paredes de concreto moldadas in loco: estudo de caso em edificação residencial. *Conteccc*, out 2022.

SANTOS, M. S. **Controle da qualidade na execução de paredes de concreto armado: um estudo de caso.** TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) - Curso de Engenharia Civil, UFAL, Maceió, AL. 66p. 2022.

Sistema Paredes de Concreto Avança na Construção Civil. **ABCP**. 2024, disponível em <https://abcp.org.br/sistema-paredes-de-concreto-avanca-na-construcao-civil/> Acesso em: 27 fev. 2025.

SÔNIA, Vieira. Estatística para a qualidade. **Elsevier**. Rio de Janeiro, 2º ed,2012.

SOUSA, V. C.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estrutura de concreto.** São Paulo: Pini, 1998.

SOUZA, L. de B.; PELLANDA, P. C.; MICELI JUNIOR, G.; NOYA, R. C. Uma ferramenta para controle da qualidade da construção civil integrada ao BIM. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO**, 3., 2021, Uberlândia. Anais[...]. Porto Alegre: ANTAC, 2021. p. 1-10. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/sbtic/article/view/592>. Acesso em 22 jul. 2024.

TAKATA, Leandro Teixeira. **Aspectos executivos e a qualidade de estruturas em concreto armado: estudo de caso.** 2009. 152 p. Dissertação (Pós Graduação em Construção Civil) – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos.

THOMÉ, B. B. Ficha de Verificação de Serviço (FVS) para atender ao PBQP-H. **Sienge**, 2022. Disponível em: [PBQP-h - Ficha de Verificação de Serviço \(FVSs\) e FVM - Sienge](#). Acesso em: 26 jul. 2024.

TUTIKIAN, B.; PACHECO, M. **Inspeção, Diagnóstico e Prognóstico na Construção Civil**. ALCONPAT Internacional Boletim Técnico. 1. ed. Unisinos, Brasil, 2013.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO. **Departamento de Engenharia Civil. Patologia**. Disponível em: <https://mcv.ufes.br/patologia>. Acesso em: 21 ago. 2024.

WENDLER, Arnaldo; JUNIOR, Ary Fonseca. O desempenho do Sistema de parede de concreto. **Nucleo Parede de Concreto**. 27, mai.2019. Disponível em: <<https://nucleoparededeconcreto.com.br/o-desempenho-do-sistema-de-parede-de-concreto/>> Acesso em: 10 abr. 2024.

WILICH, Julia. O que é ficha de verificação de serviço e como fazer. **Produtivo**. 26, jul.2023. Disponível em: < <https://www.produtivo.com.br/blog/ficha-de-verificacao-de-servicos/>> Acesso em: 21 ago. 2024.

