

ESTUDO DE CASO: ESTRATÉGIAS APLICADAS NO DIAGNÓSTICO DE UM EMPREENDIMENTO COM RELEVÂNCIA HISTÓRICA

Emerson Meireles de Carvalho
Luana de Jesus Souza
Lana Laís Pereira da Cruz



11 A 15
SETEMBRO | 2023
SÃO PAULO - SP

REALIZAÇÃO



IBAPE NACIONAL
Instituto Brasileiro de Avaliações
e Perícias de Engenharia

INTRODUÇÃO

Recursos de perícia em engenharia para
realizar uma análise completa

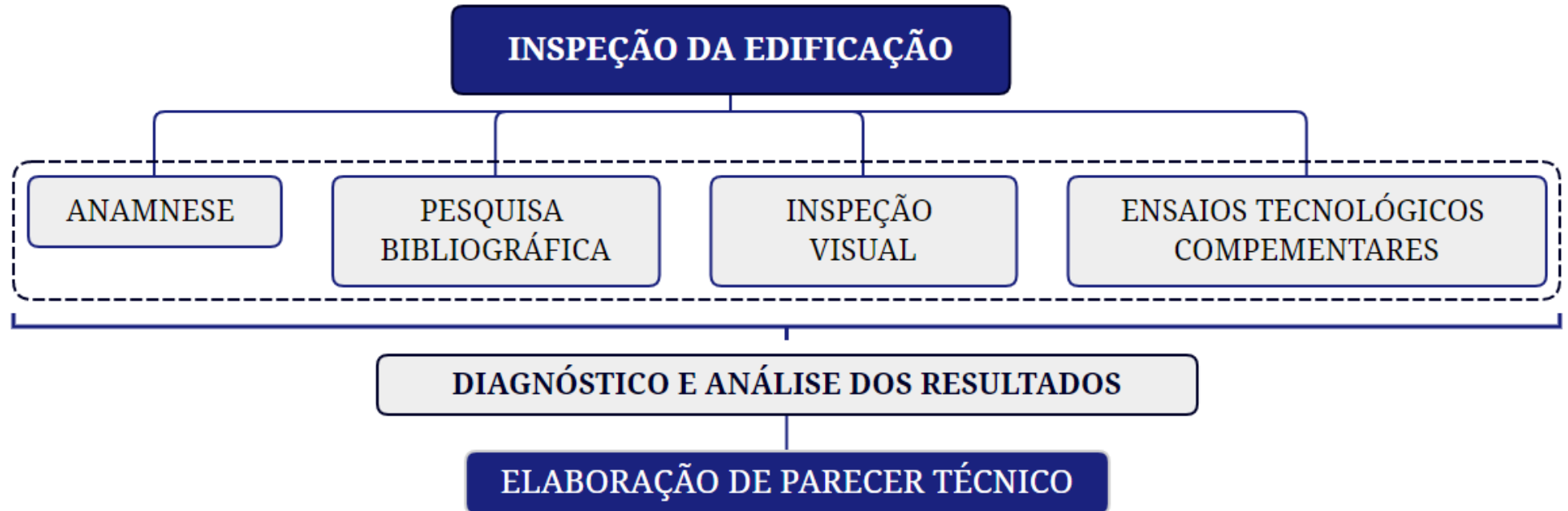


Avaliar o grau de integridade e segurança
de um empreendimento histórico

- > Imóvel inaugurado em 1962
- > Área construída: 11.396,50 m²
- > Desativado desde 1995
- > Área do terreno: 2.208,00 m²

Para investigar os subsistemas do empreendimento, foram utilizados **métodos diagnósticos** estruturados, como **anamnese, vistorias e inspeções, mapeamento de fissuras e diversos ensaios tecnológicos e de caracterização.**

METODOLOGIA APLICADA



Fonte: Elaborado pelos Autores.

TRABALHOS DESENVOLVIDOS

Nº	Descrição Geral	Descrição Específica	Quantidade	Total
1	Pesquisa	Anamnese e bibliográfica	1	1
2	Inspeção	Visual da edificação	3	60
		Visual da fundação	1	
		por Boroscopia	55	
		por drone	1	
3	Ensaio de caracterização	Percussão em fachadas	4	64
		Monitoramento de fissuras	60	
4	Ensaaios Não Destrutivos	Termografia, pacometria, esclerometria, ultrassom, profundidade da frente de carbonatação, presença de cloretos, resistividade elétrica do concreto, potencial de corrosão das armaduras	719	719
5	Análises e interpretações dos ensaios		3	3
6	Parecer técnico	Inspeção	1	3
		Diagnóstico	2	
			TOTAL	850

Fonte: Elaborado pelos Autores.

ANAMNESE

Inaugurado em **24 de junho de 1962**, era considerado na época o imóvel **mais moderno, mais alto e luxuoso** da sua região (zona central - uso comercial e densidade de ocupação alta, com boa infraestrutura urbana).

A **construção durou cerca de 2 (dois) anos** e a solução estrutural adotada foi predominantemente em concreto armado, com **CP I**, apoiada em blocos de fundação sobre estacas do tipo Strauss.

Arquitetura em prismas retangulares simples, lógica modular (década de 60);

Estrutura convencional em concreto armado;

Fundação em estacas;

Vedação em alvenaria de bloco cerâmico;

Esquadrias em madeira e vidro;

Fachadas: revestimento em pastilha e cobogós;

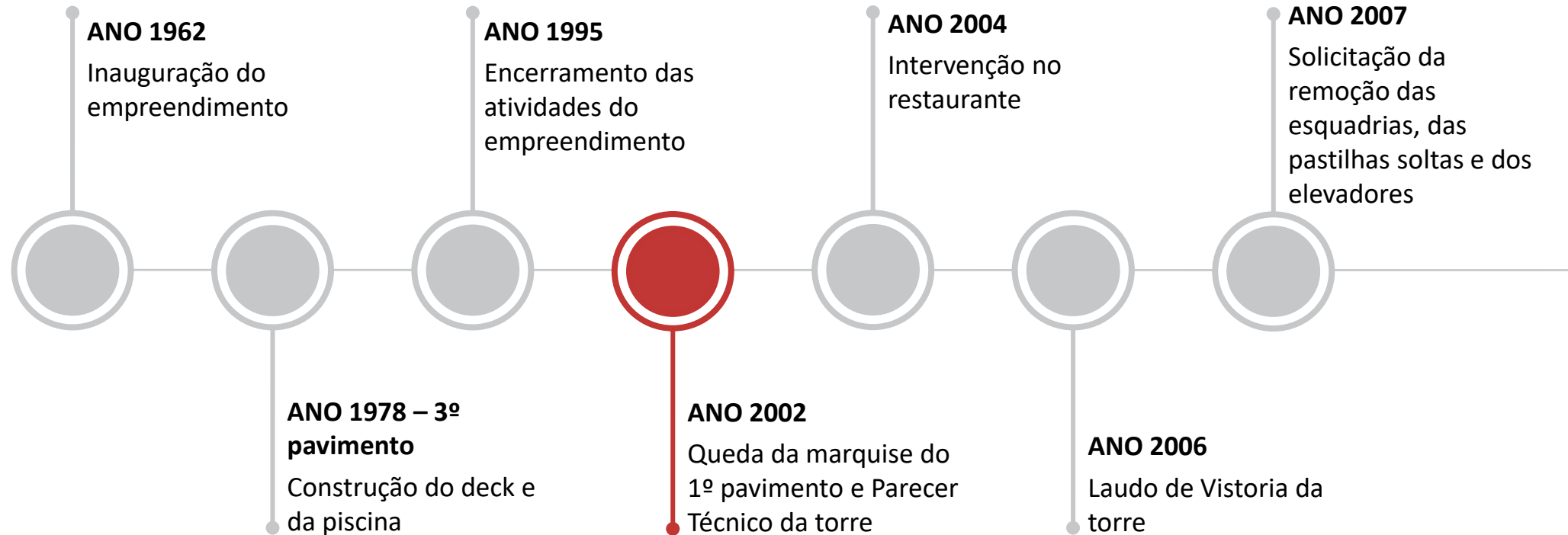
Pavimentação: taco, mármore e cerâmica;

REALIZAÇÃO

11 A 15
SETEMBRO | 2023
SÃO PAULO - SP

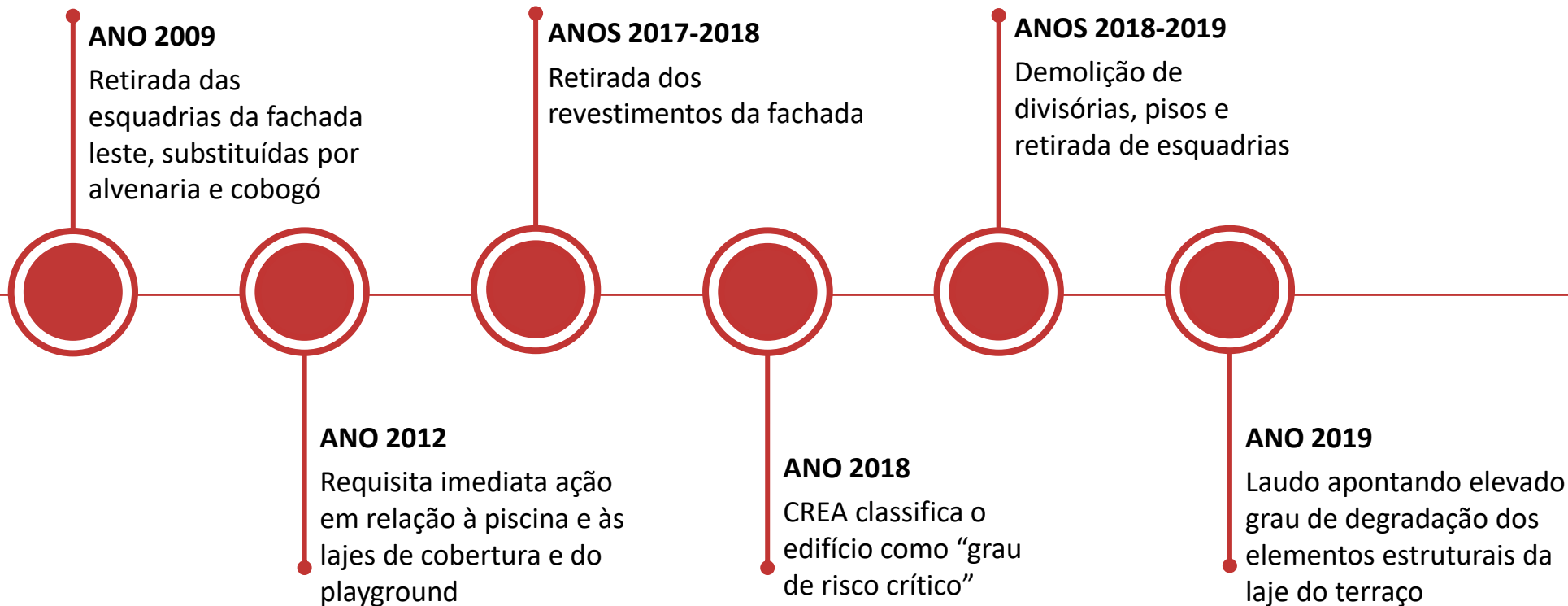
REALIZAÇÃO

LINHA DO TEMPO



11 A 15
SETEMBRO | 2023
SÃO PAULO - SP

REALIZAÇÃO



INSPEÇÃO

- O levantamento dos **sintomas patológicos** deu-se inicialmente por inspeção visual que consistiu em **cadastrar as anomalias** de cada elemento da edificação, permitindo identificar os pontos mais degradados.

Croquis com identificação do registro fotográfico



Fonte: Elaborado pelos Autores.

Croquis com registro de não conformidades

LEGENDA	
MP	PERDIDA DE MASSA
F	FISSURA
T	TRINCA
C	CORROSAO
D	DESPLACAMENTO
I	INFILTRAÇÃO
DE	DESGASTE
DA	DANIFICADO



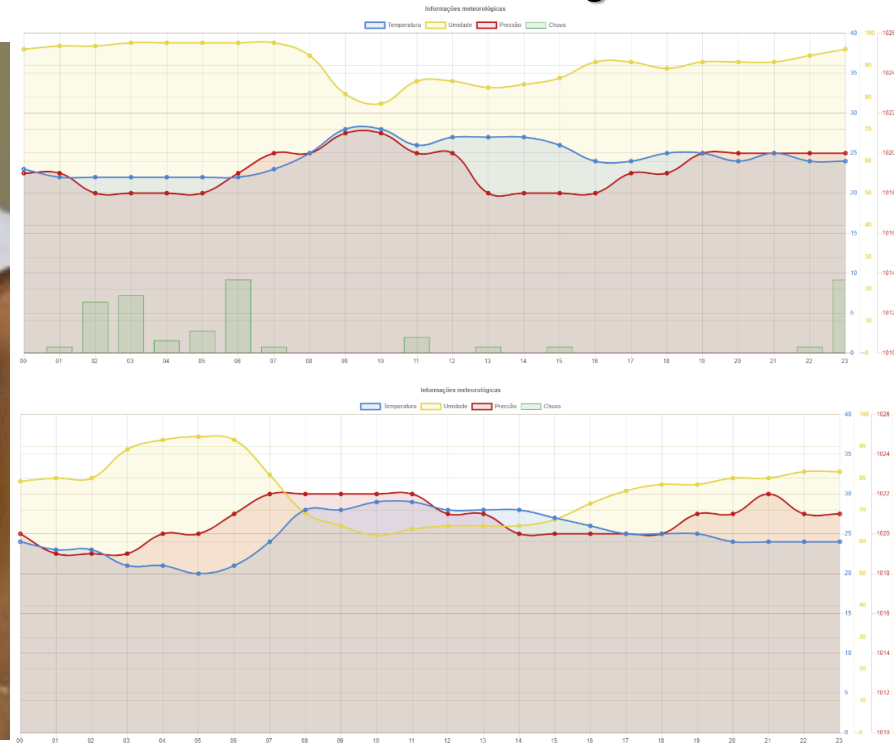
Fonte: Elaborado pelos Autores.

- Tendo em vista que a edificação possuía um quantitativo significativo de trincas e fissuras, preliminarmente promoveu-se o **mapeamento e monitoramento quinzenal de 60 aberturas** catalogadas e feita uma **correlação das aberturas com as condições climáticas (temperatura, umidade e precipitação)**



Fonte: Elaborado pelos Autores.

Gráficos meteorológicos



Fonte: Elaborado pelos Autores.



as aberturas foram consideradas "falsas ativas", pois estavam reagindo de acordo com as variações climáticas.

FUNDAÇÃO

- Foi possível identificar o uso da brita 3 como agregado graúdo, e
- Embora o bloco sofra com a constante variação do nível do lençol freático, o bom
- estado de conservação do mesmo poderia estar atribuído à restrição da penetração do oxigênio presente na atmosfera, sendo esse agente regulador das reações de corrosão.

Bloco de fundação, com percepção do lençol freático



Fonte: Elaborado pelos Autores.

Vista do bloco de fundação, com percepção de irregularidade superficial



Fonte: Elaborado pelos Autores.

ESTRUTURA

- Na ordem decrescente entre lajes, vigas e pilares foram observadas as anomalias mais relevantes; e
- Majoritariamente, os pavimentos superiores apresentaram corrosão avançada na armadura e consequente deslocamento do concreto.

Termografia do 12º pavimento



Fonte: Elaborado pelos Autores.

Registros de corrosão no 12º pavimento



Fonte: Elaborado pelos Autores.

Fonte: Elaborado pelos Autores.

INSPEÇÃO

ESTRUTURA

- Nos pavimentos intermediários, havia degradação avançada nas lajes de forro atribuída à infiltração recorrente;
- Nos pavimentos próximos ao térreo verificou-se poucas anomalias, dentre elas uma trinca longitudinal na laje inferior do corredor norte e outra transversal na circulação; e
- Acredita-se que não há movimentação ou sobrecarga na estrutura.

Corrosão da armadura na laje do tipo caixão perdido situada no 3º pavimento, associada à infiltração



Fonte: Elaborado pelos Autores.

Inspeção por boroscopia da laje superior do 3º pavimento, com destaque para fração de concreto desprendida



Fonte: Elaborado pelos Autores.

COBERTURA

- Foi realizada inspeção por meio de drone;
- As principais não conformidades identificadas foram:
 - telhado danificado, sistemas de impermeabilização da laje inexistente, corrosão de armadura, infiltração, trincas e cupins.
- As anomalias que mais afetavam e prejudicavam o desempenho da edificação em estudo eram aquelas advindas da ruína parcial do telhado e do entupimento das calhas;
- Essas infiltrações contribuíam para o processo acelerado de corrosão nas peças estruturais, primordialmente nas lajes; e
- Assim, foi recomendado correção imediata.



Fonte: Elaborado pelos Autores.



Fonte: Elaborado pelos Autores.

Imagens obtidas por drone

IMPERMEABILIZAÇÃO E DRENAGEM

- Identificado a ineficiência do mesmo na laje da casa de máquinas, causando infiltrações, e por conseguinte corrosão da armadura e deslocamento do concreto.

Exemplo do shaft que originava
vazamento em todos os
pavimentos



Fonte: Elaborado pelos Autores.

Deficiência de impermeabilização da laje da casa de máquinas causando
infiltrações, e por conseguinte corrosão da armadura



Fonte: Elaborado pelos Autores.

FACHADA

➤ Foi realizado ensaio de percussão em todas as fachadas

Realização do ensaio de percussão nas fachadas



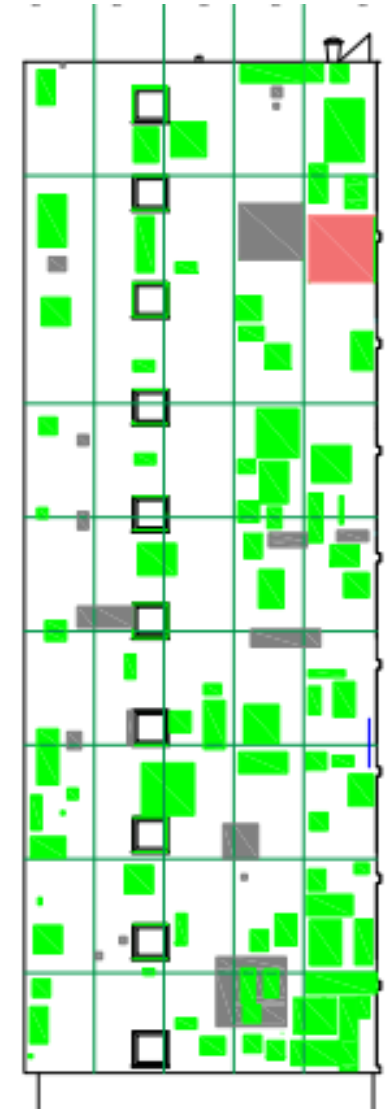
Fonte: Elaborado pelos Autores.

Registro fotográfico



Fonte: Elaborado pelos Autores.

Mapeamento do ensaio de percussão nas fachadas



Fonte: Elaborado pelos Autores.

INSTALAÇÕES

Esgoto



Fonte: Elaborado pelos Autores.

Elétrica



Fonte: Elaborado pelos Autores.

ALVENARIA, REVESTIMENTO E PINTURA

Registro da degradação originada pela infiltração



Fonte: Elaborado pelos Autores.



Fonte: Elaborado pelos Autores.

ESQUADRIAS

Esquadria substituída



Fonte: Elaborado pelos Autores.

Esquadrias degradadas



Fonte: Elaborado pelos Autores.

Portas removidas



Fonte: Elaborado pelos Autores.

ANÁLISE E DIAGNÓSTICO

ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS ENDs

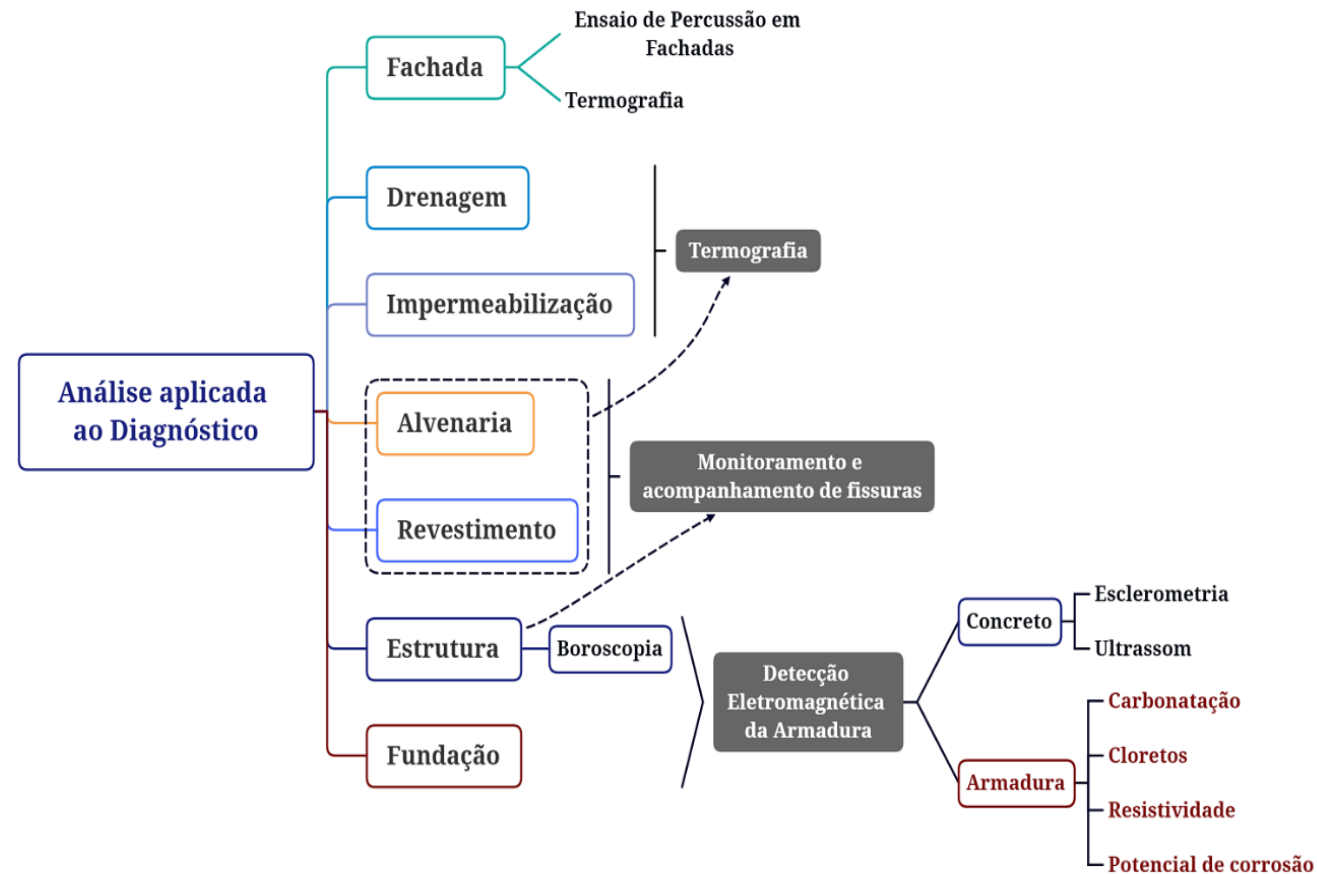
- ☑ Pacometria > ↓ **cobrimento** da armadura na maioria dos elementos ensaiados
- ☑ Esclerometria > ↑ **homogeneidade** do concreto
- ☑ Ultrassom >
 - 18 peças - **excelentes**
 - 26 peças - **boas**
 - 5 peças - **regulares**
 - 2 peças - **ruins**
- ☑ Carbonatação >
 - 53 ensaios no total
 - 23** resultados significativos - **1 mm a 30 mm**
- ☑ Cloretos >
 - 51 ensaios no total
 - 3** resultados significativos - **1 mm a 10 mm**

ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS ENDs

- ⊙ Resistividade elétrica superficial > A **maioria** das peças foi classificada com **baixo risco e alta resistividade**, no entanto, **uma laje e uma viga** apresentaram **risco moderado**.
- ⊙ Potencial de corrosão
 - > ↑ **probabilidade** de ocorrência de **corrosão** nos **elementos expostos** predominantemente **à umidade**
 - > **Dentre** as classes de **elementos estruturais**, os **pilares** apresentaram os resultados mais **satisfatórios**, com menor proporção de elementos com alta probabilidade de corrosão, enquanto que as **lajes** obtiveram os resultados **mais desfavoráveis**, com predominância de alta probabilidade de corrosão.

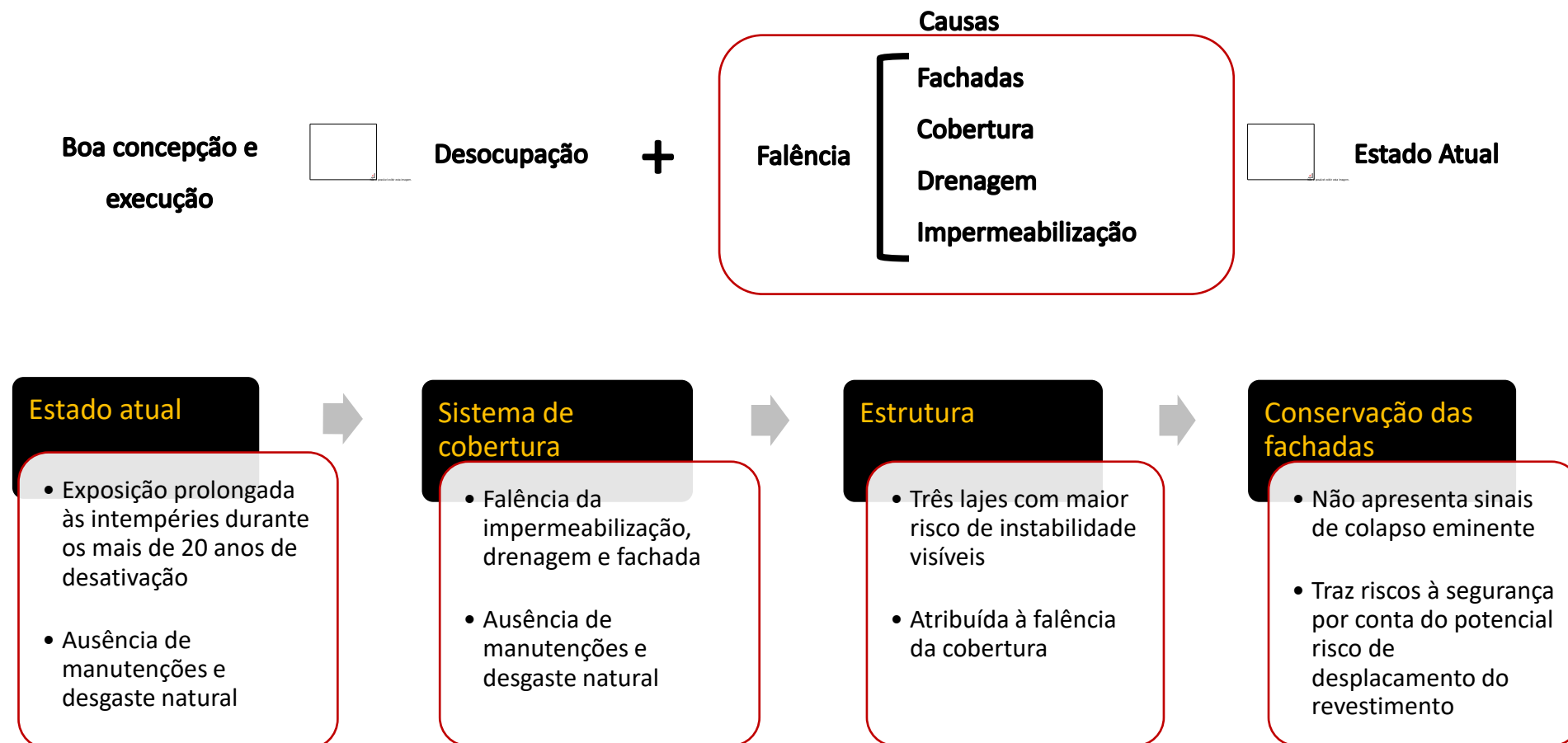
DIAGNÓSTICO

- > Estrutura para auxiliar no diagnóstico e na escolha de medidas terapêuticas para as manifestações patológicas identificadas durante a inspeção.



Fonte: Elaborado pelos Autores.

DIAGNÓSTICO



CONCLUSÕES

- ✓ Os **recursos envolvidos** abrangeram:
 - > ferramentas;
 - > capacitação técnica;
 - > profissionais experientes;
 - > dados coletados;
 - > plataformas;
 - > softwares; e
 - > planejamento consolidado.
- ✓ Avanços e disponibilidade de **recursos eficientes**:
 - > Ensaio de **Percussão e Termografia - Fachadas**; e
 - > **Boroscopia e drone** - inspeções em locais de **difícil acesso**.

- ✓ **Mapeamento de fissuras** considerando fatores externos:
 - Acompanhar apenas variação das medidas não é essencialmente preciso; e
 - Importante considerar a influência dos fatores climáticos (umidade) nas verificações realizadas.
- ✓ **Análise estrutural:**
 - Os **ENDs** têm se mostrado **cada vez mais eficazes e confiáveis**; e
 - **As tecnologias** facilitaram o direcionamento para **decisões** em relação a eventuais **reparos** ou **reforços estruturais** necessários.
- ✓ **Expertise** na análise:
 - Exige a **correta interpretação** dos ensaios e sintomas, bem como a **associação** a possíveis **fatores envolvidos**;

