



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS *CAMPUS* PALMAS**

CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA CIVIL

JULIANE REBOUÇAS HAUBERT

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS MAIS RECORRENTES EM
RELATÓRIOS TÉCNICOS DE OBRAS PÚBLICAS NA CIDADE DE PALMAS
– TO E REGIÃO.**

PALMAS – TO

**Palmas
2021**

JULIANE REBOUÇAS HAUBERT

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS MAIS RECORRENTES EM
RELATÓRIOS TÉCNICOS DE OBRAS PÚBLICAS NA CIDADE DE PALMAS
– TO E REGIÃO.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial
para obtenção do Título de Bacharel
do Curso Superior de Engenharia
Civil do Instituto Federal do
Tocantins, *Campus* Palmas.

Orientador: Prof. Dr. Moacyr Salles
Neto

Coorientador: Eng. Civil James de
Sousa

Palmas

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

H368a Haubert, Juliane R
 ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS MAIS
 RECORRENTES EM RELATÓRIOS TÉCNICOS DE OBRAS
 PÚBLICAS NA CIDADE DE PALMAS – TO E REGIÃO. / Juliane R
 Haubert. – Palmas, TO, 2022.
 75 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia
Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Tocantins, Campus Palmas, Palmas, TO, 2022.

Orientador: Dr. Moacyr Salles Neto
Coorientador: Engenheiro Civil James de Sousa

1. manifestações patológicas. 2. obras públicas. 3. etapas
construtivas. I. Neto, Moacyr Salles. II. de Sousa, Engenheiro Civil
James. III. Título.

CDD 624

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins
de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a).**

JULIANE REBOUÇAS HAUBERT

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS MAIS RECORRENTES EM
RELATÓRIOS TÉCNICOS DE OBRAS PÚBLICAS NA CIDADE DE PALMAS
– TO E REGIÃO.**

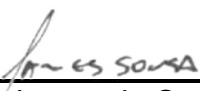
Aprovado em: 13/04/2022

BANCA AVALIADORA

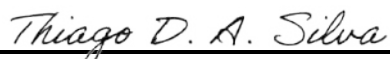


Prof. Dr. Moacyr Salles Neto (Orientador)

IFTO – Campus Palmas



Engenheiro Civil James de Sousa (Coorientador)



Prof. Dr. Thiago Dias de Araújo e Silva

IFTO – Campus Palmas



Prof. Dr. Adriano dos Guimarães de Carvalho

IFTO – Campus Palmas

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por essa jornada incrível que vivi até aqui, pelos altos e baixos e porque o Espírito Santo nunca me deixou desistir.

Aos meus tios, Monnike e Marcos que me acolheram em Palmas, que por todos esses anos me acolheram como uma filha, obrigada por aguentarem meus choros desesperados no final do semestre quando eu pensava em largar tudo, mas vocês me acalmavam e me faziam seguir em frente.

Aos meus avós, Hugo e Zilda que por toda minha vida cuidaram de mim e me amaram e a toda minha família, meus pais Geovani e Cíntia, minha tia Giselle e minha irmã Aline, que sempre me apoiaram em cada sonho que tive, sempre acreditando que eu era capaz, mesmo quando eu não acreditava.

Aos meus amigos, da faculdade, com quem compartilhei as dificuldades, quem estava ali comigo para estudar pelas madrugadas, por cada risada, jogos e até reprovações que compartilhamos.

Aos meus amigos, da igreja, que me acompanharam em toda essa jornada para a entrega deste trabalho e sempre estavam me perguntando e me motivando a continuar.

À minha amiga e líder, Geovana, que não desistiu de mim e me apresentou o melhor lado da vida.

Ao meu Orientador, Prof. Dr. Moacyr Salles Neto, pela dedicação e paciência na orientação e construção do conhecimento.

Ao meu Coorientador e amigo, Eng. Civil James de Sousa, por toda paciência e que teve durante esse trabalho e por cada momento alegre que tivemos juntos durante esses anos.

RESUMO

Mesmo com todos os avanços tecnológicos e desenvolvimentos na área da construção civil, ainda encontramos muitas limitações e inevitáveis falhas involuntárias, além de casos de imperícia nas estruturas, muitas vezes não atingindo o desempenho satisfatório quando comparadas para o qual foram projetadas.

Há inúmeras causas para a deterioração das estruturas, sejam elas de concreto, aço, madeira ou alvenaria, mesmo quando elas são construídas de forma adequada e usadas da maneira correta, o próprio ambiente vai afetar a estrutura e seus componentes. Além de causarem desconforto para os usuários, essas manifestações patológicas podem gerar problemas à estrutura.

Por isso é sempre necessário o entendimento completo da causa e da extensão do problema para que seja então feito um diagnóstico adequado que mostre a origem que acarretou aquele dano e sendo assim definida a melhor forma de correção ou, quando identificadas cedo, pode-se tomar uma medida preventiva e evitar danos futuros.

O IFTO em parceria com o TCE – TO fez análises de obras públicas que foram finalizadas e entregues e que estavam perto do prazo de 5 anos que as construtoras têm para fazerem reparos na construção. A partir desses relatórios de manifestações patológicas, foi considerado a análise das manifestações em comum e mais frequentes nessas obras, e qual etapa construtiva que elas tiveram origem para sim entender, dentro de Palmas, quais os erros que têm sido cometidos e como poderiam ser evitados, tornando as construções mais seguras e diminuindo os gastos com reparos.

Palavras-chave: manifestações patológicas, patologias, obras públicas, etapas construtivas, estruturas.

ABSTRACT

Even with all the technological advances and developments in the area of civil construction, we still find many limitations and inevitable involuntary failures, in addition to cases of malpractice in the structures, not often reaching satisfactory performance when compared to what they were designed for.

There are numerous causes for the deterioration of structures they can be concrete, steel, wood, or masonry, even when they are built properly and used in the right way, the environment itself will affect the structure and its components. In addition to causing discomfort to users, these pathological manifestations can cause problems to the structure.

That is why it is always necessary to fully understand the cause and extent of the problem so that an adequate diagnosis can be made showing the origin that caused the damage, thus, the best form of correction is defined in cases of early identification of a failure, which shows the best preventive measure to take.

The partnership between IFTO and TCE – TO carried out analyzes of public buildings that were finished and delivered, and close to the 5-year deadline when construction companies must make repairs in the construction. From these reports of pathological manifestations, was considered the analysis of the common and most frequent manifestations in those buildings, and which constructive stage they originated in order to understand, within Palmas, what mistakes have been made and how they could be avoided in the future making buildings safer and reducing repair costs.

Palavras-chave: pathological manifestations, pathology, public buildings, constructive steps, structures.

LISTA DE FIGURAS

Figura 28 – Empolamento da tinta	25
Figura 29 – Mancha de bolor	26
Figura 30 – Eflorescência na pintura	26
Figura 31 – Mancha Superficial	27
Figura 32 – Descoloração	27
Figura 33 – Pintura descascando	28
Figura 1 – Microfissura em revestimento de argamassa	29
Figura 2 – Fissura em um sistema de revestimento em argamassa	29
Figura 3 – Fissura ou trinca em um sistema de vedação vertical	29
Figura 4 – Fissura ou rachadura próxima a uma esquadria	30
Figura 5 – Fissura causada por movimentação térmica	31
Figura 6 – Esboço de fissuração ocasionada por movimentação térmica	31
Figura 7 – Fissura gerada por movimentação higroscópica	32
Figura 8 – Esboço de fissura gerada por movimentação higroscópica	32
Figura 9 – Fissuração na alvenaria gerada por sobrecarga vertical	33
Figura 10 – Trincas horizontais na alvenaria ocasionadas por sobrecarga	33
Figura 11 – Demonstração da utilização de vergas e contravergas como reforço nas aberturas	34
Figura 12 – Fissura de 45° no canto da esquadria	34
Figura 13 – Esboço de fissura gerada por recalque diferencial na fundação	35
Figura 14 – Fissura gerada por recalque na fundação	35
Figura 15 – Demonstração do processo de corrosão por carbonatação	38
Figura 16 – Concreto da camada de cobrimento (A) carbonatação e (B) não carbonatado	38
Figura 17 – Demonstração do processo de corrosão por íons de cloreto	39
Figura 18 – Corrosão na armadura	39
Figura 19 – Ninhos de concretagem	40
Figura 20 – Ninhos de concretagem em corpo de prova	40
Figura 21 – Lixiviação	42
Figura 22 – Lixiviação	42
Figura 23 – Fissura trespessante sem descolamento	43
Figura 24 – Desplacamento do revestimento cerâmico	44
Figura 25 – Manchas no piso de cerâmica	44

Figura 26 – Possível falha na argamassa de rejunte	45
Figura 27 – Eflorescência no resvestimento	45
Figura 34 – Falta de continuidade na junta de dilatação.....	46
Figura 35 – Não aplicação de rejunte na junta	46
Figura 36 – Juntas de assentamento	47
Figura 37 – Juntas de movimentação e dessolidarização.....	48
Figura 38 – Juntas estruturais	48
Figura 39 – Mapa de desenvolvimento	49
Figura 40 – ETI Almirante Tamandaré	50
Figura 41 – Escola Estadual Elizângela Glória Cardoso.....	50
Figura 42 – Instituto Federal do Tocantins - Blocos 16 e 17	51
Figura 43 – Centro comunitário	51
Figura 44 – CMEI Pequeninhos do Cerrado	52
Figura 45 – Instituto Federal do Tocantins	53
Figura 46 – Fórum de Porto Nacional	53
Figura 47 – Prédio Sede da promotoria de Justiça de Porto Nacional.....	54
Figura 48 – Subprefeitura de Luzimangues – Porto Nacional.....	54
Figura 49 – CMEI João e Maria.....	55
Figura 50 – Unidade Básica de Saúde	55
Figura 51 – Unidade Básica de Saúde – Unidade 1304 Sul	56
Figura 52 – Escola de Tempo Integral – Setor Bertaville	56
Figura 53 – CMEI Ana Luísa	57
Figura 54 – Prédio da CAPS III	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Percentual total de manifestações patológicas.....	65
Tabela 2 – Incidência de infiltração comitente com fissuras e manifestações patológicas em revestimentos de pintura	66
Tabela 3 – Origem das manifestações patológicas.	67
Tabela 4 – Frequência das causas principais das fissuras	83
Tabela 5 – Percentual das frequências nas causas principais das fissuras.....	84

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Cinco etapas do processo construtivo.....	21
Gráfico 2 – Índice das manifestações mais comuns às estruturas.	22
Gráfico 3 – Fissuras x Obras.....	60
Gráfico 4 – Revestimento de Pintura x Obras.....	60
Gráfico 5 – Infiltrações x Obras.....	61
Gráfico 6 – Revestimento cerâmico x Obras.....	61
Gráfico 7 – Juntas x Obras.....	62
Gráfico 8 – Corrosão x Obras	62
Gráfico 9 – Sistema elétrica X Obras	63
Gráfico 10 – Sistema hidrossanitário X Obras	63
Gráfico 11 – Esquadrias X Obras.....	64
Gráfico 12 – Outros X Obras.....	64
Gráfico 13 – Etapas construtivas	69

LISTA DE QUADROS

Quadro 2 – Vantagens entre as bases de tinta	25
Quadro 1 – Classificação das aberturas segundo sua amplitude	28
Quadro 3 – Frequência das manifestações por Sistemas X Obras	78
Quadro 4 – Frequência relativa das manifestações por Sistemas X Obras.....	79
Quadro 5 – Frequência das infiltrações nos sistemas de fissuras e revestimentos de pintura	80
Quadro 6 – Frequência relativa das infiltrações nos sistemas de fissuras e revestimentos de pintura	81
Quadro 7 – Etapas construtivas de origem das manifestações por obra.....	82

LISTA DE ABREVIATÖES

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRAFATI – Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas

CaCO₃ – Carbonato de cálcio

Ca(OH)₂ – Hidróxido de cálcio

CAPS – Centro de Atenção Psicossocial

CMEI – Centro Municipal de Educação Infantil

CO₂ – Dióxido de carbono

ETI – Escola de Tempo Integral

H₂O – Água

NBR – Norma Brasileira

TCE – Tribunal de Contas do Estado

TO – Tocantins

VUP – Vida Útil de Projeto

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
2	PROBLEMA DE PESQUISA	18
3	JUSTIFICATIVA.....	19
4	OBJETIVOS	20
4.1	Objetivo Geral.....	20
4.2	Objetivos Específicos.....	20
5	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
5.1	A importância do processo construtivo	21
5.1.1	Concepção de projeto	23
5.1.2	Execução	23
5.1.3	Utilização e manutenção	24
5.2	Manifestações patológicas mais frequentes em edificações	24
5.2.1	Revestimentos de pintura.....	24
5.2.2	Fissuras	28
5.2.3	Corrosão de armaduras	36
5.2.4	Ninhos ou nichos.....	40
5.2.5	Eflorescência	41
5.2.6	Revestimento Cerâmico.....	42
5.2.7	Juntas	45
6	METODOLOGIA	49
6.1	Identificação da amostra	49
6.1.1	ETI Almirante Tamandaré	50
6.1.2	Escola Estadual Professora Elizângela Glória Cardoso	50
6.1.3	Blocos 16 e 17 do Instituto Federal do Tocantins – <i>Campus</i> Palmas	51
6.1.4	Centro Comunitário	51
6.1.5	CMEI Pequeninhos do Cerrado	52
6.1.6	Biblioteca João Paulo II – Instituto Federal do Tocantins – <i>Campus</i> Palmas	52
6.1.7	Fórum da Comarca de Porto Nacional	53
6.1.8	Prédio Sede da Promotoria de Justiça de Porto Nacional.....	54
6.1.9	Subprefeitura de Luzimangues – Porto Nacional.....	54
6.1.10	CMEI João e Maria.....	55
6.1.11	Unidade Básica de Saúde – Unidade de Taquaralto.....	55

6.1.12	Unidade Básica de Saúde – Unidade 1304 Sul	56
6.1.13	Escola de Tempo Integral – Setor Bertaville.....	56
6.1.14	CMEI Ana Luísa	57
6.1.15	Prédio da CAPS	57
6.2	Análise da amostra.....	58
6.3	Identificação da etapa construtiva	58
6.4	Resultados	58
7	RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
7.1	Manifestações patológicas	59
7.2	Origem das manifestações	66
8	CONCLUSÃO.....	68
9	SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS.....	71
10	BIBLIOGRAFIA	72
ANEXO A		78
ANEXO B		79
ANEXO C		80
ANEXO D		81
ANEXO E		82
ANEXO F		83
ANEXO G		84

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é uma área que nunca está parada, está sempre acontecendo no mundo inteiro, e com o passar do tempo e dos estudos, foram surgindo diversas inovações, que por muitas vezes geram riscos. Muitos desses são contabilizados e aceitos, dentro dos limites impostos pela segurança que foi aumentada também, tendo em vista todos os estudos e desenvolvimentos que ocorreram nas estruturas e nos materiais, através de análises sobre erros acontecidos no passado e com o aumento das tecnologias.

Ainda sim, mesmo com todos os estudos e avanços tecnológicos, o desenvolvimento possui limitações além das inevitáveis falhas involuntárias e dos casos de imperícia, tem sido encontrado estruturas que contêm desempenho insatisfatório, quando comparadas com o que deveriam apresentar (RIPPER e SOUZA, 1998).

A patologia corresponde a um processo terapêutico na medicina. Contudo, na engenharia, a sua aplicação tem origem no tratamento dos problemas com o sentido de reabilitar as estruturas, particularmente quando se trata das estruturas de concreto (AZEVEDO, 2011).

Essa área busca, de forma sistêmica e científica, conhecer os possíveis defeitos incidentes nos materiais construtivos e componentes, tanto na edificação como um todo, como em elementos particulares. Procurando diagnosticar as origens, as diversas manifestações geradas, e compreender quais os mecanismos que geram a deflagração e a evolução do processo patológico (TUTIKIAN, *et al.* 2019).

É muito importante que seja feito um estudo das patologias das construções e que esse estudo seja divulgado, mostrando quais as manifestações mais comuns às edificações e para que se torne conhecido a evolução dessas ocorrências. Isso diminui o custo de reparo desses elementos danificados quanto mais cedo conseguirmos detectar esses sintomas.

Há inúmeras causas para a deterioração das estruturas, sejam elas de concreto, aço, madeira ou alvenaria, mesmo quando elas são construídas de forma adequada e usados da maneira correta, o próprio ambiente vai afetar a estrutura e seus componentes. Além de causarem desconforto para os usuários, essas manifestações patológicas podem gerar problemas à estrutura.

Por isso é sempre necessário o entendimento completo da causa e da extensão do problema para que então feito um diagnóstico adequado que mostre a origem que acarretou aquele dano e sendo assim definida a melhor forma de correção ou, em casos de identificação adiantada de alguma falha, qual a melhor medida preventiva a ser tomada.

Entendendo essa importância, o Tribunal de Contas do Estado do Tocantins (TCE – TO) fez uma parceria com o Instituto Federal do Tocantins – campus Palmas (IFTO), que consiste em analisar as obras públicas que foram realizadas e entregues e que estão com o prazo de 5 anos próximo, e dentro desse prazo os reparos são feitos pelas construtoras, por obrigatoriedade do código civil brasileiro, e após essa época passam a ser do Estado.

Essa parceria tem o objetivo de proporcionar para os alunos uma vivência prática na realização de relatórios técnicos, além de uma oportunidade de ver na prática as manifestações que são estudadas em sala. Esse projeto tem tido muito sucesso nos últimos anos, uma vez que ao notificar as construtoras com base nos relatórios técnicos dos alunos, elas realizam os reparos e diminuem os gastos do Estado que são direcionados para áreas com mais necessidade.

Portanto, o presente trabalho busca analisar esses relatórios técnicos de manifestações patológicas de diversas obras públicas na cidade de Palmas – TO e regiões próximas. Em geral, são obras recentes que não deveriam apresentar tantas manifestações que geram desconforto aos usuários e até mesmo apontam problemas na estrutura.

2 PROBLEMA DE PESQUISA

Para Bertolini 2010, o conceito de vida útil para a estrutura é o período que aquela estrutura pode garantir toda e qualquer função pela qual foi projetada. Nisso, a definição de durabilidade está diretamente relacionada com a vida útil de projeto, onde uma estrutura só é considerada durável se a expectativa da vida útil for a mesma que a vida útil real.

Na NBR 15575-1 – Edificações Habitacionais, trata sobre o Desempenho e a Vida Útil, mostra a vida útil mínima que cada sistema da obra deve ter, contada em anos. Além disso, o Código Civil Brasileiro, art. 618, evidencia a obrigação que as construtoras têm em dar a garantia válida por cinco anos em obras finalizadas e entregues.

A cidade de Palmas foi fundada em 20 de maio de 1989, assim, no ano de 2021 completa 32 anos. Sendo uma cidade nova a maioria das suas construções públicas são mais recentes, entre 5-15 anos. Isso mostra que, para a maioria dos sistemas, não deveria haver vícios construtivos nem patologias significativas, porém essa não é a realidade.

Pode-se perceber em muitas construções recém entregues o grande número de manifestações patológicas, que não acontecem por erros isolados, mas por um conjunto de casos de negligência e, em outras situações, até de imperícia na execução. Essas manifestações são encontradas em diversas áreas como, estrutural, hidrossanitária, elétrica e acabamentos.

Este trabalho pretende resolver aos seguintes problemas de pesquisa:

Quais são as manifestações patológicas mais comuns nas obras públicas estudadas e por que elas acontecem? Em qual etapa do processo construtivo foram originadas? Qual a melhor forma de evitar essas manifestações?

3 JUSTIFICATIVA

Quando as obras são finalizadas e entregues e ainda sim apresentam algum tipo de manifestação patológica, os usuários geralmente acionam engenheiros peritos para que seja feito um laudo patológico, para descobrir o que está ocasionado aquele problema e qual grau de risco que apresenta à estrutura.

Dito isso, a partir de uma diversidade de relatórios de patologias de construções públicas da cidade de Palmas – TO e regiões, foi possível perceber através deles não conformidades que são apresentadas nas construções e que eles possuem pontos comuns de origem.

Segundo Thomaz (1989), quando não fazemos registros e divulgação dos dados encontrados, sobre os problemas patológicos, é gerado um atraso de informações e no desenvolvimento das técnicas de projetar e construir. Essa falha impede, inclusive, que a próxima geração de profissionais tenha acesso a informações que os levariam a evitar erros já cometidos.

Este trabalho propõe a análise de relatórios patológicos feitos em obras públicas em Palmas, com o objetivo de identificar quais são as manifestações mais frequentes, porque elas ocorrem e em que etapa elas tiveram origem. A partir disso, tornando possível identificar quais os maiores erros cometidos, e criar um plano de ação para que eles sejam prevenidos, diminuindo essas manifestações e consequentemente o gasto para o reparo delas.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral mapear os relatórios técnicos, de manifestações patológicas, realizados pelos alunos da disciplina de patologias e recuperação de estruturas do curso de Engenharia Civil do Instituto Federal do Tocantins – Campus Palmas em prédios públicos nos anos de 2018 e 2019, em parceria com o Tribunal de Contas do Estado da cidade de Palmas – TO e região.

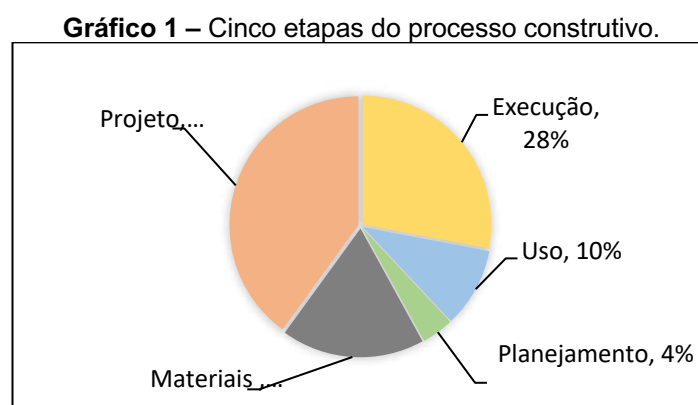
4.2 Objetivos Específicos

- a) Identificação e caracterização da amostra;
- b) Levantamento das manifestações patológicas mais recorrentes, bem como a causa dessas ocorrências;
- c) Identificar em qual etapa construtiva que ocorreu o erro, seja na etapa de projeto, execução ou nos fornecedores/materiais.
- d) A partir de organogramas fazer um mapa de prevenção para tais manifestações.

5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1 A importância do processo construtivo

Existem 5 grandes etapas que podem dividir o processo construtivo e o uso de um empreendimento: planejamento, projeto, fabricação de materiais, execução e manutenção/uso. A partir do estudo do gráfico 1 a seguir fica claro que a maior parte dos erros cometidos são gerados na parte de projeto e de execução (HELENE, 2003).



Fonte: Adaptado de HELENE, 2003.

Uma melhor investigação da falha deve reconhecer qual foi a origem do fenômeno nas etapas do processo construtivo. Ao avaliar uma fissura de momento fletor em uma viga, por exemplo, é possível que tenha sido ocasionada em um projeto inadequado ou na qualidade inferior do aço, podendo ser na má execução com concreto de baixa resistência ou no uso inadequado. Existem diversas fontes possíveis e para cada uma delas há uma forma de correção mais adequada, apesar de que o fenômeno e as manifestações possam ser as mesmas (TUTIKIAN, *et al.* 2019).

Ao identificar a origem de um problema, é possível descobrir também quem cometeu esta falha, para fins legais. Cada etapa tem um responsável, na etapa de planejamento, a equipe de gestão da obra; na fase de projeto, o projetista que cometeu a falha; se caso a origem for no material, o fabricante que falhou; se o problema for originado na execução, o erro pode ter sido da mão-de-obra ou da falta de fiscalização ou omissão da equipe de engenharia; se há origem no uso, o erro é por parte da manutenção ou operação da construção (HELENE, 2003).

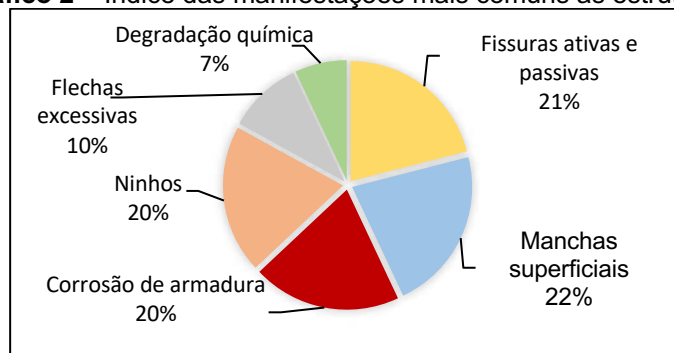
Essas anomalias ou deficiências que se observam superficialmente nos elementos são chamadas de manifestações patológicas. Uma manifestação patológica é tudo aquilo que podemos ver como indicativo de um problema (TUTIKIAN, *et al.* 2019).

Existem variados tipos de sintomas que ocorrem nas estruturas de concreto, porém elas dificilmente apresentam uma única causa, sendo gerados, em sua maioria, pela colaboração de diversos fatores que promoverão as formas de degradação (ANDRADE, 1997).

Existem muitas causas para deterioração nos edifícios e estruturas de concreto. Mesmo quando são construídos de forma adequada, usados da maneira correta e com uma boa manutenção, o ambiente vai afetar a estrutura e os componentes vão sendo desgastados. A maior causa de deterioração em estruturas reforçadas de concreto é a corrosão das armaduras de aço. Além disso, existem muitos processos de deterioração que atacam o concreto diretamente, alguns internos, como a reação álcali-sílica, e alguns externos, como ação de gelo e degelo. Outros danos estão relacionados à problemas iniciais da construção ou o uso subsequente ou o abuso da estrutura (BROOMFIELD, 2003).

A partir do gráfico 2 abaixo (HELENE, 2003), podemos perceber que as manifestações mais recorrentes são as fissuras, eflorescências, flechas excessivas, as manchas superficiais, corrosão de armaduras e os ninhos de concretagem. Além disso, é dado a porcentagem da frequência para cada sistema.

Gráfico 2 – Índice das manifestações mais comuns às estruturas.



Fonte: adaptado pelo autor de HELENE, 2003.

5.1.1 Concepção de projeto

A etapa de projeto é a fase inicial e uma das mais importantes da obra, tendo em vista que a partir dela que será feita a execução, então qualquer erro nessa fase causará prejuízos consideráveis ao empreendimento. Por isso é necessária uma maior atenção nesta etapa e que a execução do projeto siga de acordo com as normas técnicas vigentes e atualizadas.

Para Souza e Ripper (1998), as falhas decorrentes da concepção de projeto são responsáveis por elevar o custo da obra e podem gerar grandes transtornos na hora da solução dos problemas originadas nessa etapa. Algumas dessas falhas são ocasionadas pelos seguintes fatores:

- Erro de dimensionamento;
- Difícil execução de detalhes construtivos;
- Falha na compatibilização dos projetos e;
- Erro nos cálculos.

5.1.2 Execução

Após a concepção correta do projeto, a próxima etapa é a de execução. Segundo Silveira *et al.*, 2002, as falhas nessa etapa, em sua maioria, originados pela qualidade da mão de obra, falta de treinamento e a qualificação dos operários.

Na etapa de execução é necessário que seja feito um controle de qualidade dos materiais a serem utilizados e se o seu uso está de acordo com as especificações de projeto, além disso é necessário que haja um controle dos serviços que estão sendo feitos pela mão de obra, garantindo a execução correta do método construtivo projetado para o empreendimento.

Alguns dos erros comuns que podem ser observados durante o processo de execução da edificação são (SCHEIDEGGER e CALENZANI, 2019):

- Não respeito ao projeto;
- Não respeito às recomendações do fabricante;
- Profissionais desqualificados;
- Falta de controle de qualidade e;
- Uso de materiais de baixa qualidade.

5.1.3 Utilização e manutenção

Quando a obra é finalizada e entregue, a construtora deve prover um manual do proprietário, que tem a função de orientar corretamente o cliente no uso correto do imóvel. É nesse manual que o usuário encontra as informações sobre as especificidades da infraestrutura; técnicas construtivas; materiais utilizados e; a vida útil e a forma de manutenção para cada material (LIMA, 2016).

Porém, em muitos casos, os usuários não se atentam a esse material e agem com descaso com a manutenção da edificação. Além disso, há também o mau uso do empreendimento, quando o cliente usa o imóvel para algum objetivo além do para qual ele foi projetado/executado.

Essa atitude acarreta a aparição de manifestações patológicas, como fissuras, destacamento de pintura, entre outros. Isso acaba gerando para o usuário um desconforto visual e, em alguns casos, gera danos à estrutura.

5.2 Manifestações patológicas mais frequentes em edificações

5.2.1 Revestimentos de pintura

A pintura em um revestimento tem tanto um propósito estético como de proteção, por isso é necessário assegurar a qualidade do material, da aplicação desse material e da superfície que vai receber a aplicação.

É nos revestimentos de pintura que são encontradas as manchas superficiais, apontadas como as manifestações mais recorrentes nas edificações, segundo a pesquisa de Helene (2003).

As tintas são classificadas em dois grupos básicos: à base de óleo ou solventes e; à base de água. A escolha da tinta é baseada no ambiente em que ela está sendo aplicada e a definição de qual será o seu uso. O quadro 2 abaixo mostra as vantagens para cada uma das classificações, segundo Polito (2006):

Quadro 1 – Vantagens entre as bases de tinta

Vantagens	
Tintas à base de óleos ou solventes	Tintas à base de água
Proporciona melhor cobertura na primeira demão	Melhor flexibilidade a longo prazo
Adere melhor a superfícies que não estão tão limpas	Maior resistência a rachaduras e lascas
Depois de seca apresenta maior resistência à abrasão e a aderência	Exala menos cheiro
Tempo de abertura maior (espaço de tempo que a tinta pode ser aplicada com o pincel antes de secar)	Maior resistência ao amarelamento, em áreas protegidas do sol
	Pode ser limpa com água
	Não é inflamável

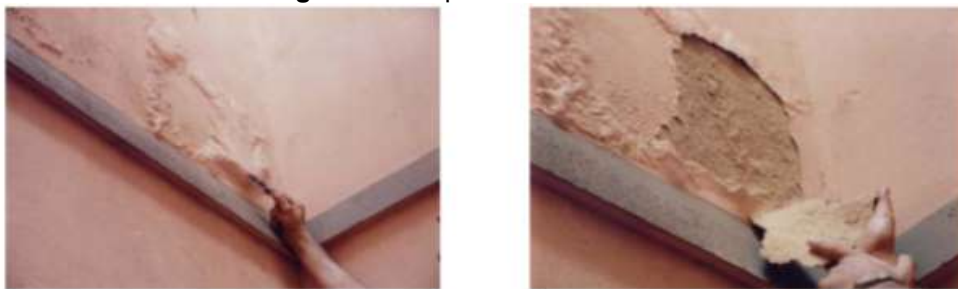
Fonte: Adaptado de POLITO, 2006

As manifestações patológicas na pintura dos revestimentos podem acontecer de duas maneiras, após a aplicação ou durante a sua utilização (CHAVES, 2009). Para ABRAFATI (Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas e Vernizes, 2005), alguns indícios dos sintomas patológicos nas pinturas estão expostos abaixo.

5.2.1.1 Bolhas ou empolamento

É identificada como a perda localizada de adesão e a formação de bolsas no filme da superfície. Podem ser originadas pela aplicação de tinta em uma superfície úmida ou quando há infiltração de água na superfície daquela camada.

Figura 1 – Empolamento da tintura



Fonte: SALLES NETO, 2020 (notas de aula)

5.2.1.2 Bolor ou mofo

É identificada por manchas ou pontos que podem apresentar cores: pretas, acinzentadas, amareladas ou amarronzadas na superfície, é o desenvolvimento de microrganismos, pertencentes ou grupo de fungos (ALUCCI, FLAUZINO e MILANO, 1985). Geralmente, surgem em partes com teor de umidade ou que possuem pouca luz solar.

Figura 2 – Mancha de bolor



Fonte: Laudo Técnico – CMEI Pequeninos do Cerrado (2019)

5.2.1.3 Eflorescência

Como comentado previamente, as eflorescências são identificadas como a migração de sais inorgânicos, de coloração esbranquiçada, do interior da superfície. É originada em áreas com alto teor de umidade que não possuíram a cura corretamente.

Figura 3 – Eflorescência na pintura



Fonte: Laudo Técnico – Fórum da Comarca de Porto Nacional (2019)

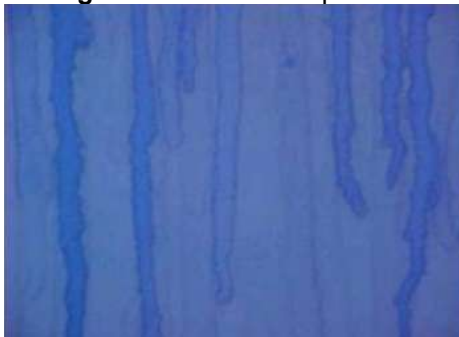
5.2.1.4 Manchas ou descoloração

As manchas são identificadas pelo aparecimento de áreas com coloração e textura diferentes da original. Podem ser ocasionadas pela má aplicação da tinta; repinturas, com tinta diferente da original e; tinta ácida sobre substrato alcalino (SALLES NETO, 2020).

A descoloração é caracterizada por manchas nas cores: verde, azul, vermelho e amarelo. Pode ser originada por consequência da exposição solar;

por reações químicas entre substâncias externas, no ar ou na superfície, e as tintas (SALLES NETO, 2020).

Figura 4 – Mancha Superficial



Fonte: SALLES NETO, 2020 (notas de aula)

Figura 5 – Descoloração



Fonte: SALLES NETO, 2020 (notas de aula)

5.2.1.5 Descascamento

É identificado como o desprendimento do filme de tinta do substrato, podendo ocorrer de forma parcial ou total. É causada pela pressão no filme de tinta quando há umidade gerada pelo calor ambiental em forma de vapor.

Figura 6 – Pintura descascando



Fonte: Laudo Técnico – Fórum da Comarca de Porto Nacional (2019)

5.2.2 Fissuras

As manifestações patológicas características das estruturas de concreto e que são mais comuns, depois das manchas superficiais, são as fissuras. Também é o sintoma que mais chama atenção dos leigos, dos proprietários ou usuários, mostrando de que tem algo de errado com a estrutura (RIPPER e SOUZA, 1998).

“Toda peça de concreto, em maior ou menor magnitude, possuirá algum tipo de fissura” (TUTIKIAN, *et al.* 2019. p. 73).

As definições das aberturas máximas de fissuras admissíveis estão nas normas de projeto, nesse tipo de análise são adotadas simplificações. Elas estão resumidas no quadro 1 a seguir.

Quadro 2 – Classificação das aberturas segundo sua amplitude

Tipo de abertura	Dimensões	Limites da NBR 6118 (ABNT, 2014a) (elementos de concreto)
Microfissura	inferior a 0,2 mm	Sem problemas
Fissura	0,2 mm a 0,4 mm	Verificar classe de agressividade ambiental
Trinca	0,5 mm a 1,4 mm	Acima dos limites
Rachadura	1,5 mm a 5,0 mm	
Junta	superior a 5,1 mm	

Fonte: TUTIKIAN, et al. (2019)

Figura 7 – Microfissura em revestimento de argamassa



Fonte: TUTIKIAN, et al. (2019)

Figura 8 – Fissura em um sistema de revestimento em argamassa



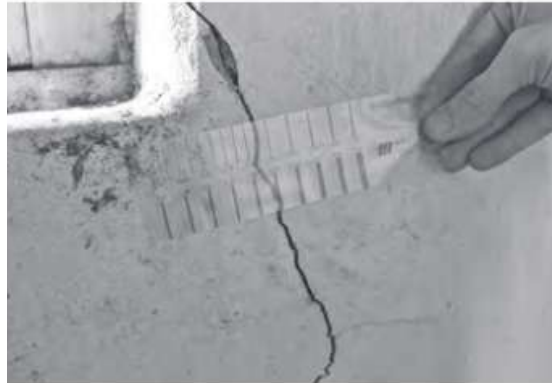
Fonte: TUTIKIAN, et al. (2019)

Figura 9 – Fissura ou trinca em um sistema de vedação vertical



Fonte: TUTIKIAN, et al. (2019)

Figura 10 – Fissura ou rachadura próxima a uma esquadria



Fonte: TUTIKIAN, et al. (2019)

As fissuras são um sintoma de uma patologia e são identificadas como uma abertura linear e descontínua e são o resultado de ações que podem ser internas ou externas aos materiais constituintes, superando a sua capacidade de resistência (SAHADE, 2005).

Segundo Thomaz (1989), temos para as ações internas aos componentes, o exemplo de fissuras que são geradas pela retração dos produtos à base de cimento e as que são geradas por variações químicas dos materiais de construção.

Do mesmo modo, para as ações externas aos componentes, pode ser exemplificado as fissuras geradas pelas movimentações térmicas, higroscópicas, por sobrecargas, deformações de elementos de concreto armado e recalques diferenciais.

5.2.2.1 Fissuras causadas por movimentações térmicas

De acordo com Thomaz (1989), cada um dos elementos construtivos está vulnerável a sofrer variações de temperatura, sejam elas diárias ou cíclicas. Essas variações geram dilatações nos componentes fazendo com que haja movimentações na estrutura, as dilatações variam de acordo com o material de cada elemento.

Essas movimentações térmicas de contração e dilatação geram tensões que podem provocar o surgimento de fissuras na edificação. É importante sempre considerar a amplitude e a rapidez com qual a movimentação acontece (THOMAZ, 1989).

As principais movimentações diferenciadas de fonte térmica podem ter a origem nas seguintes atividades:

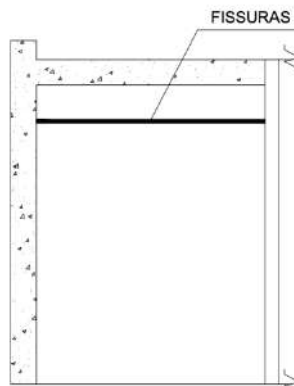
- A incidência da mesma variação de temperatura em materiais com dilatações térmicas diferentes;
- A exposição de um mesmo componente a temperaturas variadas;
- Componentes expostos a solicitações térmicas naturais diferentes entre si.

Figura 11 – Fissura causada por movimentação térmica.



Fonte: TÉCHNE 2016

Figura 12 – Esboço de fissuração ocasionada por movimentação térmica.



Fonte: Adaptada de Thomaz (1989).

5.2.2.2 Fissuras causadas por movimentações higroscópicas

As movimentações higroscópicas são as variações de dilatação que acontece aos elementos devido ao teor de umidade na peça. Quando o teor de umidade aumenta, a argamassa por exemplo, fica saturada e se expande; quando o teor de umidade diminui, ela seca e contrai (SAHADE, 2005).

Qualquer tipo de interferência ou bloqueio dessas movimentações pode ocasionar a perda de aderência do elemento, gerando microfissuras que separam a argamassa e seu substrato.

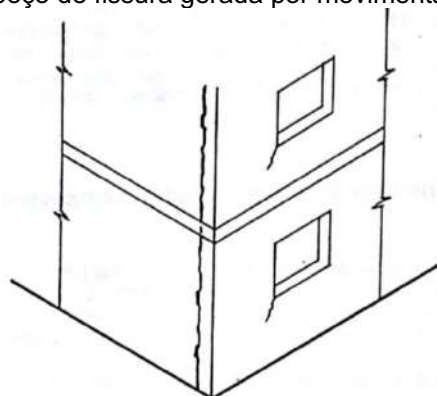
Os casos de fissuras por movimentações higroscópicas acontecem, principalmente, em áreas com maior incidência de água e que não fizeram detalhes construtivos, como pingadeiras e peitoris, ou que sua execução não foi bem-feita (SAHADE, 2005).

Figura 13 – Fissura gerada por movimentação higroscópica.



Fonte: SAHADE (2005) – THOMAZ (1989)

Figura 14 – Esboço de fissura gerada por movimentação higroscópica.



Fonte: THOMAZ (1989)

5.2.2.3 Fissuras geradas por concentrações de tensões

A incidência de sobrecargas nos componentes de concreto armado, previstas ou não no projeto, podem causar fissuras nesses elementos. Esse fissuramento não significa a ruptura do componente ou a instabilidade da estrutura, entretanto ocasiona uma redistribuição de tensões ao longo do elemento que sofreu essas fissuras ou elementos vizinhos, de forma que a solicitação externa possa ser absorvida de forma globalizada pela estrutura ou parte dela (THOMAZ, 1989).

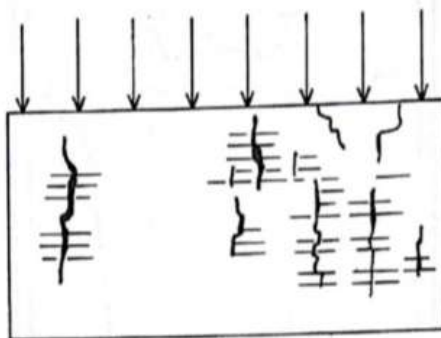
Em geral, no dimensionamento da peça já está previsto fissurações no concreto, nos componentes fletidos, busca-se então limitar essas fissurações

de acordo com o que dita a norma NBR 6118 – Projeto de Estruturas de Concreto.

Segundo Thomaz (1989), temos dois exemplos de configurações para as trincas que podem surgir em trechos contínuos de alvenarias quando solicitadas por sobrecargas uniformemente distribuídas: trincas verticais e; trincas horizontais.

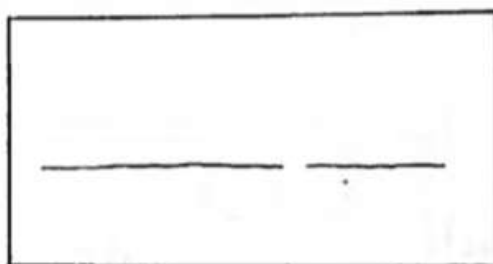
As trincas verticais são geradas devido a deformação transversal da argamassa quando sofre a ação das tensões de compressão ou quando os componentes de alvenaria sofrem flexão local. Por outro lado, as trincas horizontais aparecem devido a ruptura causada pela compressão desses componentes ou da própria argamassa de assentamento (THOMAZ, 1989).

Figura 15 – Fissuração na alvenaria gerada por sobrecarga vertical.



Fonte: THOMAZ (1989)

Figura 16 – Trincas horizontais na alvenaria ocasionadas por sobrecarga.



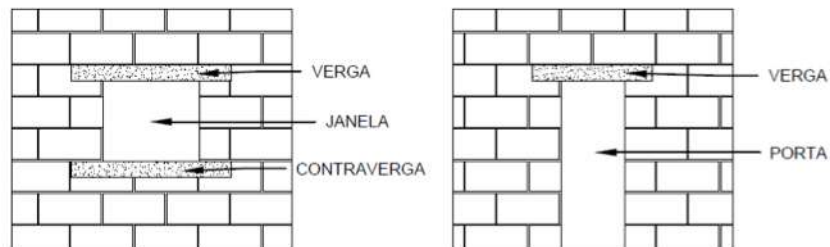
Fonte: THOMAZ (1989)

Quando há aberturas na alvenaria, como portas e janelas, as tensões se acumulam nos cantos, isso acaba gerando fissuras nesses cantos das esquadrias que formam ângulos de 45° com a horizontal (THOMAZ, 1989).

Com isso, nota-se a importância da utilização de vergas e contravergas a fim de reforçar essas aberturas e impedindo a concentração dos

esforços atuantes na alvenaria nas proximidades dessas aberturas. (TÉCHNE, 2007).

Figura 17 – Demonstração da utilização de vergas e contravergas como reforço nas aberturas.



Fonte: Adaptada de TÉCHNE (2007)

Muitas vezes, a utilização das vergas e das contravergas são negligenciadas ou até mesmo, quando executadas, são mal feitas. Isso gera o acúmulo de tensões que ocasiona fissuras e causa desconforto para o usuário.

Figura 18 – Fissura de 45° no canto da esquadria



Fonte: SAHADE, 2005.

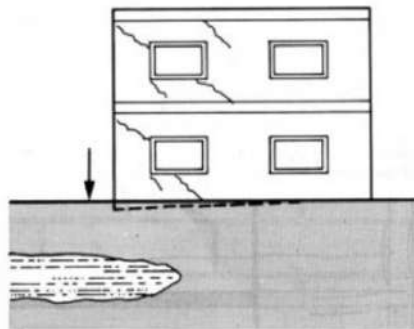
5.2.2.4 Fissuras causadas por recalques de fundação

Muito dos problemas encontrados na fundação, no Brasil, são ocasionados devido a falta de estudo do solo que irá abrigar essa fundação. Ela pode ser comprometida por esforços adicionais originados por fatores como: adensamento do solo, rebaixamento do lençol freático, sobrecargas no bulbo de tensões e vibrações causadas pelo trânsito excessivo ao redor do solo utilizado (TÉCHNE, 2007).

Outros fatores originados da falha nas fundações que podem acarretar manifestações patológicas, de acordo com Niyama (2003), são: a não realização da investigação geotécnica, ou se for realizado, ser de forma insuficiente ou errada; avaliação incorreta dos esforços; falha na etapa de projeto e cálculo da fundação; mudanças nas características geotécnicas do solo e até mesmo mudança nos esforços de projeto.

O recalque diferencial da fundação é o deslocamento vertical de cima para baixo da fundação somente em uma parte da estrutura, em relação ao nível do terreno (VELLOSO e LOPES, 2004) e a característica típica dessa manifestação patológica é uma fissura principal inclinando-se em direção ao ponto de maior recalque. Essa inclinação é de 45° com a horizontal.

Figura 19 – Esboço de fissura gerada por recalque diferencial na fundação.



Fonte: COPPENGE ENGENHARIA: Recalque das fundações como agente causador de fissuras, 2018.

Figura 20 – Fissura gerada por recalque na fundação.



Fonte: Perspectiva construções, 2019

5.2.3 Corrosão de armaduras

Entende-se que nem sempre os danos que se desencadeiam nas estruturas de concreto são causados somente por sobrecargas ou dimensionamento inadequado das peças, mas as pequenas variações biológicas do ambiente também são responsáveis por modificações nos materiais, desgastando-os de forma independente à capacidade portante ou carregamento atuante. Essa danificação não só agride o concreto, mas também pode gerar a corrosão das armaduras, o que acarreta prejuízos ao desempenho estrutural e à segurança física dos usuários, uma vez que pode provocar o colapso da estrutura (TUTIKIAN, *et al.* 2019).

O início da corrosão acontece no transporte de agentes agressivos, para o interior do concreto, que são capazes de gerar essa corrosão, principalmente o gás carbônico, responsável pelo fenômeno de carbonatação, e os íons de cloreto, causador da ruptura localizada da película passiva (FIGUEIREDO, 2012).

Nesse caso de corrosão das armaduras, a manifestação patológica é a mesma, mesmo que as origens sejam distintas: exposição das armaduras e corrosão eletroquímica, com ou sem deslocamento do concreto de cobrimento.

De acordo com o modelo de corrosão de estruturas de concreto armado proposto por Tuutti (1982), esse processo de corrosão é dividido em duas etapas: iniciação e propagação.

- Período de iniciação: Onde temos a despassivação da armadura, isso pode ocorrer pela presença significativa de íons de cloreto ou da diminuição da alcalinidade do concreto, gerada, principalmente, pelas reações de carbonatação.
- Período de propagação: Etapa em que o processo eletroquímico se desenvolve, causando a ocorrência de manchas na superfície do concreto ou fissuras e até destacamento do concreto de cobrimento.

A qualidade do concreto de cobrimento com relação a espessura e a permeabilidade é muito relevante, tendo em vista que a maior parte dos fatores que ocasionam a corrosão das armaduras estão associados a processos de difusão, tal como a carbonatação, a introdução de íons agressivos e o

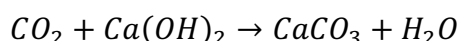
suprimento de oxigênio necessário às reações eletroquímicas (DAL MOLIN, 1988).

De acordo com Andrade (1997), a maioria dos concretos possui a característica de proteger as armaduras contra a corrosão a partir de dois modos:

- a) Agindo como um isolante, um impedimento físico entre o aço e o meio ambiente, onde a impermeabilidade e o cobrimento do concreto são duas características fundamentais para manter sua capacidade protetora contra a corrosão;
- b) Também a certificação de uma proteção química a partir do elevado caráter alcalino que possui, mantendo as armaduras envoltas por uma capa passivante.

a) Carbonatação

Segundo TUTIKIAN, *et al.*, (2019). A carbonatação é um processo físico-químico ocasionado pela reação do dióxido de carbono (CO_2) que está presente no ar, quando dissolvido no interior da fase úmida dos poros do concreto, com os hidróxidos do cimento Portland hidratado. Essa reação é desenvolvida especialmente com o hidróxido de cálcio ($Ca(OH)_2$), transformando-se em carbonato de cálcio ($CaCO_3$), fazendo com que o concreto se torne mais ácido. A equação da carbonatação está representada abaixo:



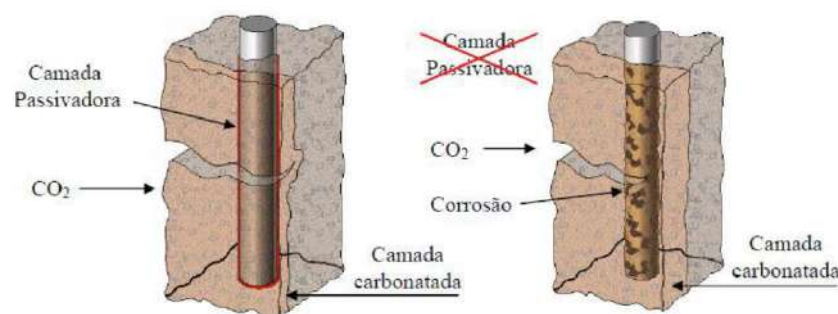
Por causa do hidróxido de cálcio o concreto possui um pH mais alcalino, na ordem de 12,5. Porém o concreto tem seu pH reduzido para valores abaixo de 9,0 quando esse hidróxido de cálcio se transforma em um carbonato de cálcio. Dependendo da profundidade dessa carbonatação na armadura, a película que reveste o aço acaba perdendo a sua influência passiva e isso acaba gerando a corrosão (TUTIKIAN, *et al.* 2019).

Os fatores que influenciam a carbonatação do concreto podem ser divididos em duas categorias: externos, como a concentração de CO_2 , a incidência de chuvas, a umidade relativa do ar e o clima e; internos, como a relação água cimento, resistência a compressão e outros.

O nível de carbonatação também é afetado pelas condições do meio ambiente. Ela ocorre de forma mais rápida em ambientes mais secos ou ambientes com ciclo molhado/seco. Portanto, isso acontece mais rapidamente em banheiros, cozinhas e estacionamentos em comum para diversas lojas onde os níveis de dióxidos de carbono são maiores devido as fumaças de exaustores (BROOMFIELD, 2003).

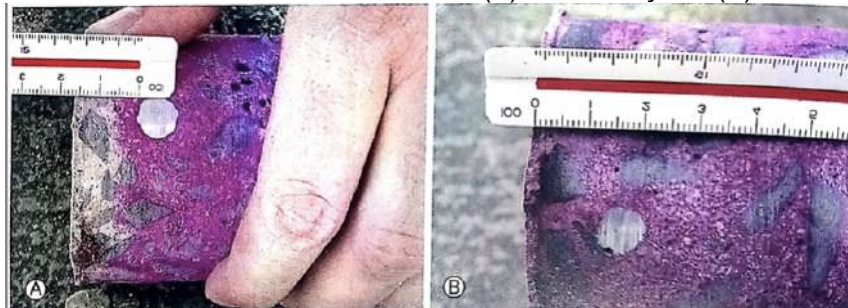
Quando um concreto é bem executado, e tem uma baixa relação água-cimento, a profundidade de carbonatação, durante o primeiro ano de vida não deve variar muito. Com isso, a não ser que o concreto seja de uma qualidade inferior ou tenha cobrimento insuficiente, a carbonatação não acarretará problemas muito sérios à armadura.

Figura 21 – Demonstração do processo de corrosão por carbonatação



Fonte: BAZAN, 2014

Figura 22 – Concreto da camada de cobrimento (A) carbonatação e (B) não carbonatado



Fonte: TUTIKIAN, et al. (2019)

b) Agentes agressivos

A corrosão localizada refere-se a um ataque intermediário entre a corrosão uniforme e a corrosão por pites. O desgaste é gerado em zonas mais ou menos extensas do elemento que são anódicas em relação às outras zonas, uma das razões para que isso aconteça pode ser a mudança ou a

heterogeneidade de composição química do material ou do eletrólito que está envolta dele (FIGUEIREDO, 2012).

Quando se fala na corrosão por pites, o ataque acontece nas zonas mais ativas do que o resto da superfície, as zonas discretas do elemento. Isso acontece nos casos em que as ações de contaminantes possuem a capacidade de romper a capa passiva em determinados pontos, como é a situação dos cloretos (FIGUEIREDO, 2012).

Segundo Salles Neto (2020), no concreto armado a presença de íons cloreto pode acontecer de duas formas, interna ou externa. Na contaminação interna aditivos inadequados ou agregados são misturados acidentalmente, durante a preparação do concreto, com águas contaminadas; nos casos de contaminação externa os íons penetram o concreto através de seus poros e ficam firmados na superfície das armaduras.

Figura 23 – Demonstração do processo de corrosão por íons de cloreto



Fonte: CLUBE DO CONCRETO, 2013

Figura 24 – Corrosão na armadura



Fonte: GROSSI, 2017

5.2.4 Ninhos ou nichos

Os ninhos são falhas decorrentes da má execução no lançamento do concreto líquido que gera vazios e a fragmentação dos materiais na estrutura endurecida, também é conhecido como vazios de concretagem (BATISTA E XIMENES, 2021).

Eles podem ter origens variadas, como: baixa trabalhabilidade do concreto devido ao fator água/cimento ser reduzido; alta densidade de armaduras ou um agregado de grande diâmetro e; má execução do lançamento e vibração do concreto.

De acordo com um estudo realizado por Dal Molin (1988), os ninhos de concretagem eram a segunda maior causa para os problemas relacionados a corrosão de armaduras.

Figura 25 – Ninhos de concretagem



Fonte: Cimento Itambé

Figura 26 – Ninhos de concretagem em corpo de prova



Fonte: Terminologias arquitetônicas, 2013

5.2.5 Eflorescência

Segundo Rosello 1976, Eflorescências são manchas de sais solúveis que precipitaram na superfície ou camadas mais externas dos revestimentos que comprometem a aparência estética e colaboram com a separação do revestimento. A fim de que esse fenômeno ocorra, três fatores são necessários e precisam ocorrer de forma simultânea, a existência de sais solúveis, água e pressão hidrostática para garantir o transporte da solução.

Elas são geradas por sais solúveis, mas também podem ser produzidas por sulfatos, nitratos e cloretos. As fontes de eflorescência nos revestimentos acontecem devido a materiais com argamassa ou de fontes externas, como dos blocos cerâmicos ou do próprio solo, gerado por problemas na impermeabilização.

Segundo Silveira *et al.* (2002), o mecanismo de formação das eflorescências se dá do seguinte modo:

- a) Dissolução e transporte de sais solúveis presentes nos materiais de construção ou provenientes do solo, pela água presente ou surgida no interior dos revestimentos e dos seus suportes;
- b) Migração da água com os sais dissolvidos, através dos poros dos materiais, até ao paramento do revestimento;
- c) Evaporação superficial da água, cristalizando com aumento de volume os sais que tinha dissolvidos.

A manifestação dessas manchas frequentemente é em flocos cristalinos de aspecto pulverulento e com cor esbranquiçada, elas são facilmente solúveis em água. Em casos mais incomuns, películas transparentes são desenvolvidas e essas apresentam maior dificuldade para se diluírem na água. Suas extensões e medidas são inconstantes, podendo se apresentar em forma de grandes áreas com tonalidades onduladas ou em pequenas estruturas com aparência irregular (SILVEIRA *et al.*, 2002).

Em um estágio avançado na etapa de deterioração, é comum o surgimento de gizamento do adorno, fissuração ou ter perda de aderência, também é possível perceber, através de uma dilatação diferencial na espessura da camada de revestimento externo, a formação de saliências e o empolamento da base do revestimento. Esse sintoma é gerado a partir da exposição da exposição a longo prazo sofrida pelo elemento, juntamente com a cristalização

de sais, é essa circunstância que provoca as tensões na ligação do revestimento com a estrutura e que pode levar, conseqüentemente, ao desprendimento parcial do revestimento (SILVEIRA *et al.*, 2002).

Como é necessário a presença de água para que sejam formadas as eflorescências, a primeira medida corretiva é a eliminação da infiltração da umidade.

Figura 27 – Lixiviação



Fonte: SALLES NETO, 2020 (notas de aula)

Figura 28 – Lixiviação



Fonte: SALLES NETO, 2020 (notas de aula)

5.2.6 Revestimento Cerâmico

O acabamento de qualquer empreendimento e o revestimento cerâmico atuam de forma interligada no papel que eles operam no conjunto. Fora terem uma função estética, dentro dos benefícios do revestimento cerâmico tem também a alta durabilidade e resistência superficial.

O revestimento cerâmico pode ser tanto interno como externo (nas fachadas) da edificação, é importante que seja feita uma escolha apropriada do

material de acordo com o seu uso. O revestimento escolhido para a fachada sofre grandes variações térmicas e é exposto ao sol, então é necessário que seja escolhido um material mais resistente e adequado. Ainda sim é importante observar outros fatores, além da cerâmica utilizada, como a qualidade da argamassa de assentamento, a qualidade do rejunte e cuidado na execução das juntas.

5.2.6.1 Fissuras e trincas

As fissuras e as trincas demonstram a perda de integridade da superfície daquele elemento cerâmico e pode causar o deslocamento daquela peça com a base. As fissuras são caracterizadas por aberturas inferiores a 1mm; enquanto as trincas são aberturas superiores a 1mm (SALLES NETO, 2020). Elas podem ser ocasionadas por movimentações horizontais e verticais ou pela ausência de vergas e contravergas.

Figura 29 – Fissura trespessante sem descolamento



Fonte: BENTO, 2010

5.2.6.2 Desplacamento

É identificado como o desprendimento, parcial ou total, da cerâmica com a argamassa de assentamento. É originada pela expansão desse preenchimento, gerada por sulfatos presentes em produtos de limpeza, pela umidade contida na própria argamassa, pela concentração de tensões na parede ou por pequenas fissuras locais (BENTO, 2010).

Figura 30 – Desplacamento do revestimento cerâmico

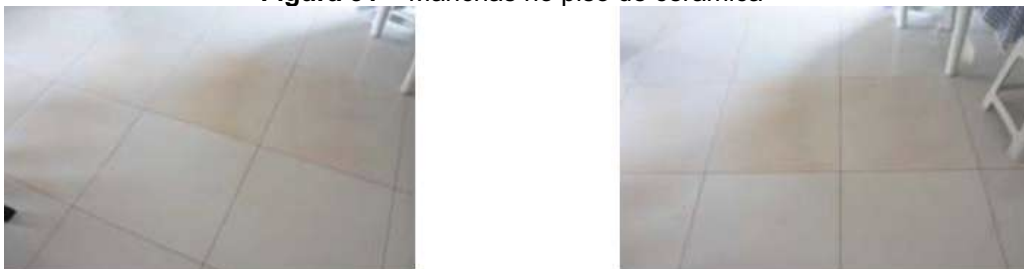


Fonte: Laudo Técnico – CMEI Pequenininos do Cerrado (2019)

5.2.6.3 Manchamento das placas

É a alteração de cor nas placas do revestimento. Ocasionadas por desgaste em locais onde o uso é intenso, por ataques químicos ou pela infiltração (BENTO, 2010). Apesar de causarem desconforto para o usuário, esse sintoma, no geral, não gera nenhum colapso no revestimento.

Figura 31 – Manchas no piso de cerâmica



Fonte: SALLES NETO, 2020 (notas de aula)

5.2.6.4 Deterioração do rejunte

As juntas no revestimento cerâmico têm o objetivo de absorver choques mecânicos e deformações, não permitir a passagem de sujeiras para o substrato e a estanqueidade da água na camada de acabamento. As manifestações dessa deterioração no rejunte são ocasionadas, geralmente, pela perda da estanqueidade e do envelhecimento do produto (SALLES NETO, 2020).

Figura 32 – Possível falha na argamassa de rejunte



Fonte: Laudo Técnico – CMEI Ana Luíza (2019)

5.2.6.5 Eflorescência

É caracterizada por manchas esbranquiçadas na superfície dos ladrilhos. É causada pela cristalização de sais solúveis, que foram transportados para a camada externa, muitas vezes resultantes da umidade na argamassa de assentamento ou do próprio uso da edificação (BENTO, 2010).

Figura 33 – Eflorescência no revestimento



Fonte: SALLES NETO, 2020 (notas de aula)

5.2.7 Juntas

Os elementos de concreto estão sujeitos a tensões causadas pela retração do concreto, dilatações por variações térmicas ou empenamento das placas. Para prevenir que haja fissuras, deslocamento na superfície ou infiltrações (quando não executado de forma correta) e para aumentar a vida útil

do elemento, é necessário que sejam feitas as juntas de dilatação ou movimentação (FERREIRA, 2013).

As juntas de dilatação servem para separar e permitir movimentação entre duas partes de uma estrutura, fazendo com que não haja transmissão de esforços entre as partes, devido a fluência, retração e variação de temperaturas (BENTO, 2010).

Figura 34 – Falta de continuidade na junta de dilatação



Fonte: Laudo Técnico – Escola de Tempo Integral (2018)

Figura 35 – Não aplicação de rejunte na junta



Fonte: Laudo Técnico – Escola de Tempo Integral (2018)

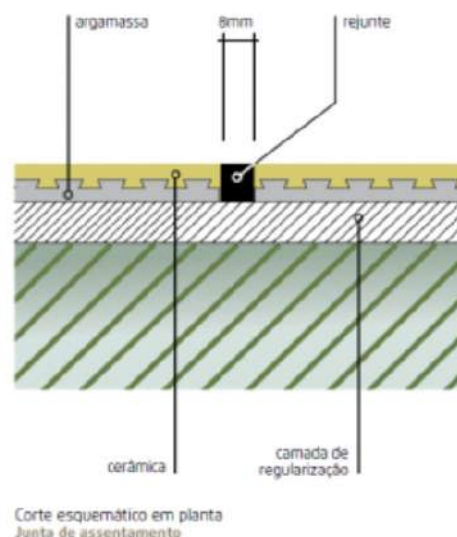
A NBR 13755:1996, Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – procedimento, traz a especificação de como deve ser feito o projeto de juntas e como são classificadas em quatro categorias, apesar que duas possuem a mesma definição.

As juntas de assentamento são comumente encontradas em revestimentos cerâmicos, permitindo o movimento das placas cerâmicas quando estas sofrem algum tipo de dilatação devido a temperatura. Para este tipo de junta o espaço feito é pequeno e superficial e são preenchidas com rejunte regular.

Segundo a NBR 13755:1996, as juntas de movimentação e dessolidarização são um espaço regular que separa o revestimento com o objetivo de aliviar as tensões que são ocasionadas pelas movimentações, sejam da base ou do próprio revestimento. Para estas juntas, o espaço é mais largo do que das juntas de assentamento, e sua profundidade se estende até a base seja de alvenaria ou de concreto, além disso elas são preenchidas com selante mais material de enchimento, como espumas de tarucel.

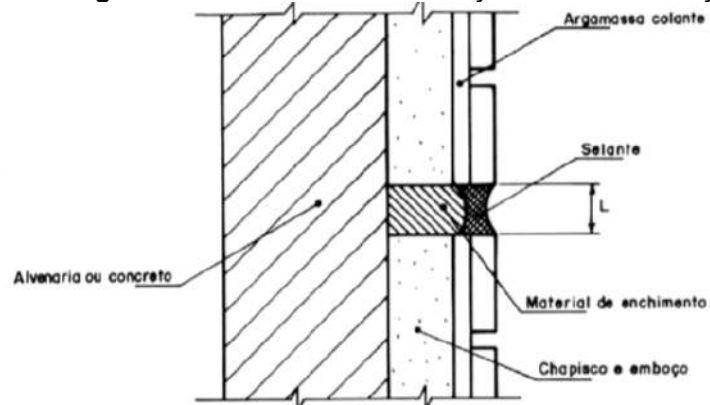
As juntas de dilatação ou juntas estruturais, também tem o objetivo de aliviar as tensões geradas pelas movimentações, porém nesse caso das estruturas de concreto. Nestas juntas, esse espaço já é previsto previamente e feito no momento da concretagem, tendo sua profundidade equivalente a extensão da placa de concreto. Ela é preenchida superficialmente com mastique e a espuma de tarucel, e ao longo da sua extensão fica vazia, como mostrado na figura 42.

Figura 36 – Juntas de assentamento



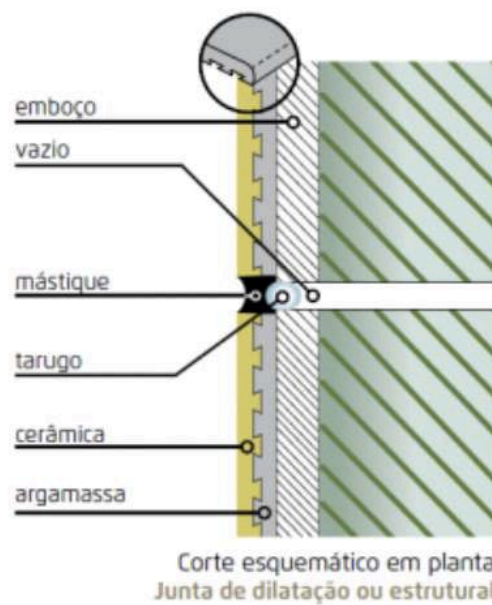
Fonte: Gail Arquitetura, 2019

Figura 37 – Juntas de movimentação e dessolidarização



Fonte: NBR 13755 (1996)

Figura 38 – Juntas estruturais



Fonte: Gail Arquitetura, 2019

6 METODOLOGIA

Neste capítulo são apresentados os procedimentos de escolha das amostras e as formas de análises das patologias encontradas.

Dito isto, para que seja feito esse estudo, torna-se necessário uma organização e ordenação das etapas a serem estudadas. Sendo assim, será proposto o planejamento das etapas metodológicas para a realização do presente trabalho, sendo apresentado as formas utilizadas para a análise a ser realizada dessas amostras e o seu resultado.

Figura 39 – Mapa de desenvolvimento



Fonte: Autor

6.1 Identificação da amostra

A amostra foi montada a partir de relatórios técnicos de manifestações patológicas realizados em 15 obras públicas, efetuados no período de 2018 e 2019, na cidade de Palmas – TO e duas regiões próximas: Porto Nacional e Taquaruçu.

Neste trabalho, as obras catalogadas se referem às estruturas construídas em concreto armado convencional. Esses relatórios foram analisados a fim de esclarecer quais os danos físicos mais comuns a todas essas obras e qual a causa delas.

6.1.1 ETI Almirante Tamandaré

a) Localização da edificação

Endereço Oficial: ARSE 132, APM 37, 38,39 e 40, Alameda 01

Cidade: Palmas-TO

Bairro: Plano Diretor Sul

O edifício em estudo é de uso público, com finalidade educacional.

Figura 40 – ETI Almirante Tamandaré



Fonte: Adaptado do Google Earth (2021)

6.1.2 Escola Estadual Professora Elizângela Glória Cardoso

a) Localização da edificação

Endereço Oficial: Quadra 401 Sul, avenida NS1, conjunto 2, lote 11

Cidade: Palmas – TO

Bairro: Plano Diretor Sul

O edifício em estudo é de uso público, com finalidade educacional.

Figura 41 – Escola Estadual Elizângela Glória Cardoso



Fonte: Adaptado do Google Earth (2021)

6.1.3 Blocos 16 e 17 do Instituto Federal do Tocantins – *Campus Palmas*

a) Localização da edificação

Endereço Oficial: Quadra 310 Sul, Lo 5, s/n

Cidade: Palmas – TO

Bairro: Plano Diretor Sul

O edifício em estudo é de uso público, com finalidade educacional.

Figura 42 – Instituto Federal do Tocantins - Blocos 16 e 17



Fonte: Adaptada do Google Earth (2021)

6.1.4 Centro Comunitário

a) Localização da edificação

Endereço Oficial: Quadra 1.306 Sul, APM 26, Alameda 17 A, s/no

Cidade: Palmas – TO

Bairro: Plano Diretor Sul

O edifício em estudo é de uso público, com finalidade social.

Figura 43 – Centro comunitário



Fonte: Adaptado do Google Earth (2021)

6.1.5 CMEI Pequeninhos do Cerrado

a) Localização da edificação

Endereço Oficial: Quadra 1.306 Sul, APM 26, Alameda 17 A, s/no

Cidade: Palmas – TO

Bairro: Plano Diretor Sul

O edifício em estudo é de uso público, com finalidade educacional.

Figura 44 – CMEI Pequeninhos do Cerrado



Fonte: Adaptado do Google Earth (2021)

6.1.6 Biblioteca João Paulo II – Instituto Federal do Tocantins – *Campus Palmas*

a) Localização da edificação

Endereço Oficial: Quadra 310 Sul, Av NS 10, S/N

Cidade: Palmas – TO

Bairro: Plano Diretor Sul

O edifício em estudo é de uso público, com finalidade educacional.

Figura 45 – Instituto Federal do Tocantins



Fonte: Adaptada do Google Earth (2021)

6.1.7 Fórum da Comarca de Porto Nacional

a) Localização da edificação

Endereço Oficial: Av. Gabriel José de Almeida, 1397

Cidade: Porto Nacional – TO

Bairro: Jardim Brasília

O edifício em estudo é de uso público, destinado às atividades do Poder Judiciário.

Figura 46 – Fórum de Porto Nacional



Fonte: Adaptada do Google Earth (2021)

6.1.8 Prédio Sede da Promotoria de Justiça de Porto Nacional

a) Localização da edificação

Endereço Oficial: Via Anel Viário – Vila Militar

Cidade: Porto Nacional – TO

Bairro: Setor Aeroporto

O edifício em estudo é de uso público, destinado às atividades do Poder Judiciário.

Figura 47 – Prédio Sede da promotoria de Justiça de Porto Nacional



Fonte: Adaptada do Google Earth (2021)

6.1.9 Subprefeitura de Luzimangues – Porto Nacional

a) Localização da edificação

Endereço Oficial: Rua Porto Nacional - Orla Oeste, APM 01 e 02

Cidade: Porto Nacional – TO

Bairro: Luzimangues

O edifício em estudo é de uso público, destinado às atividades do Poder Judiciário.

Figura 48 – Subprefeitura de Luzimangues – Porto Nacional



Fonte: Adaptada do Google Earth (2021)

6.1.10 CMEI João e Maria

a) Localização da edificação

Endereço Oficial: Quadra 305 Sul, QI. 10, APM 04 e parte da APM 03, Rua 03 (antiga ARSO 32)

Cidade: Palmas – TO

Bairro: Plano Diretor Sul

O edifício em estudo é de uso público, com finalidade educacional.

Figura 49 – CMEI João e Maria



Fonte: Adaptada do Google Earth (2021)

6.1.11 Unidade Básica de Saúde – Unidade de Taquaralto

a) Localização da edificação

Endereço Oficial: Rua P-05, Quadra I (Área Institucional), Taquaralto

Cidade: Palmas – TO

Bairro: Taquaralto

O edifício em estudo é de uso público, com finalidade assistencial de saúde.

Figura 50 – Unidade Básica de Saúde



Fonte: Adaptada do Google Earth (2021)

6.1.12 Unidade Básica de Saúde – Unidade 1304 Sul

a) Localização da edificação

Endereço Oficial: Quadra ARSE 131, alameda 11

Cidade: Palmas – TO

Bairro: Plano Diretor Sul

O edifício em estudo é de uso público, com finalidade assistencial de saúde.

Figura 51 – Unidade Básica de Saúde – Unidade 1304 Sul



Fonte: Adaptada do Google Earth (2021)

6.1.13 Escola de Tempo Integral – Setor Bertaville

a) Localização da Edificação

Endereço Oficial: Avenida Antônio Sampaio, APPM 07

Cidade: Palmas – TO

Bairro: Setor Bertaville

O edifício em estudo é de uso público, com finalidade educacional.

Figura 52 – Escola de Tempo Integral – Setor Bertaville



Fonte: Adaptado do Google Earth (2021)

6.1.14 CMEI Ana Luísa

a) Localização da edificação

Endereço Oficial: Avenida Antônio Sampaio, APPM 07

Cidade: Palmas – TO

Bairro: Taquaruçu

O edifício em estudo é de uso público, com finalidade educacional.

Figura 53 – CMEI Ana Luísa



Fonte: Adaptada do Google Earth (2021)

6.1.15 Prédio da CAPS

a) Localização da edificação

Endereço Oficial: ARNO 12, APM 08

Cidade: Palmas – TO

Bairro: Plano Diretor Norte

O edifício em estudo é de uso público, com finalidade de fornecer serviços de saúde à comunidade.

Figura 54 – Prédio da CAPS III



Fonte: Adaptado do Google Earth (2021)

6.2 Análise da amostra

Nessa etapa foi realizado o mapeamento das anomalias apresentadas em cada um dos relatórios individualmente. Então será feito o diagnostico de quais são as patologias que se apresentam de forma recorrente entre as análises.

Para isso, foram utilizadas planilhas, para se obter o resultado, e gráficos a fim de ilustrar a frequência das principais alterações nas estruturas.

6.3 Identificação da etapa construtiva

A partir dos resultados obtidos na análise anterior, foi realizado uma análise de qual a provável etapa de construção de que aquela manifestação foi originada. Essa identificação ocorreu através de gráficos e mapas, utilizando uma planilha eletrônica.

O objetivo de ser apresentado dessa forma é para que seja uma forma dinâmica e de fácil acesso, permitindo que os responsáveis consigam compreender o que necessita ser corrigido e a melhor forma de fazê-lo.

6.4 Resultados

A partir dos resultados obtidos na análise anterior, foi realizado uma análise de qual a provável etapa de construção de que aquela manifestação foi originada.

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1 Manifestações patológicas

A partir dos relatórios técnicos que foram estudados, foi realizado a coleta e quantificação das manifestações presentes em cada uma das obras apresentadas anteriormente. Com essa coleta as manifestações foram classificadas de acordo com o sistema em que ela aparece, seja uma série de fissuras, problemas no revestimento cerâmico ou de pintura ou nas juntas, entre outros. Baseado nessas informações, foi criado o quadro apresentado no Anexo A.

Como demonstrado no anexo A, o total de manifestações encontradas nas 15 obras foi de 1035. A obra com o menor índice apresentou um número de 20 manifestações, enquanto a de maior índice apresentou 132 manifestações. Percebe-se nesse resultado uma variação muito grande, principalmente quando é considerado que todas essas obras foram analisadas no mesmo período e que todas possuem menos de 5 anos de entregues e finalizadas.

Outra informação que se pode observar ainda nesse quadro é que a maior manifestação encontrada nas obras é a apresentação de fissuras, seguido por manifestações no revestimento de pintura, salvo duas obras que apresentam o resultado inverso, sendo elas a obra do CMEI Pequeninos do Cerrado e a Escola de Tempo Integral no setor Bertaville.

Em 6 gráficos algumas obras foram retiradas pois não havia manifestações daqueles sistemas a serem consideradas, como é o caso dos seguintes sistemas: Infiltrações, juntas, corrosão, parte elétrica e hidrossanitária e esquadrias.

Nos gráficos abaixo estão representadas as porcentagens de manifestações patológicas em cada sistema de acordo com as obras.

Obra A: ETI Almirante Tamandaré

Obra B: Escola de Tempo Integral

Obra C: IFTO campus Palmas – blocos 16 e 17

Obra D: Prédio sede Promotoria de Justiça – Porto Nacional

Obra E: Fórum de Porto Nacional

Obra F: Subprefeitura de Luzimangues – Porto Nacional

Obra G: Prédio da CAPS

Obra H: CMEI Ana Luíza - Taquaruçu

Obra I: CMEI – Pequeninos do Cerrado

Obra J: Biblioteca João Paulo II – IFTO campus Palmas

Obra K: Escola de Tempo Integral – Setor Bertaville

Obra L: CMEI 305 sul

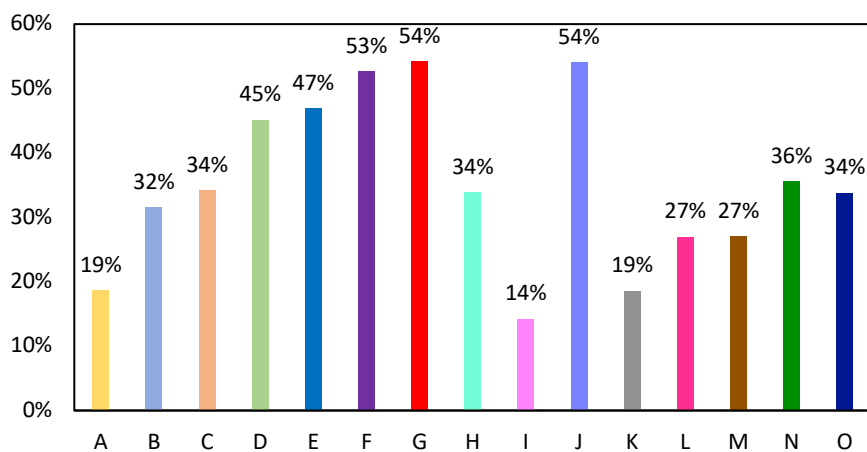
Obra M: Unidade Básica de Saúde – Taquaralto

Obra N Unidade Básica de Saúde – 1304 sul

Obra O: Prédio sede PREVI Palmas

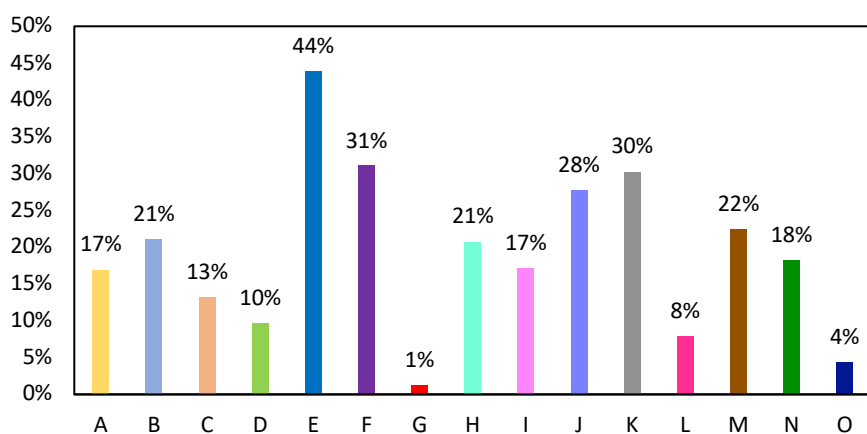
O valor total da porcentagem demonstrada nos gráficos abaixo faz referência ao valor de manifestações totais por obra, também demonstrados no anexo B.

Gráfico 3 – Fissuras x Obras



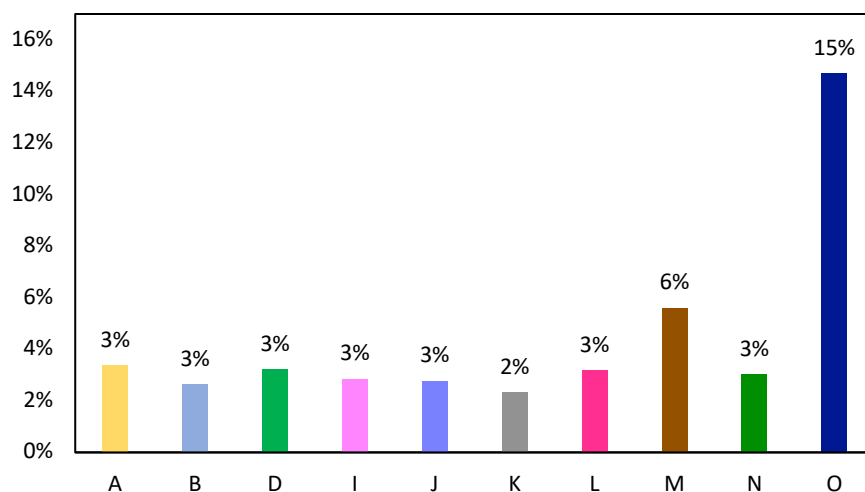
Fonte: Pelo autor

Gráfico 4 – Revestimento de Pintura x Obras



Fonte: Pelo autor

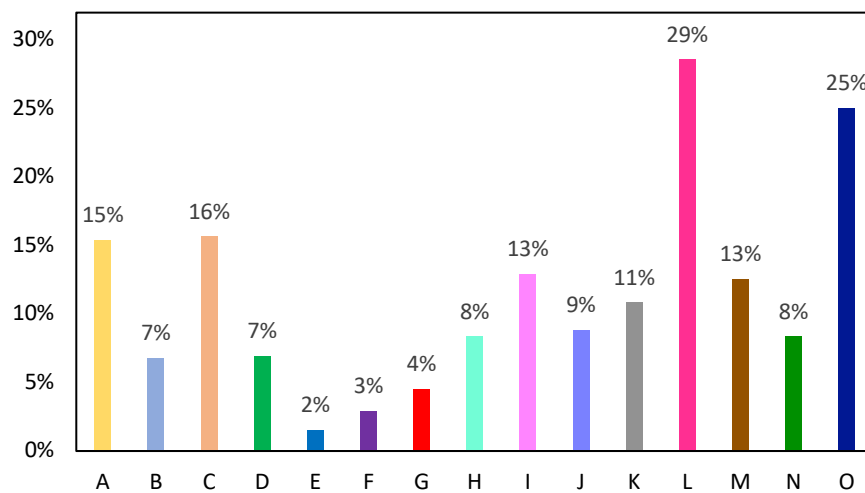
Gráfico 5 – Infiltrações x Obras



Fonte: Pelo autor

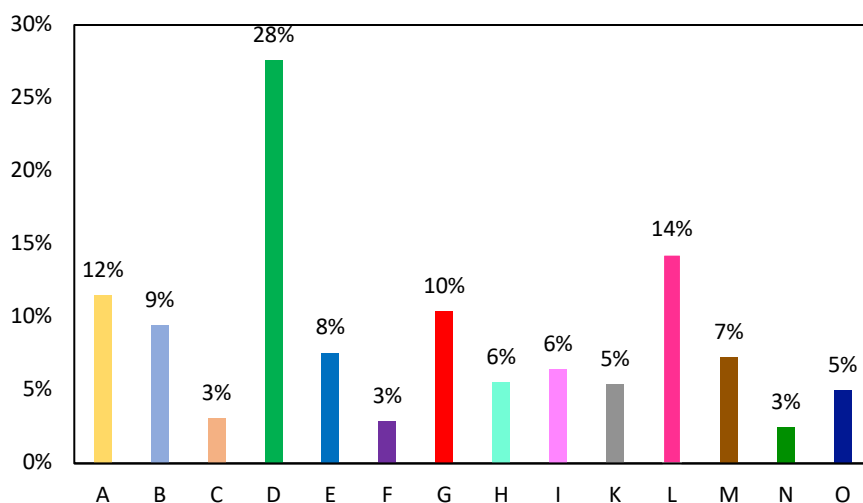
Neste gráfico foram retiradas as obras C, E, F, G e H, pois o índice de incidência dessa manifestação nessas obras foi nulo.

Gráfico 6 – Revestimento cerâmico x Obras



Fonte: Pelo autor

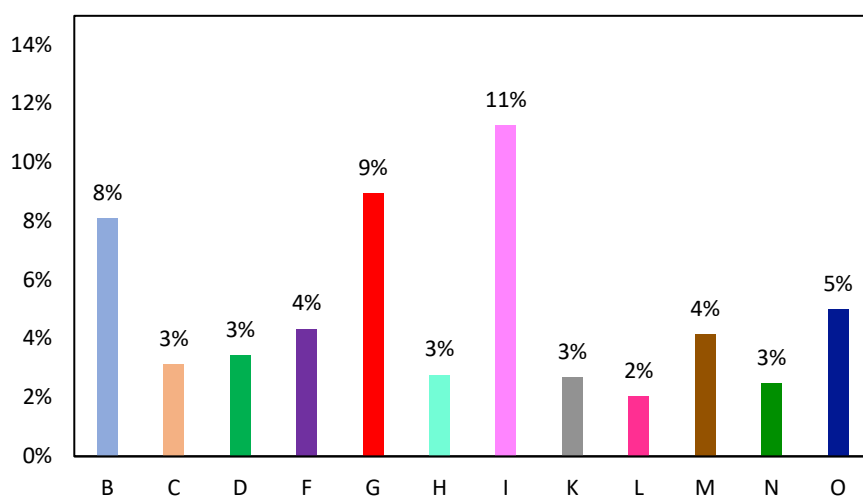
Gráfico 7 – Juntas x Obras



Fonte: Pelo autor

Neste gráfico fora retirada a obra J, pois o índice de incidência dessa manifestação nessa obra foi nulo.

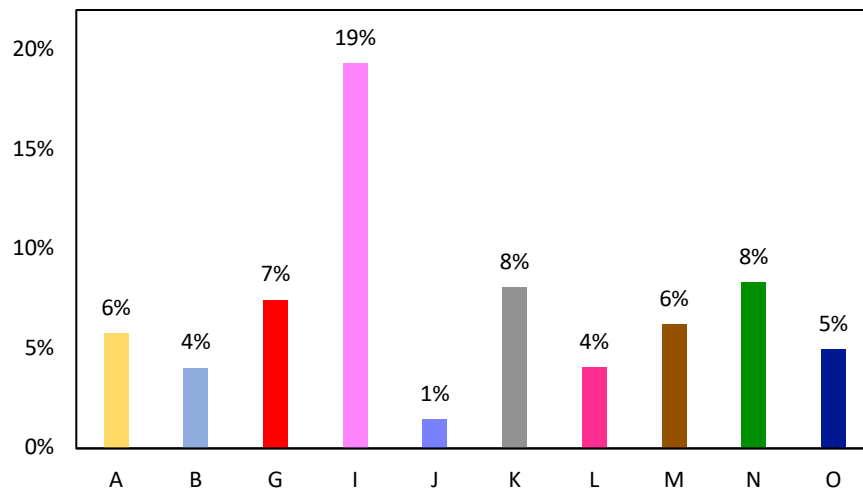
Gráfico 8 – Corrosão x Obras



Fonte: Pelo autor

Neste gráfico foram retiradas as obras A, E e J, pois o índice de incidência dessa manifestação nessas obras foi nulo.

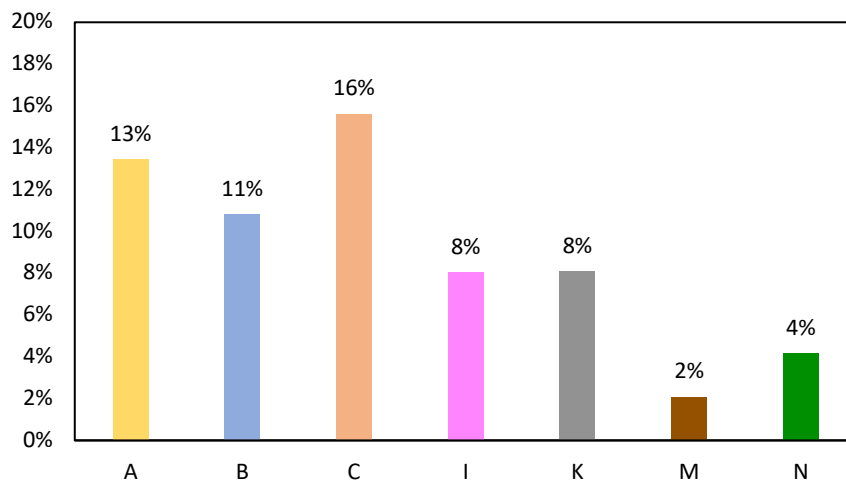
Gráfico 9 – Sistema elétrica X Obras



Fonte: Pelo autor

Neste gráfico foram retiradas as obras C, D, E, F e H, pois o índice de incidência dessa manifestação nessas obras foi nulo.

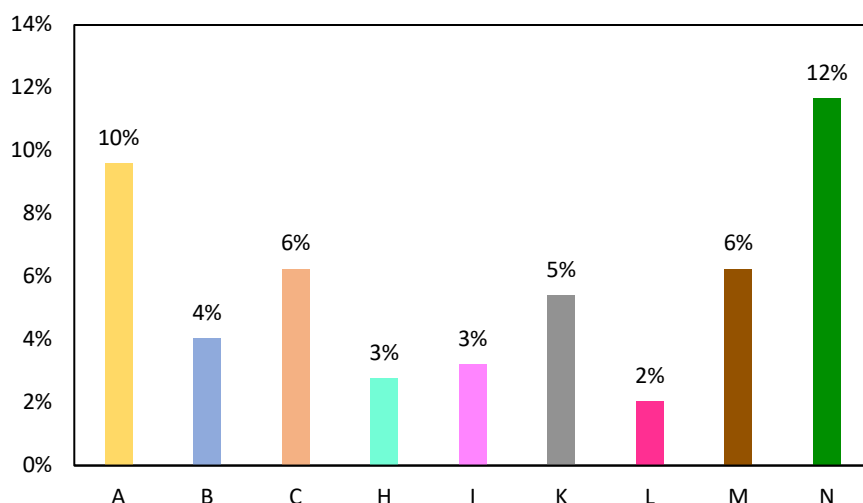
Gráfico 10 – Sistema hidrossanitário X Obras



Fonte: Pelo autor

Neste gráfico foram retiradas as obras D, E, F, G, H, J, L e O, pois o índice de incidência dessa manifestação nessas obras foi nulo.

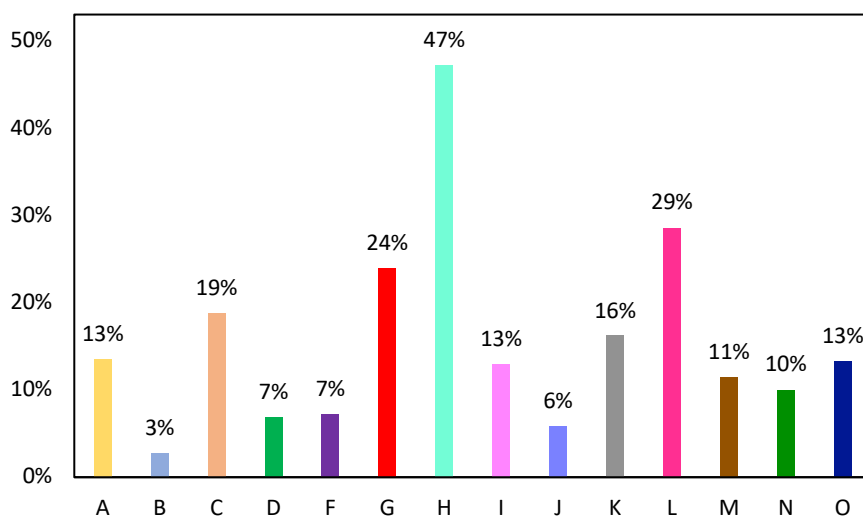
Gráfico 11 – Esquadrias X Obras



Fonte: Pelo autor

Neste gráfico foram retiradas as obras D, E, F, G, J e O, pois o índice de incidência dessa manifestação nessas obras foi nulo.

Gráfico 12 – Outros X Obras



Fonte: Pelo autor

Neste gráfico fora retirada a obra E, pois o índice de incidência dessa manifestação nessa obra foi nulo.

Outras manifestações que não se enquadram nos sistemas acima, foram consideradas nesse quadro, como má execução de calha, recalque de pisos intertravados, ausência de blocos dos pisos intertravados, peitoril danificado, extintor sem abrigo, descolamento de contramarco, divergências de projeto, trincas em fachadas de vidro, entre outros.

Com base nos anexos A e B, foi possível fazer a tabela 1, apresentada abaixo.

Tabela 1 – Percentual total de manifestações patológicas

SISTEMA	FREQUÊNCIA ABSOLUTA	FREQUÊNCIA RELATIVA (%)
Fissuras	368	36%
Revestimento de pintura	199	19%
Infiltrações	32	3%
Revestimento cerâmico	98	9%
Juntas	64	6%
Corrosão	37	4%
Elétrico	48	5%
Hidrossanitário	35	3%
Esquadrias	36	3%
Outros	118	11%
TOTAL	1035	100%

Fonte: Pelo autor

Nessa tabela foi obtido o valor total de manifestações, das 15 obras, de acordo com os sistemas em que elas são apresentadas. Por meio dessa tabela vemos que de fato a maior manifestação que é apresentada são as fissuras (36%), seguida por manifestações nos revestimentos, de pintura (19%) e cerâmicos (9%).

Ainda considerando a análise das manifestações, pode-se perceber que dentro das fissuras e dos problemas relacionados aos revestimentos uma grande parte se devia a problemas originados com infiltração indireta. Considerando esse diagnóstico, foi feito o mapeamento dentro das incidências de fissuras e revestimentos de quais estavam sendo causados por infiltrações. As informações encontradas estão expostas nos anexos C e D, a partir desses quadros, vemos que todas as obras possuem esse problema, e que 6 das 15 obras, com porcentagem acima de 50%, mostrando a infiltração como maior causa que gera incidência de fissuras e manifestações nos revestimentos de pintura.

Além dessas informações, foi feito o resumo de todas essas manifestações relacionadas a infiltração e o número total de fissuras e manifestações na pintura com relação ao número total de problemas encontrados.

Tabela 2 – Incidência de infiltração comitente com fissuras e manifestações patológicas em revestimentos de pintura

SISTEMA/ MANIFESTAÇÃO	TOTAL	ENCONTRADO	FREQUÊNCIA RELATIVA
Fissuras	368	101	27%
Manifestações em Revestimentos de pintura	199	192	96%

Fonte: Pelo autor

Essa última tabela relacionada a infiltração mostra que mais de 95% das manifestações nos revestimentos de pintura estão relacionadas a infiltração e quase 30% nas fissuras também. Essa informação é essencial para entendermos o quanto é necessário realmente fazermos uma boa impermeabilização e tomar cuidado na hora da execução de esquadrias e áreas molhadas, ou áreas onde pode haver passagem de água, como shafts.

Outra análise feita foi relacionada a classificação das fissuras, se foram causadas por movimentações térmicas, higroscópicas ou sobrecargas. Essa relação é apresentada nas tabelas 3 e 4 dos Anexos F e G.

Como mostrado, a causa mais frequente para a formação de fissuras, em primeiro lugar são as movimentações higroscópicas (27%), ocasionadas por infiltrações; em segundo lugar, as movimentações térmicas (21%), em empate no terceiro lugar foi encontrado as causas por sobrecargas e retração de argamassa/concreto (11%); fissuras devido a recalques no solo (2%) e; outros (23%), nesse ponto entram fissuras que não foram identificadas, fissuras por gretamento, fissuras geradas por falta de encunhamento ou por falta de uso de tela metálica.

7.2 Origem das manifestações

Então, com todas as manifestações catalogadas, foi feito o mapeamento origem das manifestações. Esse mapeamento está representado no anexo E.

Segundo o mapeamento, o maior número de incidências foi ocasionado na etapa de execução, onde, das 1035 manifestações, teve 921 manifestações. O resumo total do número de manifestações com as etapas está representado na tabela 5 abaixo.

Tabela 3 – Origem das manifestações patológicas.

ETAPA	FREQUÊNCIA	FREQUÊNCIA RELATIVA
Execução	921	89%
Projeto	66	6%
Uso	29	3%
Material	19	2%
TOTAL	1035	100%

Fonte: Pelo autor

8 CONCLUSÃO

Diante de todas as análises feitas aos laudos disponíveis, é possível ver que nessas obras recentes, o número de manifestações patológicas encontrado foi bem alto, com um total de 1035 ocorrências.

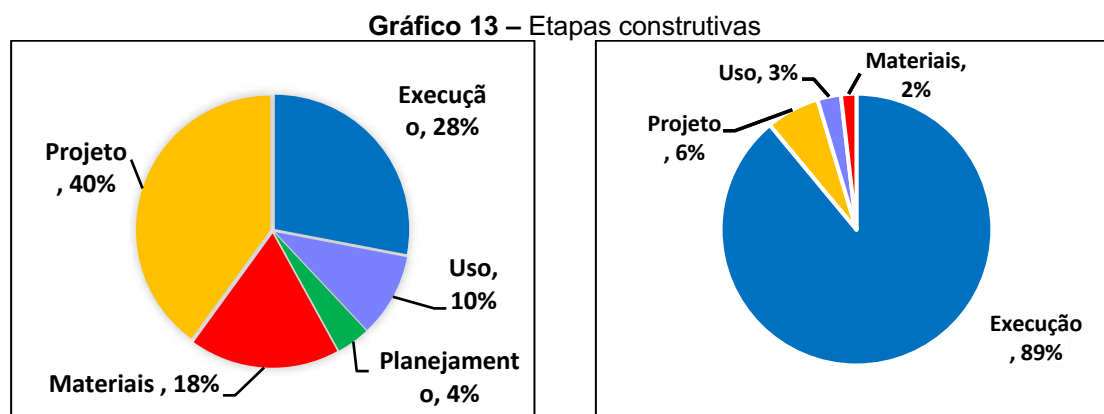
As manifestações que foram mais incidentes nesses laudos, foram as fissuras (36%), manifestações em revestimentos de pintura (19%) e outros problemas como má execução de sistemas ou divergências de projeto, entre outros (11%).

Dentro das fissuras, as manifestações que mais se destacaram são as fissuras higroscópicas e; as fissuras por movimentações térmicas. Esse resultado mostra um aspecto interessante, principalmente quando é analisado o clima na cidade de Palmas – TO, a cidade é caracterizada por dois períodos predominantes, de 6 meses de chuvas intensas e 6 meses de “seca”, onde a temperatura mais alta atingida já chegou em 43° graus. Possivelmente esse é um dos motivos para as ocorrências nessas causas específicas, é importante na hora do planejamento e do projeto que esses pontos sejam levados em consideração para que haja uma redução dessas manifestações.

Também, nas manifestações em revestimentos de pinturas, através dos resultados obtidos, percebemos que a maior causa para que eles ocorram é de fato a infiltração. Outra vez podemos ver a influência do clima de forma direta nas ocorrências, para os revestimentos, é necessário que os sistemas que vão receber essa superfície sejam bem executados, além disso, é preciso que os materiais a serem utilizados possam ser os corretos para cada tipo de ambiente e de exposição a que o sistema está suscetível.

Considerando que as maiores manifestações ocorreram nos sistemas de fissuras e revestimentos e foram gerados por infiltrações ou má de execução de sistemas e; que entre as etapas de construção a que mais teve erros em sua origem foi a de execução, possivelmente o motivo para tantas manifestações tão cedo na entrega e finalização das obras está relacionado com o descaso e má execução de sistemas, talvez até um erro de fiscalização ou planejamento por parte da equipe de engenharia da obra, enquanto esses sistemas estão sendo realizados. Por isso é indispensável que haja uma boa comunicação e fiscalização por parte da equipe de execução e da equipe de engenharia, durante todo o processo de construção de cada etapa dos sistemas.

Além disso, foi feita uma comparação com os dados usados mais cedo nesse trabalho, baseados nas pesquisas de Helene, 2003. Abaixo está representado a comparação entre os gráficos de acordo com sua origem na etapa de construção.



Fonte: Adaptado pelo autor de Grunau (1981) apud Helene (2003)

Esse gráfico apresentado por Helene (2003), remete a obras civis em estruturas de concreto, enquanto o estudo presente nesse trabalho foi feito para estruturas de concreto em obras públicas. Uma coisa que é importante analisar é o período em que essas análises foram feitas, em questão de tempo de construção, pois provavelmente essas obras já estavam com um prazo superior a 5 anos que foram entregues e finalizadas e o fato que a região em que elas foram analisadas também é diferente, tanto pelo clima como na questão de solo.

Mesmo com essas diferenças, foi utilizado como base para a comparação e a partir deles, pode-se perceber uma mudança relacionada a etapa com mais erros em sua origem, pelos resultados encontrados neste trabalho, é a de execução (89%), seguido pela etapa de projeto (6%), então uso (3%) e materiais (2%). A etapa de planejamento não foi considerada, uma vez que este trabalho tem como base relatórios técnicos de manifestação patológica de obras finalizadas e entregue, portanto, não foi acompanhado a parte de planejamento das obras analisadas.

Assim o resultado encontrado mostra que a etapa de projeto diminuiu o índice de falhas, enquanto a de execução teve um aumento em mais de 3x. Isso pode ser resultado das exigências mais rigorosas em cima dos projetos, e uma possível falta de fiscalização na etapa de execução dos sistemas, como já mencionado acima. Além da diminuição considerável nas etapas de uso e

manutenção. percebe-se que houve uma alteração na ordem em que elas ocorrem. Isso pode ser justificado pelo fato de que ao longo desses anos, os controles de qualidade dos materiais ficaram ainda mais rigorosos e que as pessoas estão usando as edificações para usos diferentes dos quais elas foram projetadas, fora o fato de possivelmente não cumprirem com as manutenções adequadas para cada sistema.

9 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Deixo como sugestão para trabalhos futuros o acompanhamento e visita a essas obras para que seja feito um relatório das manifestações que foram consertadas pela construtora, uma vez que foram notificadas pelo Tribunal de Contas do Estado. Além disso também pode ser feito uma análise mais profunda das etapas de construção em que essas manifestações tiveram origem. Outra sugestão é revisão das licitações e das entregas das obras, procurando entender se na época de entrega essas manifestações já estavam sendo apresentadas e se ainda sim, foram aceitas na entrega pela fiscalização e pelo cliente.

10 BIBLIOGRAFIA

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: projeto de estruturas de concreto – procedimento. Rio de Janeiro, 2014a.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13755: Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – procedimento. Rio de Janeiro, 1996.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575: edifícios habitacionais – desempenho. Rio de Janeiro, 2013d.

ABRAFATI. **Tintas e Vernizes**: Ciência e Tecnologia. 2 ed. V.2 São Paulo: FIESP, 2005.

ALUCCI, M. P., FLAUZINO, W. D., MILANO, S. **Bolor em edifícios**: causas e recomendações.(1985) In: Tecnologia de Edificações, São Paulo. Pini, IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Coletânea de trabalhos da Divisão de Edificações do IPT. 1988.

ANDRADE, A. A. *et al.* **LAUDO TÉCNICO**: Instituto Federal do Tocantins – campus Palmas [2019]. Laudo técnico (Engenharia Civil). Palmas, 2019. p. 65

ANDRADE, J. J. O. Durabilidade das estruturas de concreto armado: análise das manifestações patológicas nas estruturas no estado de Pernambuco. 1997. p. 139 Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

AZEVEDO, M. T. Patologia das Estruturas de Concreto. In: ISAIA, G. C. (Ed.). Concreto – Ciência e Tecnologia. v.2; São Paulo, 2011.

BATISTA, J. P. L.; XIMENES, R.. Análise de manifestação de patologias em uma edificação: um breve estudo de caso na cidade de Goiânia-GO. **PUC Góias**, Góias, p. 1-15, 6 nov. 2021. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/>.

BAZAN, G.C.G. *Análise do cobrimento e carbonatação em obras de arte especiais no estado de São Paulo*. Trabalho de Conclusão de curso. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo: 2014, 151 p.

BENTO, J. J. J. Patologias em revestimentos cerâmicos colados em paredes interiores de edifícios. Universidade de Porto, Porto, 2010. p. 164.

BERTOLINI, L. **Materiais de construção**. São Paulo: Oficina de texto. 2010. 415p

BORGES, E. C. V. *et al.* **RELATÓRIO ACADÊMICO DE PATOLOGIA E REPARO DAS CONSTRUÇÕES**: Inspeção da garantia da qualidade na obra do Centro Municipal de Educação Infantil (CMEI) de Taquaruçu – CMEI Ana Luíza. [2019]. Laudo técnico (Engenharia Civil) – Instituto Federal do Tocantins, Palmas, 2019. p. 75

BROOMFIELD, J. The Identification and Assessment of Defects, Damage and Decay. *In*: CONCRETE: Building Pathology. 1. ed. United Kingdom: Blackwell Science Ltd, [2003]. v. 2, cap. Chapter 4, p. 140-160.

CARASEK, H. 1996. Aderência de argamassa à base de cimento Portland a substratos porosos: Avaliação dos fatores intervenientes e contribuição ao estudo do mecanismo de ligação. São Paulo, SP. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 285 p.

CHAVES, A. M. V. A. Patologia e reabilitação de revestimentos de fachadas. 2009. p. 160 Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2009.

CORDEIRO, I. O. *et al.* **PATOLOGIA E REPARO DAS CONSTRUÇÕES**: Análise e Perícia ETI Almirante Tamandaré – Estudo de Caso. [2018]. Laudo Técnico (Engenharia Civil) - Instituto Federal do Tocantins, Palmas, 2018. p. 66.

DAL MOLIN, D. C. C.. Fissuras em estruturas de concreto armado: Análise das manifestações típicas e levantamento de casos ocorridos no estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1988. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/>>. Acesso em: 15 outubro de 2021.

FALHAS OU NINHOS. **Cimento Itambe**. Disponível em: <<https://www.cimentoitambe.com.br/patologias-do-concreto/falhas-ninhos.html>>. Acesso: 5/11/2021.

FERREIRA, C. M. S. **Tipologia, instalação, funcionamento e manutenção de diversos tipos de juntas de dilatação em Obras de Arte**. Tese de Mestrado. Lisboa, 119 p. 2013.

FIGUEIREDO, E. P.; MEIRA, G. Boletín Técnico 6: Corrosión de armadura de estructuras de hormigón. ALCONPAT Internacional, v. 6, p. 4-28. Disponível em: <http://alconpat.org.br/wp-content/uploads/2012/09/B6-Corrosão-das-armaduras-das-estruturas-de-concreto.pdf>. Acesso em: 11 out. 2021.

Gail Arquitetura. **Tipos de juntas e suas características**. [S. l.], 1 nov. 2019. Disponível em: <https://blog.gail.com.br/tipos-de-juntas-e-suas-caracteristicas/>. Acesso em: 17 nov. 2021.

GROSSI, M. V. F. **Análise de um edifício de concreto armado com problemas de oxidação de armaduras**. Revista Técnico-Científica do CREA-PR. Paraná, 2017. Disponível em: <http://creaprw16.crea-pr.org.br/revista/Sistema/index.php/revista/article/view/280/161>. Acesso em: 06/11/2021.

GUERRA, R. S. T. A corrosão induzida por cloretos. Clube do concreto, 2013. Disponível em: <<http://www.clubedoconcreto.com.br/2013/12/a-corrosao-induzida-por-cloretos-rcc.html>>. Acesso em: 05/11/2021.

HELENE, P.; R. L. **Manual de reabilitação de Estruturas de Concreto – Reparo, Reforço e Proteção**. São Paulo: Red Rehabilitar, editores, 2003.

ILIESCU, M. Diagnóstico das patologias nas edificações. Rio de Janeiro, [2007]. 74 slides, color, acompanha texto.

LIMA, Tomás. **Manual do Proprietário de Imóveis – Qual a importância na pós-entrega?**. SIENGE, 25 jul. 2016. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/qual-a-importancia-do-manual-do-proprietario-de-imoveis-na-pos-entrega/>. Acesso em: 12 out. 2021.

MEDEIROS, M. H. F., ANDRADE, J. J. O., HELENE, P. Durabilidade e Vida Útil das Estruturas de Concreto. In: Geraldo C. Isaia. (Org.). Concreto: Ciência e Tecnologia. 1ed. São Paulo: IBRACON, 2011, v. I, cap. 22, p. 773-808.

MILITITSKY, J.; CONSOLI, N. C.; SCHENAID, F. **Patologia das fundações**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, v. 2, 2015. 256 p.

NIYAMA, S. Patologia de fundações. São Paulo, 2003. /Apresentado em aula ministrada no Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT – CENATEC – Programa de Mestrado Profissional “Habilitação: planejamento e tecnologia”.

O QUE É NINHOS (BICHEIRA) DE CONCRETAGEM? **Colégio de arquitetos**, 2013. Disponível em: <<http://www.colegiodearquitetos.com.br/dicionario/2013/02/o-que-e-ninhos-bicheira-de-concretagem/>>. Acesso em: 06/11/2021.

POLITO, Giulliano. **Principais Sistemas de Pinturas e suas Patologias**. Belo Horizonte: UFMG, Faculdade de Engenharia 2006.

POR QUE SURGEM AS FISSURAS? **Perspectiva construções**, 2019. Disponível em: < <https://perspectivaconstrucoes.com/blog/por-que-surgem-as-fissuras>>. Acesso em: 28/10/2021.

RECALQUE DAS FUNDAÇÕES COMO AGENTE CAUSADOR DE FISSURAS. **Coppenge Engenharia**, 2018. Disponível em:

<<https://www.coppengeenharia.com.br/2018/08/31/recalque-das-fundacoes-como-agente-causador-de-fissuras/>>. Acesso em: 28/10/2021.

ROSELLO, M.T. V. 1976. Morteros de cemento para albañileria. Madrid, Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento (Monografias, 337).

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

SALLES NETO, M. Corrosão por ataque de cloreto. Palmas, [2020]. 12 slides, color, Acompanha texto.

SALLES NETO, M. Lixiviação. Palmas, [2020]. 11 slides, color, Acompanha texto.

SALLES NETO, M. Patologia dos revestimentos. Palmas, [2020]. 39 slides, color, Acompanha texto.

SANTOS, J. C. F. *et al.* **LAUDO TÉCNICO TCE: CMEI pequeninos do cerrado**. [2019]. Laudo técnico (Engenharia Civil) – Instituto Federal do Tocantins, Palmas, 2019. p. 50

SCHEIDEGGER, G. M.; CALENZANI, C. L. **Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 04, Ed. 03, Vol. 05, pp. 68-92. Março de 2019. ISSN: 2448-0959.

SILVA, J.M. Alvenarias não estruturais: patologias e estratégias de reabilitação. In: SEMINÁRIO SOBRE PAREDES DE ALVENARIA. **Anais...** Porto, P.B. Lourenço & H. Sousa (Eds.), 2002.

SILVEIRA, P.; VEIGA, M.; BRITO, J. Eflorescências em Estuques Antigos. Ingenium, p. 73-76, (2002).

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

TÉCHNE. Alvenaria sob ação horizontal. **Téchne**, n. 129, p. 4, Dezembro 2007.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios - causas, prevenção e recuperação**. 1. ed. São Paulo: PINI: IPT, v. 1, 1989.

TUTIKIAN, B. F.; BOLINA, F. L.; HELENE, Paulo. **Patologia de estruturas**. São Paulo: Oficina de Textos, [2019]. 320 p. ISBN 978-85-7975-339-8.

TUUTTI, K. Corrosion of steel in concrete. Stockholm: Swedish Cement and Concrete Research Institute, 1982.

VELLOSO, D. D. A.; LOPES, F. D. R. **Fundações: Critérios de projeto - Investigação do Subsolo - Fundações Superficiais**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, v. 1, 2004.

ANEXO A

Quadro 3 – Frequência das manifestações por Sistemas X Obras

SISTEMAS/OBRAS	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Fissuras	11	24	13	14	31	39	45	18	10	39	8	17	29	47	23
Pintura	10	16	5	3	29	23	1	11	12	20	13	5	24	24	3
Infiltrações	2	2	0	1	0	0	0	0	2	2	1	2	6	4	10
Revestimento	8	5	5	2	1	2	3	3	8	6	4	14	12	10	15
Juntas	6	7	1	8	5	2	7	2	4	0	2	7	7	3	3
Corrosão	0	6	1	1	0	3	6	1	7	0	1	1	4	3	3
Elétrico	3	3	0	0	0	0	5	0	12	1	3	2	6	10	3
Hidrossanitário	7	8	5	0	0	0	0	0	5	0	3	0	2	5	0
Esquadrias	5	3	2	0	0	0	0	1	2	0	2	1	6	14	0
Outros	7	2	6	2	0	5	16	17	8	4	6	14	11	12	8
TOTAL	52	74	32	29	66	69	67	36	62	68	37	49	96	120	60

Fonte: Pelo autor

ANEXO B

Quadro 4 – Frequência relativa das manifestações por Sistemas X Obras

SISTEMAS/OBRAS	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Fissuras	21%	32%	41%	48%	47%	57%	67%	50%	16%	57%	22%	35%	30%	39%	38%
Pintura	19%	22%	16%	10%	44%	33%	1%	31%	19%	29%	35%	10%	25%	20%	5%
Infiltrações	4%	3%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	3%	3%	3%	4%	6%	3%	17%
Revestimento	15%	7%	16%	7%	2%	3%	4%	8%	13%	9%	11%	29%	13%	8%	25%
Juntas	12%	9%	3%	28%	8%	3%	10%	6%	6%	0%	5%	14%	7%	3%	5%
Corrosão	0%	8%	3%	3%	0%	4%	9%	3%	11%	0%	3%	2%	4%	3%	5%
Elétrico	6%	4%	0%	0%	0%	0%	7%	0%	19%	1%	8%	4%	6%	8%	5%
Hidrossanitário	13%	11%	16%	0%	0%	0%	0%	0%	8%	0%	8%	0%	2%	4%	0%
Esquadrias	10%	4%	6%	0%	0%	0%	0%	3%	3%	0%	5%	2%	6%	12%	0%
Outros	13%	3%	19%	7%	0%	7%	24%	47%	13%	6%	16%	29%	11%	10%	13%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: Pelo autor

ANEXO C

Quadro 5 – Frequência das infiltrações nos sistemas de fissuras e revestimentos de pintura

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Fissuras	11	24	13	14	31	39	45	18	10	39	8	17	29	47	23
Pintura	10	16	5	3	29	23	1	11	12	20	13	5	24	24	3
TOTAL	21	40	18	17	60	62	46	29	22	59	21	22	53	71	26
INFILTRAÇÕES	12	15	5	15	31	44	7	13	12	26	13	5	40	52	2

Fonte: Pelo autor

ANEXO D

Quadro 6 – Frequência relativa das infiltrações nos sistemas de fissuras e revestimentos de pintura

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
INFILTRAÇÕES	12	15	5	15	31	44	7	13	12	26	13	5	40	52	2
PORCENTAGEM %	57%	38%	28%	88%	52%	71%	15%	45%	55%	44%	62%	23%	75%	73%	8%

Fonte: Pelo autor

ANEXO E

Quadro 7 – Etapas construtivas de origem das manifestações por obra

ETAPA/OBRA	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Execução	54	75	35	29	59	60	76	44	62	58	37	58	89	122	63
Projeto	3	1	2	0	2	12	7	5	2	11	1	3	8	4	5
Uso	1	0	1	2	0	0	0	1	6	3	5	1	3	6	0
Material	1	0	0	0	5	2	0	3	0	0	0	1	7	0	0

Fonte: Pelo autor

ANEXO F

Tabela 4 – Frequência das causas principais das fissuras

	TOTAL	INFILTRAÇÃO	MOVIMENTAÇÕES TÉRMICAS	SOBRECARGA	RETRAÇÃO DE ARGAMASSA/CONCRETO	RECALQUE	OUTROS
FISSURAS	368	101	79	49	49	7	83

Fonte: Pelo autor

ANEXO G

Tabela 5 – Percentual das frequências nas causas principais das fissuras

	TOTAL	INFILTRAÇÃO	MOVIMENTAÇÕES TÉRMICAS	SOBRECARGA	RETRAÇÃO DE ARGAMASSA/CONCRETO	RECALQUE	OUTROS
FISSURAS	100%	27%	21%	13%	13%	2%	23%

Fonte: Pelo autor