

## **Análise das manifestações patológicas em sistema estrutural de concreto pré-moldado em imóvel na cidade de Bom Conselho-PE**

Analysis of pathological manifestations in a structural system of precast concrete in a property in the city of Bom Conselho-PE

Análisis de manifestaciones patológicas en un sistema estructural de hormigón prefabricado en una propiedad en la ciudad de Bom Conselho-PE

Recebido: 25/05/2022 | Revisado: 04/06/2022 | Aceito: 17/06/2022 | Publicado: 28/06/2022

### **Renan Gustavo Pacheco Soares**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6366-9663>  
Universidade Federal de Pernambuco, Brazil  
E-mail: [renangpsoares@hotmail.com](mailto:renangpsoares@hotmail.com)

### **Ellen Pereira Rodrigues**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9657-2385>  
Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns, Brazil  
E-mail: [itsellenpereira@gmail.com](mailto:itsellenpereira@gmail.com)

### **José Rodolfo da Silva Texeira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1010-0542>  
Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns, Brazil  
E-mail: [rodolfoosilvaa09@gmail.com](mailto:rodolfoosilvaa09@gmail.com)

### **Júlia Ferreira Vieira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4288-1507>  
Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns, Brazil  
E-mail: [julia.18114054@aesga.edu.br](mailto:julia.18114054@aesga.edu.br)

### **Beatriz Ferreira de Medeiros**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9783-9106>  
Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns, Brazil  
E-mail: [beatrizf.01@outlook.com](mailto:beatrizf.01@outlook.com)

### **Beatriz Monteiro Jatobá**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5654-7716>  
Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns, Brazil  
E-mail: [beatrizmonteiroj@gmail.com](mailto:beatrizmonteiroj@gmail.com)

### **Maria Ligia Silva Costa**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1267-2077>  
Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns, Brazil  
E-mail: [ligia.scosta11@gmail.com](mailto:ligia.scosta11@gmail.com)

### **Amanda Laís Xavier Vieira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9569-6391>  
Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns, Brazil  
E-mail: [axavier814@gmail.com](mailto:axavier814@gmail.com)

### **Romilde Almeida de Oliveira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6786-9080>  
Universidade Federal de Pernambuco, Brazil  
E-mail: [romildealmeida@gmail.com](mailto:romildealmeida@gmail.com)

### **Carla Renata Xavier Pacheco**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0064-9339>  
Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns, Brazil  
E-mail: [carla\\_renatax@hotmail.com](mailto:carla_renatax@hotmail.com)

### **Resumo**

Apesar do desenvolvimento das tecnologias voltadas para a construção civil, um dos maiores obstáculos a ser superado são as patologias das edificações. Essa problemática atinge principalmente o desempenho e a vida útil das construções, e ocorre devido à redução de prazos, projetos inadequados, uso inadequado dos materiais, falta de manutenção, mão de obra desqualificada e ausência de fiscalização. Portanto, o presente artigo fez uma análise de um imóvel composto por uma estrutura em concreto pré-moldado na cidade de Bom Conselho-PE. O principal objetivo desse trabalho foi identificar e caracterizar as principais manifestações patológicas nos elementos estruturais da construção. A metodologia aplicada para a identificação das patologias consiste em vistorias, exames, análises e interpretações. Além disso também foram utilizados ensaios não destrutivos através de testes de esclerometria, com o

objetivo de verificar a dureza superficial do concreto, fornecendo elementos para a avaliação da qualidade do concreto endurecido e estimativa de sua resistência à compressão. Os resultados permitiram detectar os problemas existentes, sendo possível identificar deformações em 81% das vigas, 33% dos pilares apresentando falhas e 78% das lajes com fissuras. Dessa forma, foi possível estabelecer as orientações técnicas necessárias para o reparo e manutenção da edificação.

**Palavras-chave:** Patologias; Vida útil; Desempenho; Estrutura pré-moldada; Vistoria.

#### **Abstract**

Despite of the development of technologies aimed at civil construction, one of the biggest obstacles to be overcome is the pathologies of buildings. This problem mainly affects the performance and lifespan of buildings, and occurs due to reduced deadlines, inadequate projects, inadequate use of materials, lack of maintenance, unskilled labor and lack of inspection. Therefore, this article analyzed a property composed of a precast concrete structure in the city of Bom Conselho-PE. The main objective of this work was to identify and characterize the main pathological manifestations in the structural elements of the construction. The methodology applied for the identification of pathologies consists of inspections, examinations, analyzes and interpretations. Furthermore, non-destructive tests were also used through sclerometry tests, with the objective of verifying the surface hardness of the concrete, providing elements for the evaluation of the quality of the hardened concrete and estimation of its compressive strength. The results made it possible to detect the existing problems, being possible to identify deformations in 81% of the beams, 33% of the columns with failures and 78% of the slabs with cracks. In this way, it was possible to establish the necessary technical guidelines for the repair and maintenance of the building.

**Keywords:** Pathologies; Lifespan; Performance; Precast structure; Survey.

#### **Resumen**

A pesar del desarrollo de tecnologías destinadas a la construcción civil, uno de los mayores obstáculos a superar son las patologías de las edificaciones. Este problema afecta principalmente el desempeño y la vida útil de las edificaciones, y se presenta por plazos reducidos, proyectos inadecuados, uso inadecuado de materiales, falta de mantenimiento, mano de obra no calificada y falta de inspección. Por lo tanto, este artículo analizó una propiedad compuesta por una estructura de hormigón prefabricado en la ciudad de Bom Conselho-PE. El objetivo principal de este trabajo fue identificar y caracterizar las principales manifestaciones patológicas en los elementos estructurales de la edificación. La metodología aplicada para la identificación de patologías consiste en inspecciones, exámenes, análisis e interpretaciones. Además, también se utilizaron ensayos no destructivos mediante ensayos de esclerometría, con el objetivo de verificar la dureza superficial del hormigón, brindando elementos para la evaluación de la calidad del hormigón endurecido y estimación de su resistencia a la compresión. Los resultados permitieron detectar los problemas existentes, siendo posible identificar deformaciones en el 81% de las vigas, el 33% de las columnas con fallas y el 78% de las losas con fisuras. De esta forma, fue posible establecer los lineamientos técnicos necesarios para la reparación y mantenimiento del edificio.

**Palabras clave:** Patologías; Vida útil; Actuación; Estructura prefabricada; Encuesta.

## **1. Introdução**

Atualmente, diversas edificações apresentam problemas referentes a um baixo desempenho. Isso ocorre devido ao acelerado processo de urbanização e a consequente necessidade de obras com um desenvolvimento mais rápido, sem o devido controle de serviços e materiais. Dessa forma, esses processos acarretam em uma queda da qualidade das construções e o envelhecimento precoce das mesmas, prejudicando assim, o desempenho e a vida útil do imóvel (Demoliner & Possan, 2013).

Segundo Silva (2011), o surgimento de anomalias na estrutura pode-se atribuir ao não cumprimento das normas, mas existe outro problema atrelado a constante degradação prematura das edificações, é a falta de projeto, fiscalização e acompanhamento de um profissional qualificado, como também a ausência de manutenção, é necessário salientar a importância do projeto e acompanhamento técnico para a durabilidade, controle e execução de novas construções, assim como o monitoramento e manutenção das existentes (Soares *et al.* 2021).

Nesse contexto, Granato (2002) defende a importância dos profissionais incumbidos da execução e utilização dos materiais da construção devem ter um nível mínimo de conhecimento sobre os processos de degradação de uma estrutura, para que em caso de uma situação desfavorável os mesmos saibam como adotar alguma medida que vise solucionar ou amenizar o problema, contribuindo com durabilidade e vida útil da edificação

Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi inspecionar uma edificação comercial, composta por dois pavimentos (térreo e primeiro andar), em fase de construção com 1925 m<sup>2</sup> de área construída, localizada no município de Bom Conselho, no intuito de analisar as especificidades técnicas, funcionais e de manutenção, dos componentes estruturais e realizar um diagnóstico das manifestações patológicas existentes. O sistema construtivo utilizado na edificação é do tipo pré-moldado em concreto armado com alvenaria de vedação de blocos cerâmicos para fechamento.

Sendo assim, a realização de inspeções é um procedimento indispensável para atestar previamente a qualidade e conformidade do imóvel, evitando problemas de desempenho e acidentes prediais decorrentes de falhas na construção ou na manutenção (Euqueres, 2011).

## 2. Considerações sobre Anomalias e Falhas das Edificações

De acordo com Brisolará (2014), o termo patologia na engenharia se assemelha ao significado que se encontra na medicina, que é estudo das causas e sintomas dos problemas patológicos que ocorrem nas construções. Dentro dessas patologias encontram-se as falhas e anomalias, caracterizadas pela norma de inspeção predial, NBR 16747 (ABNT, 2020), pela perda de desempenho de um elemento e/ou subsistema e sistema construtivo, sendo as falhas em decorrência de uso, operação e manutenção, portanto extremamente danosas a edificação tanto em aspecto estrutural como também em sua aparência.

Apesar da construção civil estar em evolução constante, o desenvolvimento das novas técnicas construtivas ainda é apontado como um desafio a ser enfrentado em relação as manifestações patológicas. Estes podem comprometer o desempenho e reduzir a vida útil dos elementos expostos a tais efeitos (scrivener, 2014)

Além disso, conforme Souza e Ripper (1998), estas patologias prediais afetam a sociedade em geral quando observada do ponto de vista urbanístico, já que desvaloriza seu entorno e afeta tanto a segurança como a paisagem dos moradores ao redor.

Para que ocorra os procedimentos de tratamento dessas patologias construtivas, faz-se antes necessário caracterizá-las, descobrindo sua origem, tipologia e grau de risco para edificação, esses critérios são observados através da inspeção predial e são decisivos para construção de um laudo técnico.

As anomalias podem ser de origem construtivas ou funcionais, sendo classificadas, conforme a NBR 16747 (ABNT, 2020), como endógena, quando ocorrem devido a falhas no projeto e/ou na execução; exógena, quando se relaciona com fatores externos, causados por terceiros e funcional, sendo este ligado diretamente ao tempo de vida útil da edificação. Outra característica é a natural, que tem origem em eventos da natureza que podem ou não ser previstas (Verçoza, 1991).

É preciso também classificar as anomalias de acordo com o grau de risco, relacionado com fatores de conservação, depreciação, saúde, segurança, funcionalidade, comprometimento de vida útil e perda de desempenho. O Quadro 1 aponta os graus e suas definições:

**Quadro 1** – Classificação de anomalias de acordo com o grau de risco.

<b>Crítico</b>	Impacto irreversível, relativo ao risco contra a saúde, segurança do usuário e do meio ambiente, bem como perda excessiva de desempenho, recomendando intervenção imediata.
<b>Regular</b>	Impacto parcialmente recuperável relativo ao risco quanto à perda parcial de funcionalidade e desempenho, recomendando programação e intervenção a curto prazo.
<b>Mínimo</b>	Impacto recuperável relativo a pequenos prejuízos, sem incidência ou a probabilidade de ocorrência dos riscos acima expostos, recomendando programação e intervenção a médio prazo.

Fonte: IBAPE (2012).

Dessa forma, é possível mensurar a agilidade a qual a anomalia precisa ser tratada, de acordo com o impacto diagnosticado e o grau de risco classificado.

As falhas, no entanto, consideradas como perda de desempenho parcial ou total, são caracterizadas de outra maneira, sintetizadas pela NBR 16747 (ABNT,2020) em: de uso, operação ou manutenção. Verçoza (1991), por sua vez, elenca as falhas em quatro aspectos: de planejamento, que está ligada a fase projetual de especificação da manutenção; de execução, quando é feito de maneira inadequada, incluindo materiais impróprios; operacionais, que são os registros, controle e demais atividades ligadas; e gerenciais, quando não há controle da manutenção e da qualidade do serviço.

Portanto, dado os conceitos e características apresentados, fica evidente a relevância da inspeção predial, já que é a partir dela que as patologias podem ser detectadas e tratadas, conforme a necessidade apresentada, podendo assim, evitar danos devastadores não só financeiramente (para o proprietário) mas principalmente a vida humana que pode ser fatalmente afetada a depender da falta de manutenção predial.

### 3. Metodologia

Considerando a NBR 15575 (ABNT, 2013), toda edificação habitacional deve garantir um nível de desempenho mínimo em relação a sua expectativa de vida útil, seu desempenho, eficiência, sustentabilidade e manutenção (ABNT, 2013), surge então a necessidade das inspeções prediais, visando a identificação de possíveis anomalias e falhas atuantes na edificação, fatores determinantes para as orientações técnicas necessárias. Sendo assim, esse estudo realizou uma inspeção em um edifício na cidade de Bom Conselho-PE (Figura 1), a fim de constatar possíveis manifestações patológicas.

**Figura 1** – Fachada da edificação estudada.



Fonte: Autores (2022).

O edifício acima apresentado (Figura 1) é composto por dois pavimentos, ainda em fase construtiva, utilizando o sistema pré-moldado em concreto armado com alvenaria de vedação em blocos cerâmicos, totalizando aproximadamente 1925m<sup>2</sup> de área construída, não sendo possível acessar o projeto estrutural.

A indicação das anomalias construtivas foi embasada segundo as diretrizes do Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE), sendo dividido em quatro etapas:

1. Vistoria da edificação, sendo um levantamento preliminar com o objetivo de identificar todas as anomalias existentes, visando o fornecimento de subsídios para a determinação das origens posteriormente;
2. Verificação das condições naturais e meio ambiente local, com o intuito de detectar eventos que pudessem ter ocasionado anomalias por ação da natureza;
3. Verificação das atividades de manutenção, para a identificação de anomalias funcionais;
4. Interpretação dos dados apurados, chegando à conclusão indicativa das origens das anomalias existentes.

Foram realizados ensaios não destrutivos através de testes de esclerometria, a fim determinar a dureza superficial do concreto, fornecendo elementos para a avaliação da qualidade do concreto endurecido e estimativa de sua resistência à compressão, seguindo as orientações da NBR 7584 (ABNT, 2012).

Para um melhor desenvolvimento da pesquisa, foi utilizada a pesquisa de natureza aplicada que, segundo Nascimento e Souza (2016), é o tipo de pesquisa no qual se realiza estudos com a finalidade de resolver um problema específico. Sobre o tipo de pesquisa, quanto aos objetivos, foi utilizada a exploratória. De acordo com Koche (2011), trata-se de uma pesquisa cuja a finalidade é descrever ou caracterizar o problema, através do levantamento e análise de dados variáveis.

Outro ponto importante para o desenvolvimento da pesquisa são os procedimentos técnicos utilizados. Sendo assim foram utilizados os métodos de pesquisa documental e estudo de caso. Para Severino, (2018) a pesquisa documental tem como fonte dados primários, que não sofreram nenhum tratamento analítico. E o estudo de caso é realizado por meio da coleta de dados e análise rigorosa de um caso em particular. Quanto ao método, foi utilizado o misto. Conforme Pereira, et al. (2018), é caracterizado pela presença das abordagens qualitativas e quantitativas. A primeira, qualitativa, a coleta e análise dos dados são realizados de forma indutiva pelo pesquisador resultando em informações descritivas. Já a quantitativa, utiliza a coleta de dados numéricos e análise estatística, por meio da medição de grandezas.

## 4. Resultados e Discussões

Desta forma, os resultados obtidos através das inspeções derivam-se dos componentes construtivos por meio de verificação das desconformidades técnicas, segue devidamente relacionado e prescrito com suas respectivas siglas no Checklist discriminado no Quadro 2.

**Quadro 2** – *Check-List* das manifestações patológicas identificadas.

<b>SIGLA</b>	<b>PATOLOGIA</b>	<b>OCORRÊNCIA</b>
<b>VFDEF</b>	Vigas fissuradas e com deformação excessiva	SIM
<b>LFDEF</b>	Lajes fissuradas e com deformação excessiva	SIM
<b>CVPF</b>	Consolo de pilares e vigas com problemas de fissuração	SIM

Fonte: Autores (2022).

Como pode-se observar, as principais patologias identificadas estão ligadas a fissuração excessiva na estrutura, o que compromete o desempenho da edificação mesmo ainda estando em processo construtivo.

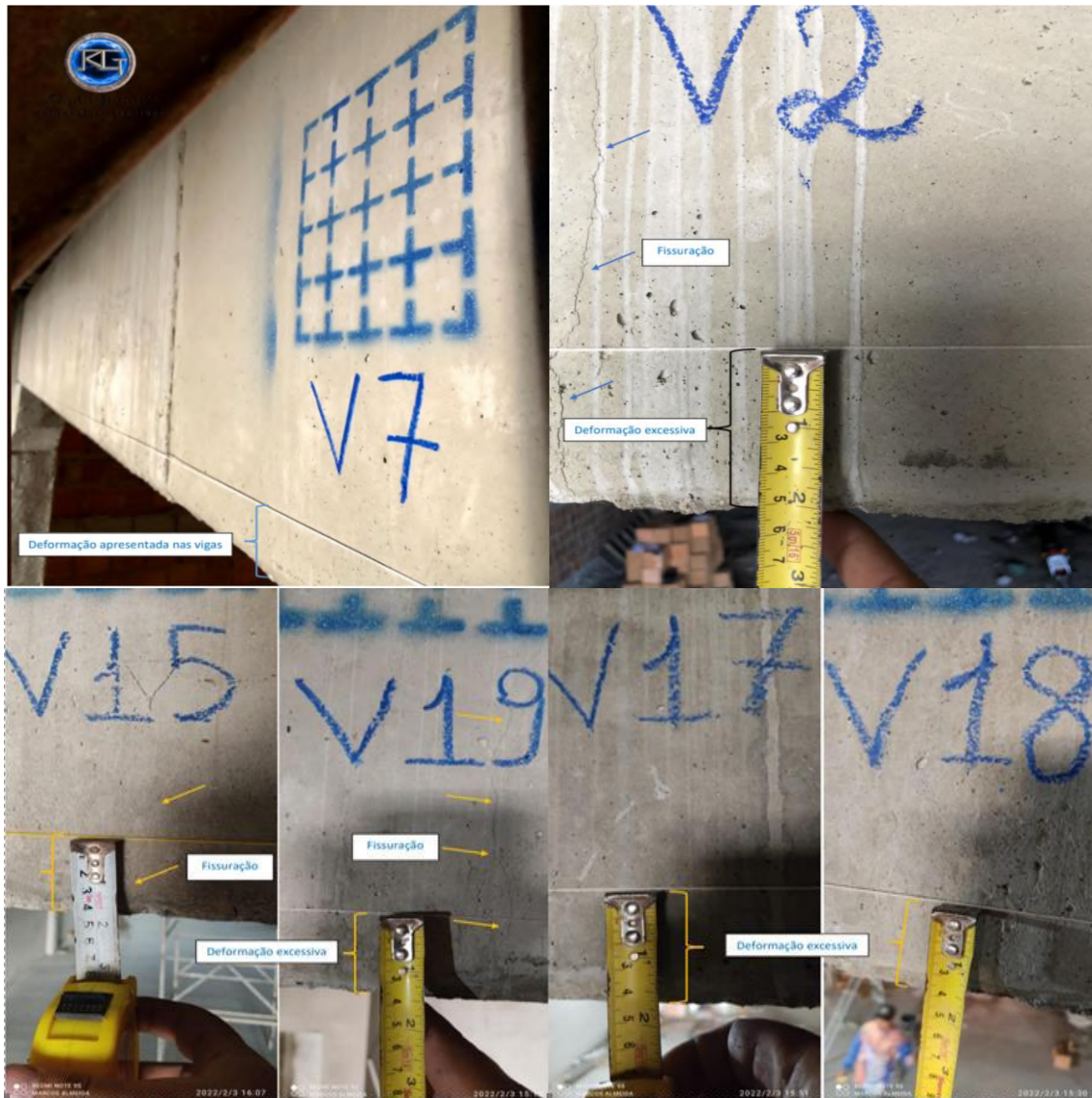
### 4.1 Vigas fissuradas e com deformação excessiva (VFDFEF)

#### 4.1.1 Diagnóstico

As vigas V1, V11 e V12 apresentaram deformações dentro da aceitabilidade sensorial definida na Tabela 13 da NBR 6118 (ABNT, 2014). No entanto, foram identificadas deformações excessivas e processo de fissuração em várias vigas do

sistema avaliado. Especificamente, as vigas V2, V3, V4, V5, V6, V7, V8, V9, V10, V13, V14, V15, V16, V17, V18, V19, V20. Na Figura 2 que segue, os problemas de fissuração e deformação excessiva e podem ser identificados.

**Figura 2** – Vigas com problemas de fissuração e deformação excessiva.





Fonte: Autores (2022).

O problema de deformação excessiva e fissuração, retratado acima (Figura 2), podem ter sido acarretados por fatores endógenos, por falha de projeto e/ou processo executivo e sobrecargas. Como não se obteve acesso ao projeto estrutural do galpão, nem seu memorial de cálculo, não se pode avaliar o projeto estrutural. No entanto, essas deformações excessivas precisam de intervenção imediata.

#### 4.1.2 Tratamento

Efetuar o escoramento das vigas que apresentam problema em sua totalidade. Realizar um projeto de reforço estrutural, considerando a necessidade de cessar o processo deletério, dar nova capacidade resistente à mesma e garantir seu desempenho em serviço. Reparos superficiais com protetor de armadura, graute nas fissuras e novo reboco só irão maquiar o problema e torná-lo mais grave, a curto prazo. Assim, o projeto de reforço, bem como sua execução deve ser realizado por profissional/empresa qualificado(a) da área de estruturas/recuperação estrutural, tendo em vista sua complexidade.

## 4.2 Lajes fissuradas e com deformação excessiva (LFDEF)

### 4.2.1 Diagnóstico

As lajes L3, L9, L10 e L11 apresentaram deformações dentro da aceitabilidade sensorial definida na Tabela 13 da NBR 6118 (ABNT, 2014). A laje L18 não foi possível avaliar, considerando uma expansão naquela região. Em adição, foram identificadas deformações excessivas em várias lajes. As lajes L1, L2, L4, L5, L6, L7, L8, L12, L13, L14, L15, L16, L17. Também se identificaram problemas de fissuração nas lajes L6, L7, L8, L12, L13, L14, L15, L16. Os problemas de fissuração e deformação excessiva nas lajes do sistema estão identificados na Figura 3.

**Figura 3** – Lajes com problemas de fissuração e deformação excessiva.



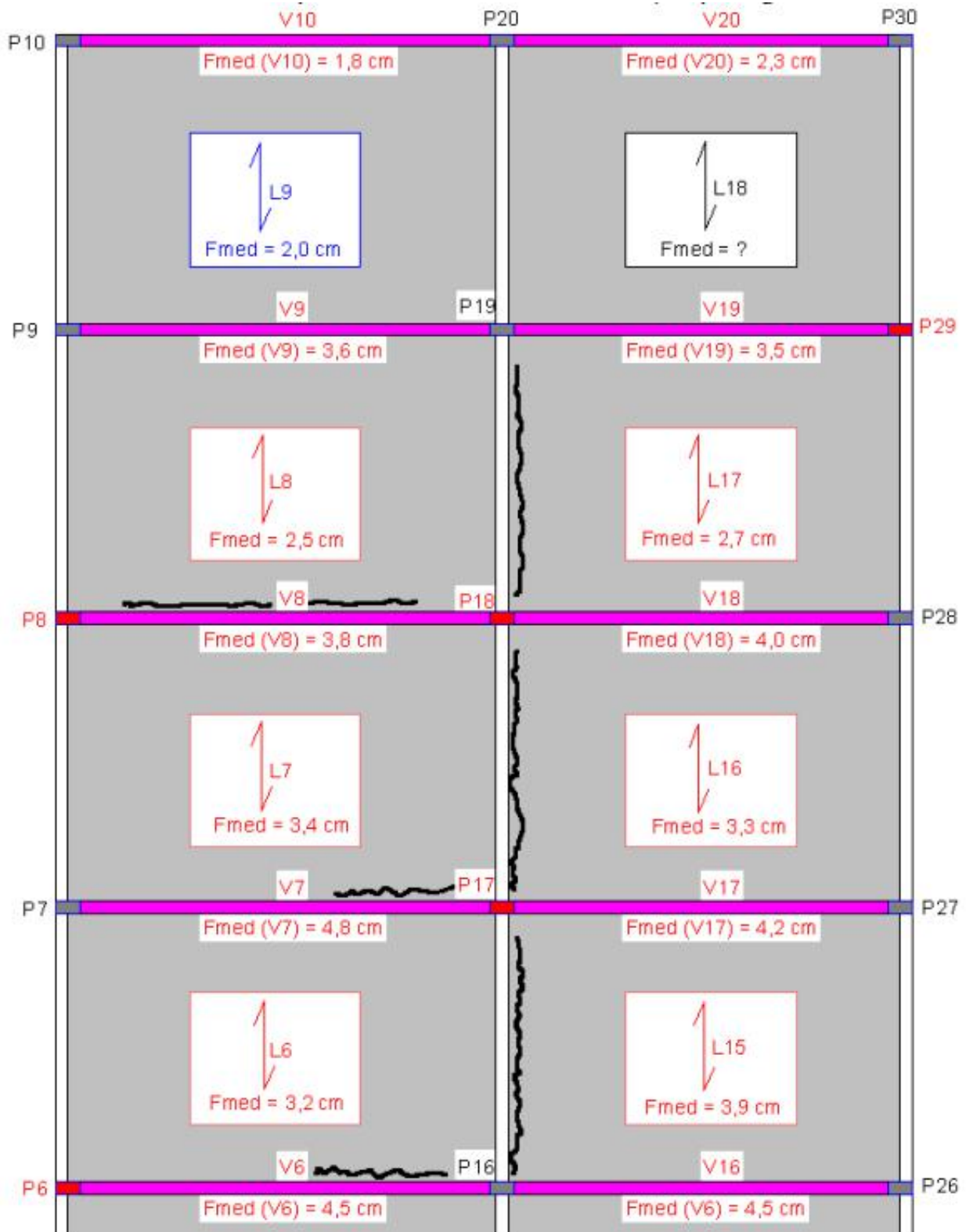


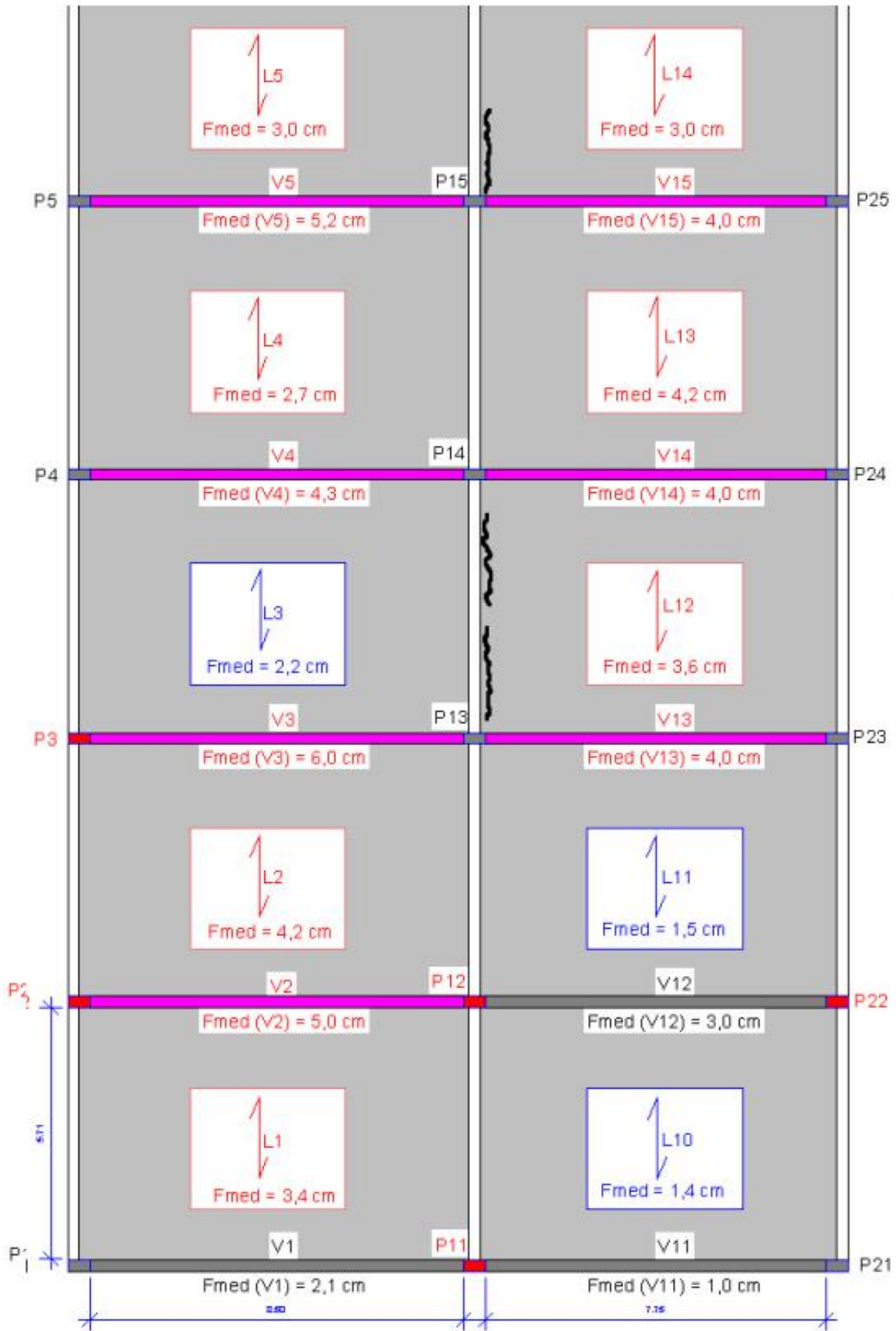


Fonte: Autores (2022).

Como a análise da Figura 3, a metodologia de medição das deformações está indicada com a linha em ponto diagonal, sendo medido o ponto médio, na região de maior deformação de cada laje. As demais imagens (Figura 3) denotam as deformações registradas. Nas duas últimas situações da mesma figura, também foram encontrados problemas de fissuração excessiva e rachaduras que chegaram a 50mm. Na Figura 4 estão identificadas todas as lajes, vigas e pilares com suas respectivas deformações, bem como as fissuras localizadas em cada ponto identificado, durante o período de visita, assim como falhas endógenas. A carência de projeto durante o período das visitas técnicas para análise de sua efetividade, aliado a possíveis vícios construtivos de execução caracterização essa situação.

**Figura 4** – Croqui do sistema analisado e manifestações patológicas do sistema.





Fonte: Autores (2022).

Na Figura 4 estão identificadas todas as lajes, vigas e pilares com suas respectivas deformações, bem como as fissuras localizadas em cada ponto identificado, durante o período de visita, assim como falhas endógenas. A carência de projeto durante o período das visitas técnicas para análise de sua efetividade, aliado a possíveis vícios construtivos de execução caracterizam essa situação.

#### 4.2.2 Tratamento

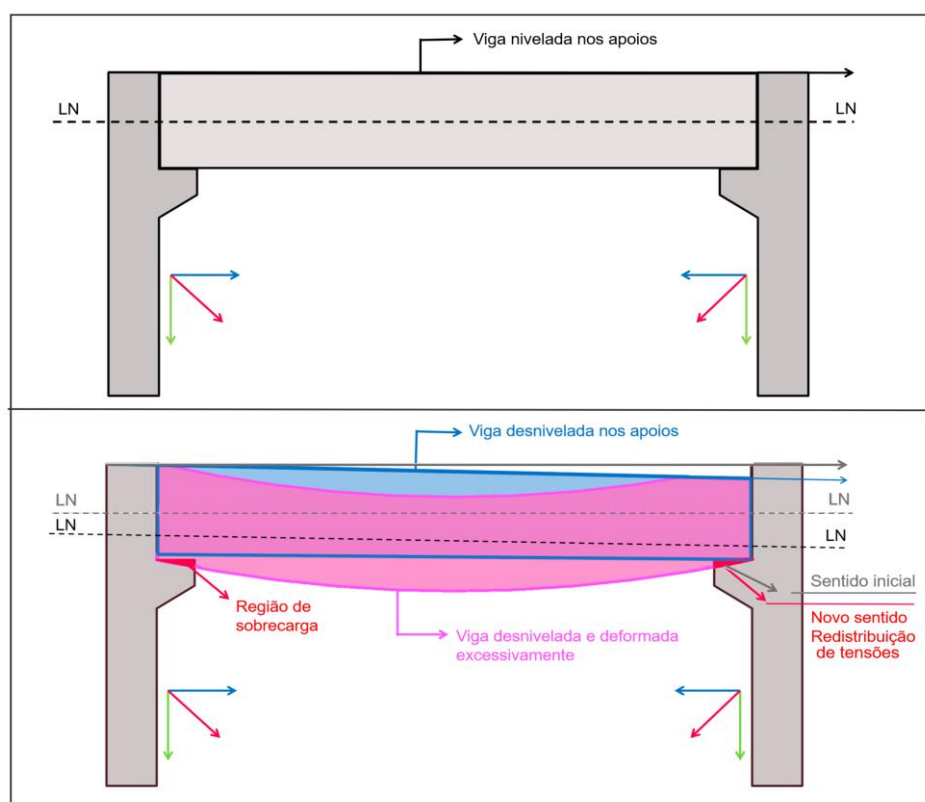
Escorar as lajes que apresentam problema em sua totalidade, realizar um projeto de reforço estrutural, considerando a necessidade de cessar o processo deletério, dar nova capacidade resistente à mesma e garantir seu desempenho em serviço. Bem como reparos superficiais com protetor de armadura, graute nas fissuras e novo reboco só irão maquiagem o problema e torná-lo mais grave, a curto prazo. Assim, o projeto de reforço, bem como sua execução deve ser realizado por profissional/empresa qualificado(a) da área de estruturas/recuperação estrutural, tendo em vista sua complexidade.

### 4.3 Consolo de pilares e vigas com problemas de fissuração (CVPF)

#### 4.3.1 Diagnóstico

Deformações excessivas nas vigas que se apoiam nos consolos aliados a apoios dos pilares fora de nível podem promover um acréscimo e redistribuição de tensões não previstas nessa região e assim, ser estabelecido um processo de fissuração. Nas Figuras 5 e 6, problemas de fissuração e as diferenças de nível com suas resultantes estão apresentados.

**Figura 5** – Esquema da redistribuição de tensões não previstas.



Fonte: Autores (2022).

A figura 5 apresenta o processo de fissuração decorrente da sobrecarga nos consolos causada pelo desnivelamento, resultando em uma deformação excessiva na viga.

**Figura 6** – Consolo de pilares com problemas.



Fonte: Autores (2022).

Os aspectos das fissuras (Figura 6) caracterizam a possibilidade de problema de sobrecarga por redistribuição de tensões. Regiões de máxima solicitação desse tipo de esforço, próximo aos apoios, aliado à direção das fissuras a 45° destacam que a peça está sendo solicitada por esforço de cisalhamento de modo mais elevado do que ela foi projetada para ser. Na Figura 5, esse desnível entre apoios gera uma resultante de forças que não é inicialmente prevista quando o sistema é composto por apoios nivelados. Essa resultante modifica o comportamento do sistema frente a redistribuição dos esforços, o que, juntamente com as grandes deformações das vigas, podem ter resultado os problemas indicados.

Referente aos desníveis, a Tabela 1 indica os valores correspondentes e os pilares incidentes. Na Figura 4, a indicação de cada pilar pode ser identificada.

**Tabela 1** – Desníveis entre apoios dos pilares.

<b>Alinhamento pilares</b>	<b>Viga que se apoia</b>	<b>Desnível identificado</b>
P1-P11	V1	0 cm
P2-P12	V2	3 cm
P3-P13	V3	2 cm
P4-P14	V4	1 cm
P5-P15	V5	1 cm
P6-P16	V6	2 cm
P7-P17	V7	3 cm
P8-P18	V8	0 cm
P9-P19	V9	3 cm
P10-P20	V10	0 cm
P1-P11	V11	0 cm
P2-P12	V12	0 cm
P3-P13	V13	1 cm
P4-P14	V14	3,7 cm
P5-P15	V15	1 cm
P6-P16	V16	0 cm
P7-P17	V17	1,5 cm
P8-P18	V18	1 cm
P9-P19	V19	3 cm
P10-P20	V20	2,3 cm

Fonte: Autores (2022).

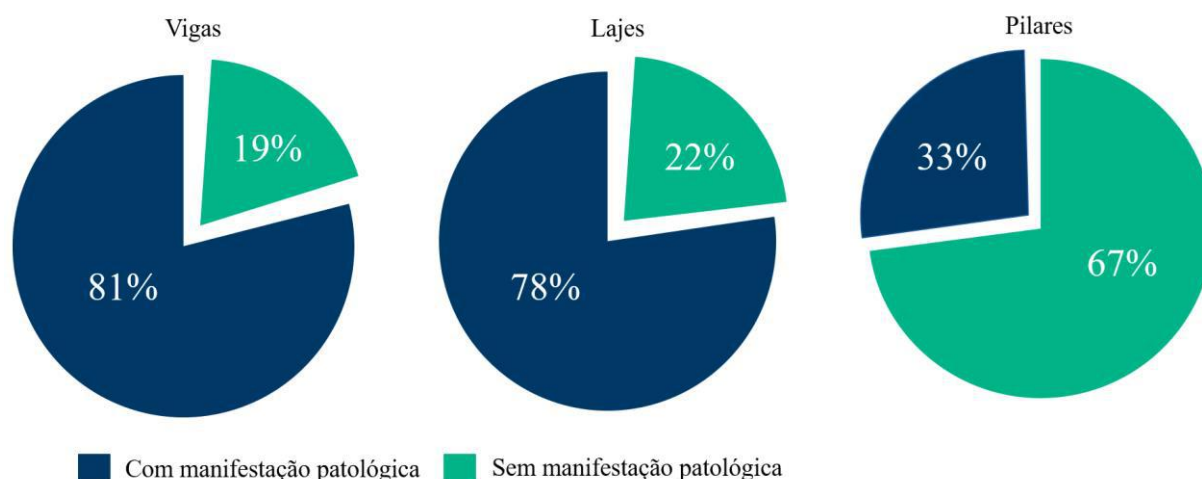
Como pode ser observado, os desníveis identificados variam entre 1 à 3,7 cm, existindo porém, alguns pilares que não apresentaram desníveis, como exemplo P1-P11, P8-P18, P10-P20, P2-P12 e P6-P16.

#### **4.3.2 Tratamento**

Proceder o escoramento das lajes que apresentam problema em sua totalidade, realizar um projeto de reforço estrutural, considerando a necessidade de cessar o processo deletério, dar nova capacidade resistente à mesma e garantir seu desempenho em serviço. Reparos superficiais com protetor de armadura, graute nas fissuras e novo reboco só irão maquiar o problema e torná-lo mais grave, a curto prazo. Assim, o projeto de reforço, bem como sua execução deve ser realizado por profissional/empresa qualificado(a) da área de estruturas/recuperação estrutural, tendo em vista sua complexidade.

Na Figura 7, é demonstrado o apanhado geral das falhas encontradas nos elementos estruturais da edificação estudada.

**Figura 7** – Gráfico da porcentagem das falhas encontradas na edificação.



Fonte: Autores (2022).

Deste modo, observa-se que foram encontradas falhas em grande parte dos elementos estruturais, tendo 81% das vigas apresentando grandes deformações, 78% das lajes com fissuras e 33% dos pilares com problemas.

## 5. Ensaio de esclerometria

### 5.1 Controle tecnológico do Concreto

O ensaio de esclerometria é um método comumente utilizado para estabelecer o valor aproximado da resistência à compressão superficial do concreto endurecido e de sua uniformidade. O ensaio supracitado é executado por meio de ensaios destrutivos de corpos de provas cilíndricos, com foco na qualidade do material em questão a ser utilizado na obra.

Na edificação, não se obteve como fonte de pesquisa resultados dos corpos de prova do concreto empregado na obra, logo, o ensaio esclerométrico neste caso foi realizado nos pilares e vigas do pavimento térreo da edificação.

### 5.2 Ensaio de Esclerometria

Foram realizados ensaios em 28 pilares e 20 vigas localizados no pavimento térreo, para estimar a resistência in loco do sistema estrutural. Tem-se um ensaio onde em cada área foram realizados 16 impactos, obteve-se 16 índices esclerométricos, os quais foram analisados para definir a dureza superficial do concreto do sistema (Tabelas 2 a 14).

**Tabela 2** - Determinação do índice esclerométrico e resistência dos pilares P1-P4.

Linha	Determinação do valor do Índice Esclerométrico (IE)															
	Pilares do Pavimento Térreo															
	P1				P2				P3				P4			
1	40	38	36	36	28	36	36	32	34	34	36	38	34	34	32	36
2	38	36	38	38	32	30	32	32	34	32	38	36	34	32	30	36
3	40	42	38	38	34	30	34	34	30	36	32	36	34	32	32	34
4	38	38	38	40	36	32	30	32	36	34	34	32	32	36	38	34
Média	38,25				32,5				34,5				33,75			
>10%	42,08				35,75				37,95				37,13			
<10%	34,43				29,25				31,05				30,38			
Média Real	38,25				32,0				34,31				33,71			
Média Adotada	38,25				32,0				34,3				33,7			
<b>Fck Estimado</b>	<b>36 MPa</b>				<b>26 MPa</b>				<b>30 MPa</b>				<b>29 MPa</b>			

Fonte: Autores (2022).

Os pilares de 1 a 4 obtiveram uma disparidade de até 10MPa entre si, de acordo com o Fck estimado.

**Tabela 3** - Determinação do índice esclerométrico e resistência dos pilares P5-P8.

<b>Determinação do valor do Índice Esclerométrico (IE)</b>																
<b>Linha</b>	<b>Pilares do Pavimento Térreo</b>															
	<b>P5</b>				<b>P6</b>				<b>P7</b>				<b>P8</b>			
1	34	36	30	34	36	38	40	40	36	38	38	38	38	36	34	32
2	36	34	38	34	42	38	38	40	38	38	38	38	36	32	36	36
3	36	32	34	34	36	36	40	38	38	38	38	38	36	34	34	36
4	36	36	34	30	38	36	38	38	38	38	38	40	32	36	36	34
Média	34,25				38,25				38,0				34,88			
>10%	37,68				42,08				41,8				38,36			
<10%	30,83				34,43				34,2				31,39			
Média Real	34,62				38,25				38,0				34,88			
Média Adotada	34,6				38,25				38,0				34,9			
<b>Fck Estimado</b>	<b>30 MPa</b>				<b>36 MPa</b>				<b>36 MPa</b>				<b>31 MPa</b>			

Fonte: Autores (2022).

Já os pilares de 5 a 8, apresentam variação menor entre si e resistência mais elevada coMParado aos pilares de 1 a 4.

**Tabela 4** - Determinação do índice esclerométrico e resistência dos pilares P9-P12.

<b>Determinação do valor do Índice Esclerométrico (IE)</b>																
<b>Linha</b>	<b>Pilares do Pavimento Térreo</b>															
	<b>P9</b>				<b>P10</b>				<b>P11</b>				<b>P12</b>			
1	40	38	38	34	38	38	40	38	32	28	28	32	36	36	38	36
2	34	38	38	38	36	36	40	36	32	30	30	30	36	34	36	32
3	36	40	38	30	40	34	38	36	34	28	32	32	32	34	34	34
4	38	40	36	34	36	38	38	36	32	30	30	28	34	34	36	32
Média	36,88				37,38				30,5				34,63			
>10%	40,56				41,11				33,55				38,09			
<10%	33,19				33,64				27,45				31,16			
Média Real	37,33				37,47				30,27				34,63			
Média Adotada	37,3				37,5				30,3				34,6			
<b>Fck Estimado</b>	<b>35 MPa</b>				<b>36 MPa</b>				<b>24 MPa</b>				<b>30 MPa</b>			

Fonte: Autores (2022).

O pilar 11 apresenta um valor de resistência bem inferior ao pilar 10 e 12, podendo sobrecarregá-los e provando a falta de execução e/ou projeto adequados.



**Tabela 5** - Determinação do índice esclerométrico e resistência dos pilares P13-P16.

<b>Determinação do valor do Índice Esclerométrico (IE)</b>																
Linha	<b>Pilares do Pavimento Térreo</b>															
	<b>P13</b>				<b>P14</b>				<b>P15</b>				<b>P16</b>			
1	40	34	32	34	42	42	38	34	38	32	26	32	38	38	38	38
2	34	34	34	34	40	36	36	38	34	34	32	36	36	36	40	38
3	36	30	32	34	40	40	36	38	34	34	32	28	40	36	38	36
4	34	36	32	28	40	40	38	38	32	30	32	26	36	38	38	36
Média	33,63				38,50				32,0				37,5			
>10%	36,99				42,35				35,2				41,25			
<10%	30,26				34,65				28,8				33,75			
Média Real	33,85				38,8				32,55				37,5			
Média Adotada	33,85				38,8				32,55				37,5			
<b>Fck Estimado</b>	<b>29 MPa</b>				<b>38 MPa</b>				<b>27 MPa</b>				<b>35 MPa</b>			

Fonte: Autores (2022).

O pilar 14 foi o que apresentou a maior resistência de todos os pilares, atingindo o valor de 38MPa.

**Tabela 6** - Determinação do índice esclerométrico e resistência dos pilares P17-P20.

<b>Determinação do valor do Índice Esclerométrico (IE)</b>																
Linha	<b>Pilares do Pavimento Térreo</b>															
	<b>P17</b>				<b>P18</b>				<b>P19</b>				<b>P20</b>			
1	40	36	38	36	36	32	34	38	30	30	28	36	40	36	36	44
2	38	38	36	36	36	34	36	36	30	32	34	36	50	34	40	34
3	36	36	36	36	36	36	34	40	30	32	32	30	38	34	36	30
4	40	36	36	36	34	32	34	40	30	30	26	28	44	36	38	30
Média	36,88				35,5				30,88				37,5			
>10%	40,56				39,05				33,96				41,25			
<10%	33,19				31,95				27,79				33,75			
Média Real	36,88				34,86				30,17				36,55			
Média Adotada	36,9				34,85				30,2				36,55			
<b>Fck Estimado</b>	<b>34 MPa</b>				<b>31 MPa</b>				<b>24 MPa</b>				<b>34 MPa</b>			

Fonte: Autores (2022).

Mais uma vez, é notável uma grande disparidade de valores em pilares adjacentes. Enquanto o pilar 19 apresentou uma resistência de 24 MPa, os pilares 18 e 20 atingem valores superiores a 30 MPa.

**Tabela 7-** Determinação do índice esclerométrico e resistência dos pilares P21-P24.

<b>Determinação do valor do Índice Esclerométrico (IE)</b>																
Linha	<b>Pilares do Pavimento Térreo</b>															
	<b>P21</b>				<b>P22</b>				<b>P23</b>				<b>P24</b>			
1	36	34	36	36	-	-	-	-	28	34	32	34	32	28	30	28
2	30	32	32	34	-	-	-	-	28	28	28	36	30	28	28	32
3	30	32	32	40	-	-	-	-	32	28	28	32	30	28	34	34
4	26	28	32	34	-	-	-	-	28	32	30	34	34	28	28	34
Média	32,75				-				30,75				30,38			
>10%	36,03				-				33,83				33,41			
<10%	29,48				-				27,68				27,34			
Média Real	33,08				-				29,5				29,17			
Média Adotada	33,10				-				29,5				29,2			
<b>Fck Estimado</b>	<b>28 MPa</b>				<b>-</b>				<b>23 MPa</b>				<b>22 MPa</b>			

Fonte: Autores (2022).

O pilar P22 não foi avaliado em função da superfície de ensaio não ter apresentado a condição mínima para ensaio. E o pilar 24 apresentou a menor resistência de todos os pilares avaliados.

**Tabela 8 -** Determinação do índice esclerométrico e resistência dos pilares P25-P28.

<b>Determinação do valor do Índice Esclerométrico (IE)</b>																	
Linha	<b>Pilares do Pavimento Térreo (Posição A do Esclerômetro)</b>																
	<b>P25</b>				<b>P26</b>				<b>P27</b>				<b>P28</b>				
1	30	32	32	30	36	32	32	38	38	30	32	32	34	34	34	34	28
2	30	30	30	28	30	30	26	28	34	32	30	36	34	30	28	28	28
3	30	28	32	30	32	32	30	34	34	34	34	36	32	34	32	28	28
4	28	28	28	26	28	30	34	36	34	36	32	30	34	30	28	30	30
Média	29,5				31,75				33,38				31,13				
>10%	32,45				34,93				36,71				34,24				
<10%	26,55				28,58				30,04				28,01				
Média Real	29,73				31,6				33,83				32,55				
Média Adotada	29,7				31,6				33,8				32,55				
<b>Fck Estimado</b>	<b>23 MPa</b>				<b>26 MPa</b>				<b>29 MPa</b>				<b>27 MPa</b>				

Fonte: Autores (2022).

O pilar 25 é o segundo de menor resistência de todos os avaliados.

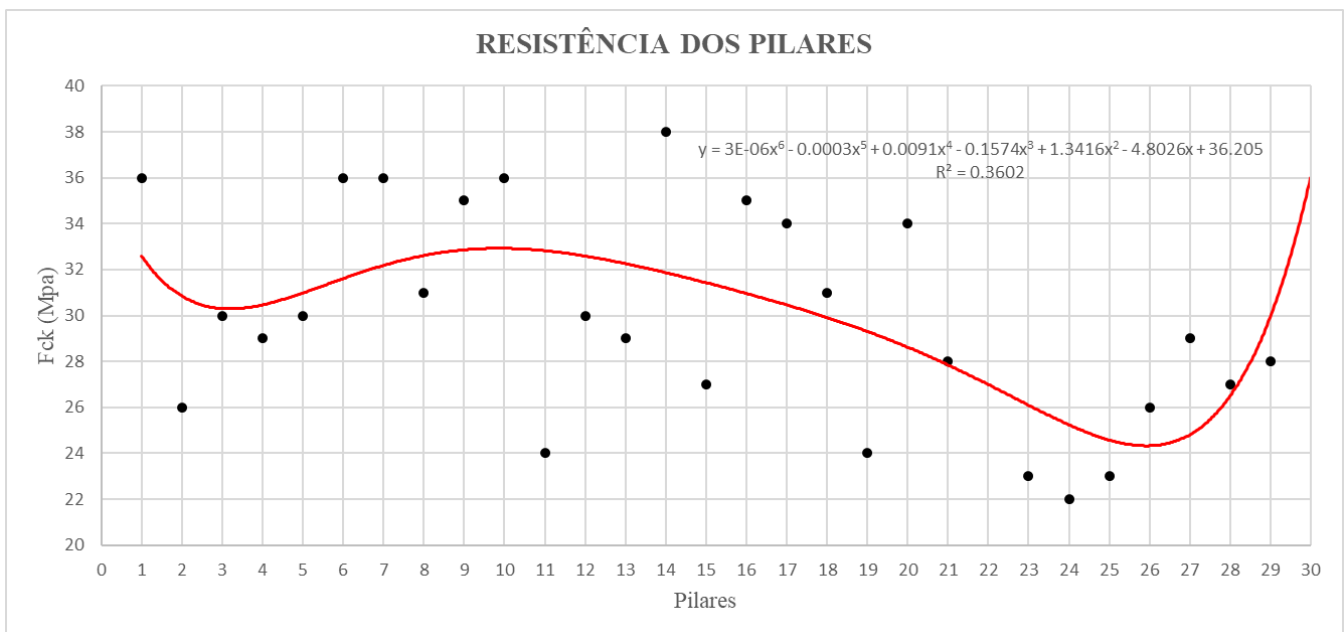
**Tabela 9** - Determinação do índice esclerométrico e resistência dos pilares P29-P30.

Determinação do valor do Índice Esclerométrico (IE)									
Linha	Pilares do Pavimento Térreo								
	P29				P30				
1	36	30	30	30	-	-	-	-	-
2	34	34	36	30	-	-	-	-	-
3	36	32	34	32	-	-	-	-	-
4	36	34	32	30	-	-	-	-	-
Média	32,88				-				
>10%	36,16				-				
<10%	29,59				-				
Média Real	32,88				-				
<b>Média Adotada</b>	<b>32,9</b>				<b>-</b>				
<b>Fck Estimado</b>	<b>28 MPa</b>				<b>-</b>				

Fonte: Autores (2022).

O pilar P30 não foi avaliado em função da superfície de ensaio não ter apresentado a condição mínima para ensaio. Com a análise dos dados foi possível montar um gráfico resumindo todas as resistências determinadas pelos ensaios (Figura 8).

**Figura 8** – Gráfico com relação entre as resistências dos pilares.



Fonte: Autores (2022).

Com a análise dos dados e através do gráfico acima, foi possível determinar que a menor resistência identificada foi de 22 MPa, e o maior de 38 MPa, com os demais variando nesse intervalo de valores, o que demonstra instabilidade e prováveis erros construtivos que geraram as diferenças nas resistências.

De modo análogo, seguem os dados dos ensaios esclerométricos nas vigas:

**Tabela 10** - Determinação do índice esclerométrico e resistência das vigas V1-V4.

<b>Determinação do valor do Índice Esclerométrico (IE)</b>																
Linha	<b>Vigas do Pavimento Térreo (Posição A do Esclerômetro)</b>															
	<b>V1</b>				<b>V2</b>				<b>V3</b>				<b>V4</b>			
1	36	36	40	32	28	28	28	28	34	34	30	28	36	34	34	34
2	36	32	34	34	28	34	26	26	26	30	32	28	32	30	34	36
3	32	36	32	34	28	28	28	34	32	32	28	30	34	34	34	36
4	32	36	32	32	36	34	34	30	32	28	30	28	34	34	34	34
Média	34,13				29,88				30,13				34,0			
>10%	37,54				32,86				33,14				37,4			
<10%	30,71				26,89				27,11				30,6			
Média Real	33,73				28,22				29,85				34,27			
Média Adotada	33,7				28,2				29,85				34,3			
<b>Fck Estimado</b>	<b>29 MPa</b>				<b>20 MPa</b>				<b>23 MPa</b>				<b>30 MPa</b>			

Fonte: Autores (2022).

A viga 2 possui a menor resistência entre todas as vigas avaliadas, atingindo apenas 20 MPa.

**Tabela 11** - Determinação do índice esclerométrico e resistência das vigas V5-V8.

<b>Determinação do valor do Índice Esclerométrico (IE)</b>																
Linha	<b>Vigas do Pavimento Térreo (Posição A do Esclerômetro)</b>															
	<b>V5</b>				<b>V6</b>				<b>V7</b>				<b>V8</b>			
1	32	32	34	30	32	34	26	28	32	34	36	32	28	28	28	28
2	34	32	32	30	30	28	32	28	34	34	36	38	34	32	26	36
3	32	36	28	32	32	30	32	34	36	32	32	32	34	34	26	28
4	34	34	34	32	32	30	32	32	38	36	32	32	32	34	30	34
Média	32,38				30,75				34,13				30,75			
>10%	35,61				33,83				37,54				33,83			
<10%	29,14				27,68				30,71				27,68			
Média Real	32,43				30,62				33,57				29,25			
Média Adotada	32,4				30,6				33,6				29,25			
<b>Fck Estimado</b>	<b>27 MPa</b>				<b>24 MPa</b>				<b>29 MPa</b>				<b>22 MPa</b>			

Fonte: Autores (2022).

A viga 8 possui a segunda menor resistência entre todas as vigas avaliadas, atingindo apenas 22 MPa de acordo com o Fck estimado.

**Tabela 12** - Determinação do índice esclerométrico e resistência das vigas V9-V12.

<b>Determinação do valor do Índice Esclerométrico (IE)</b>																
Linha	<b>Vigas do Pavimento Térreo (Posição A do Esclerômetro)</b>															
	<b>V9</b>				<b>V10</b>				<b>V11</b>				<b>V12</b>			
1	34	30	28	28	32	30	32	28	34	36	36	34	34	36	36	38
2	28	34	34	32	28	30	28	30	36	40	36	34	36	38	38	40
3	34	28	32	32	32	32	32	30	38	38	38	36	38	36	38	36
4	32	32	28	30	36	32	32	34	36	36	34	36	36	38	36	30
Média	31,0				31,13				36,13				36,5			
>10%	34,1				34,24				39,74				40,15			
<10%	27,9				28,01				32,51				32,85			
Média Real	31,0				31,5				35,87				36,93			
Média Adotada	31,0				31,5				35,9				36,9			
<b>Fck Estimado</b>	<b>24 MPa</b>				<b>25 MPa</b>				<b>32 MPa</b>				<b>34 MPa</b>			

Fonte: Autores (2022).

A viga 12 apresenta maior resistência entre todas as vigas avaliadas, atingindo o valor de 34 MPa.

**Tabela 13** - Determinação do índice esclerométrico e resistência das vigas V13-V16.

<b>Determinação do valor do Índice Esclerométrico (IE)</b>																
Linha	<b>Vigas do Pavimento Térreo (Posição A do Esclerômetro)</b>															
	<b>V13</b>				<b>V14</b>				<b>V15</b>				<b>V16</b>			
1	32	34	30	36	28	36	34	42	32	30	36	28	34	34	30	30
2	34	34	32	30	36	34	34	34	34	28	30	36	30	32	30	34
3	30	30	30	36	30	34	30	32	32	34	32	34	30	34	28	32
4	34	36	34	34	32	34	30	36	32	34	30	36	28	32	30	34
Média	32,88				33,5				32,38				31,38			
>10%	36,16				36,85				35,61				34,51			
<10%	29,59				30,15				29,14				28,24			
Média Real	32,88				34,18				32,18				31,86			
Média Adotada	32,9				34,2				32,2				31,85			
<b>Fck Estimado</b>	<b>28 MPa</b>				<b>30 MPa</b>				<b>27 MPa</b>				<b>26 MPa</b>			

Fonte: Autores (2022).

As vigas de 13 a 16 obtiveram diferença de apenas 4 MPa entre si.

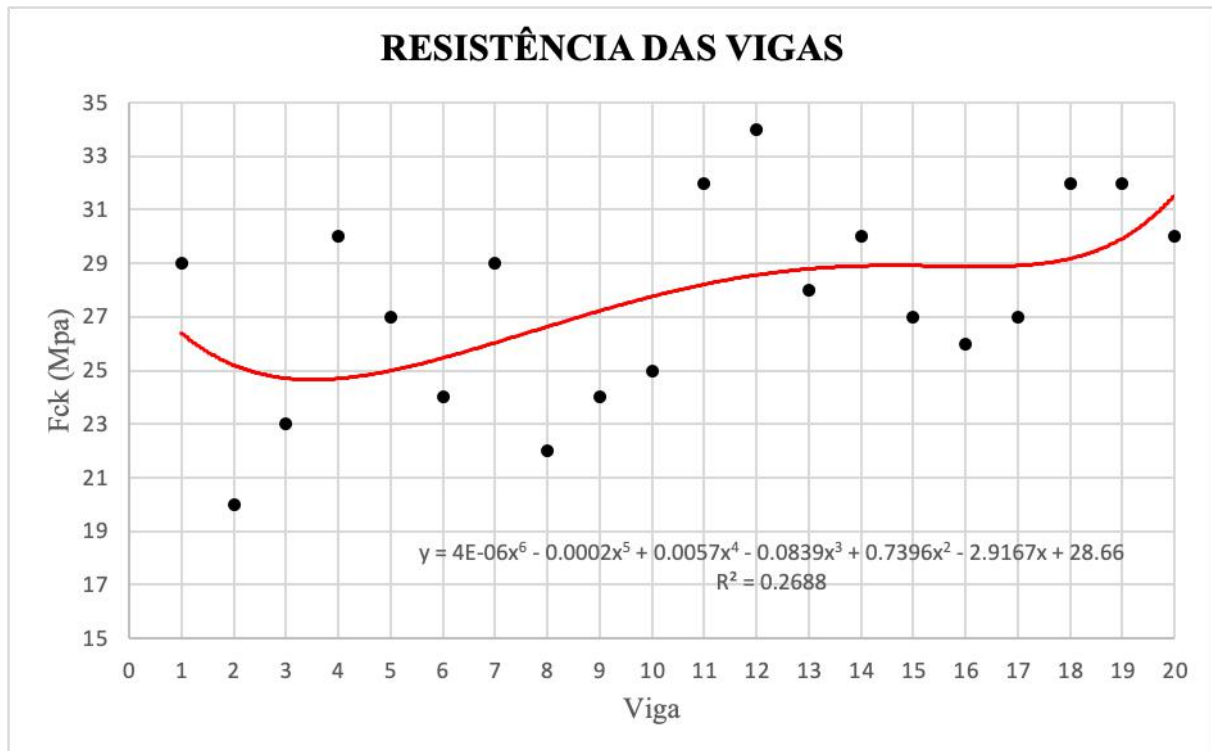
**Tabela 14** - Determinação do índice esclerométrico e resistência das vigas V17-V20.

Determinação do valor do Índice Esclerométrico (IE)																
Linha	Vigas do Pavimento Térreo (Posição A do Esclerômetro)															
	V17				V18				V19				V20			
1	30	32	30	36	30	38	34	36	36	34	36	36	34	32	34	36
2	28	36	28	34	36	30	36	36	34	34	36	38	32	34	34	36
3	32	34	34	32	36	34	36	36	34	36	36	34	32	28	36	36
4	30	36	32	34	34	36	34	30	38	34	32	34	36	40	36	36
Média	32,38				34,5				35,13				34,5			
>10%	35,61				37,95				38,64				37,95			
<10%	29,14				31,05				31,61				31,05			
Média Real	32,18				35,33				35,13				34,57			
Média Adotada	32,2				35,3				35,1				34,6			
<b>Fck Estimado</b>	<b>27 MPa</b>				<b>32 MPa</b>				<b>32 MPa</b>				<b>30 MPa</b>			

Fonte: Autores (2022).

As vigas 18 e 19, apresentaram valores iguais em resistência, medindo 32 MPa. Da mesma forma, após a análise dos dados foi possível montar um gráfico resumindo todas as resistências determinadas pelos ensaios (Figura 9).

**Figura 9** – Gráfico com relação entre as resistências das vigas.

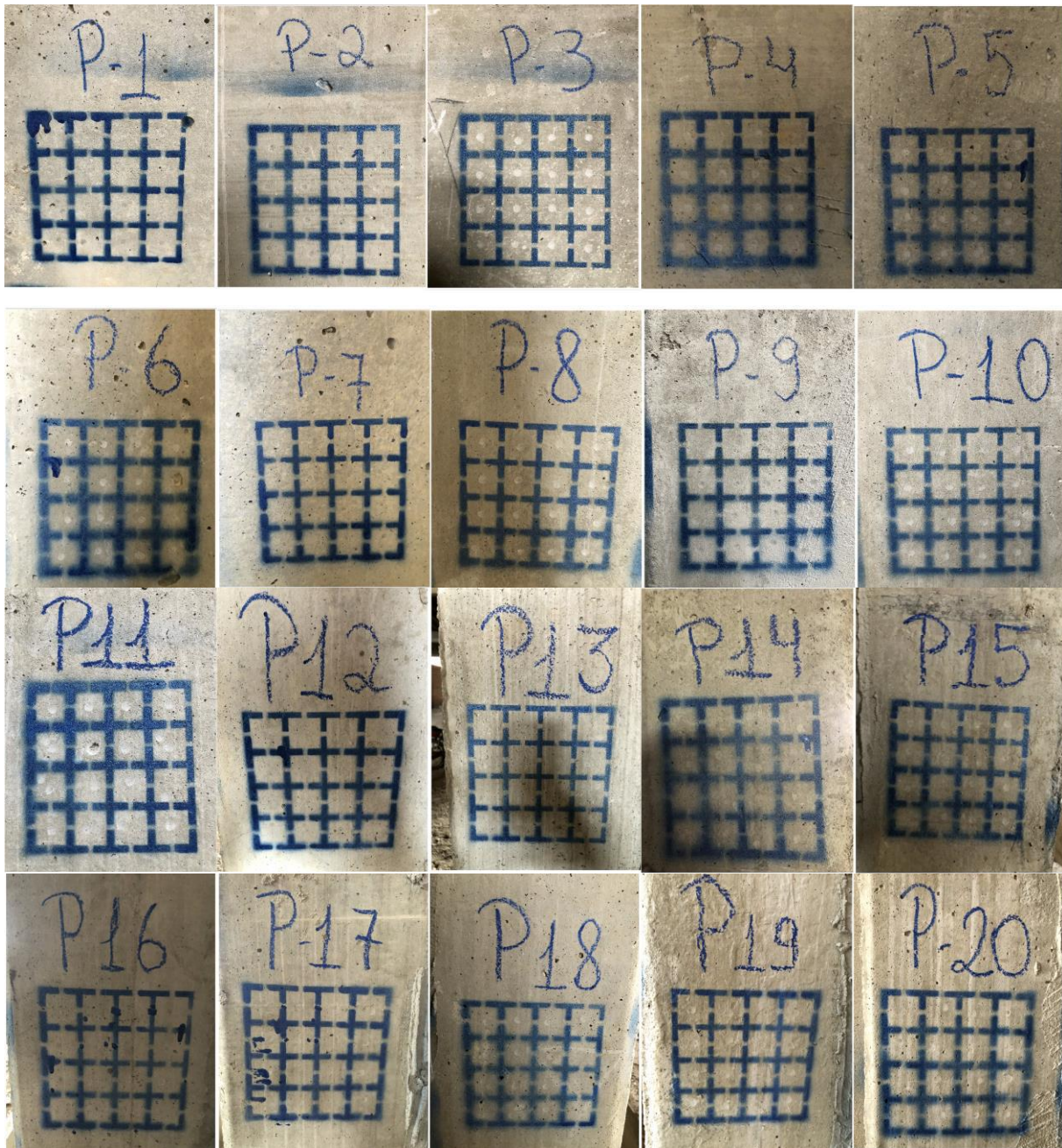


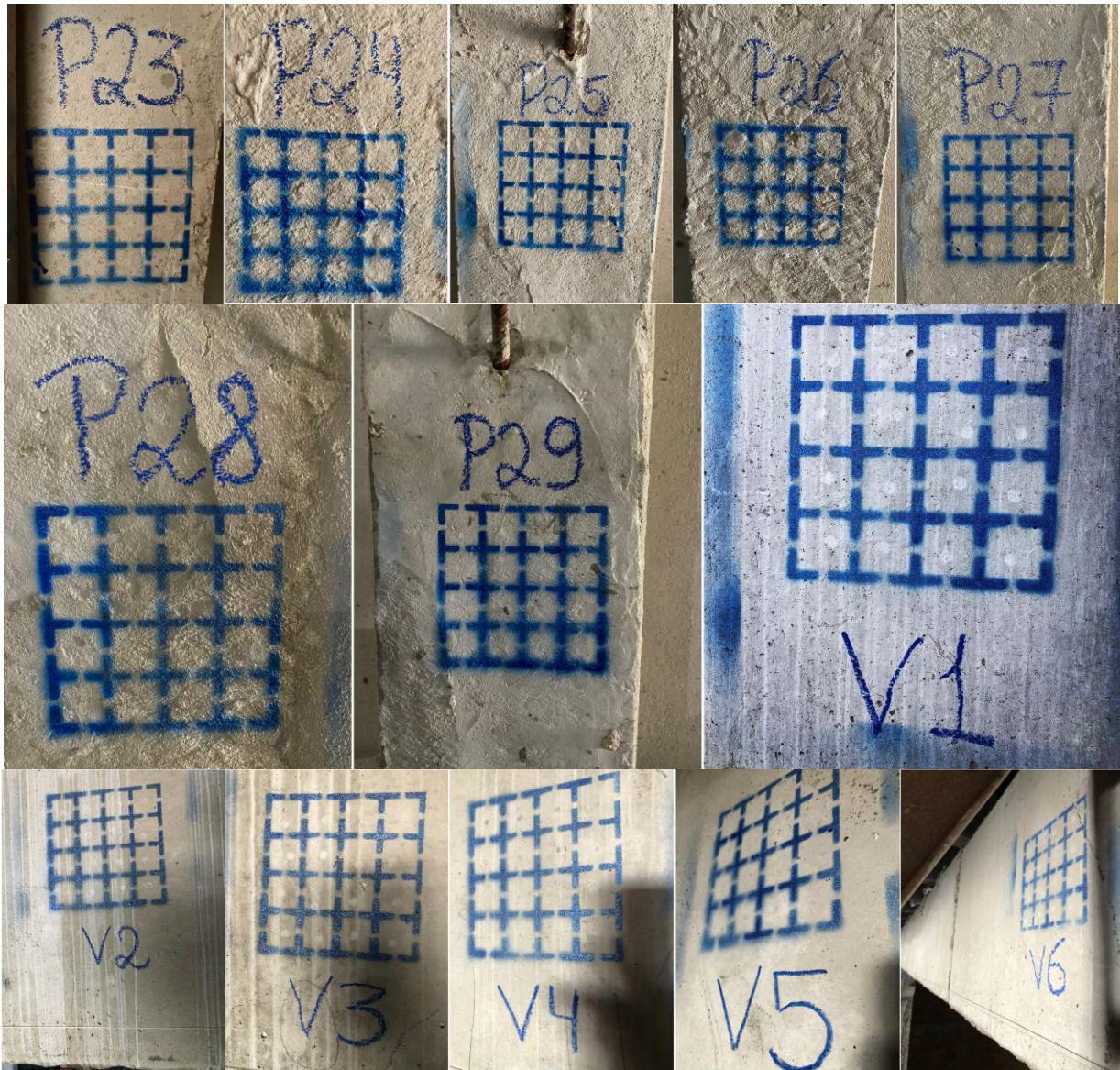
Fonte: Autores (2022).

Com a análise dos dados e através do gráfico acima, foi possível determinar que a menor resistência identificada foi de 20 MPa, e o maior de 34 MPa, com os demais variando nesse intervalo de valores, o que demonstra instabilidade e prováveis erros construtivos que geraram as diferenças nas resistências.

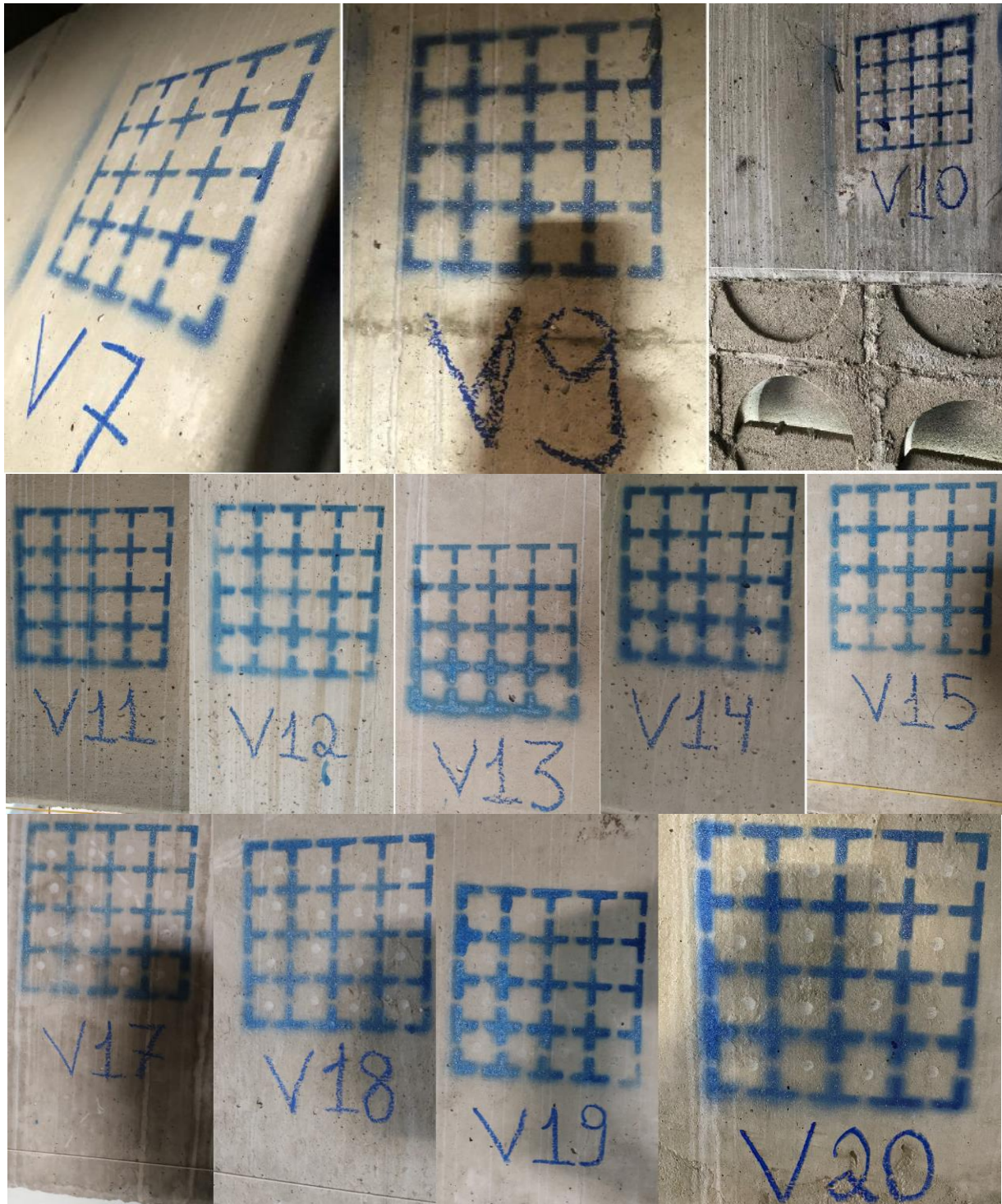
Na Figura 10, as amostras finais dos ensaios de esclerometria dos pilares analisados podem ser identificadas.

**Figura 10** – Ensaio de esclerometria dos pilares e vigas avaliados.









Fonte: Autores (2022).

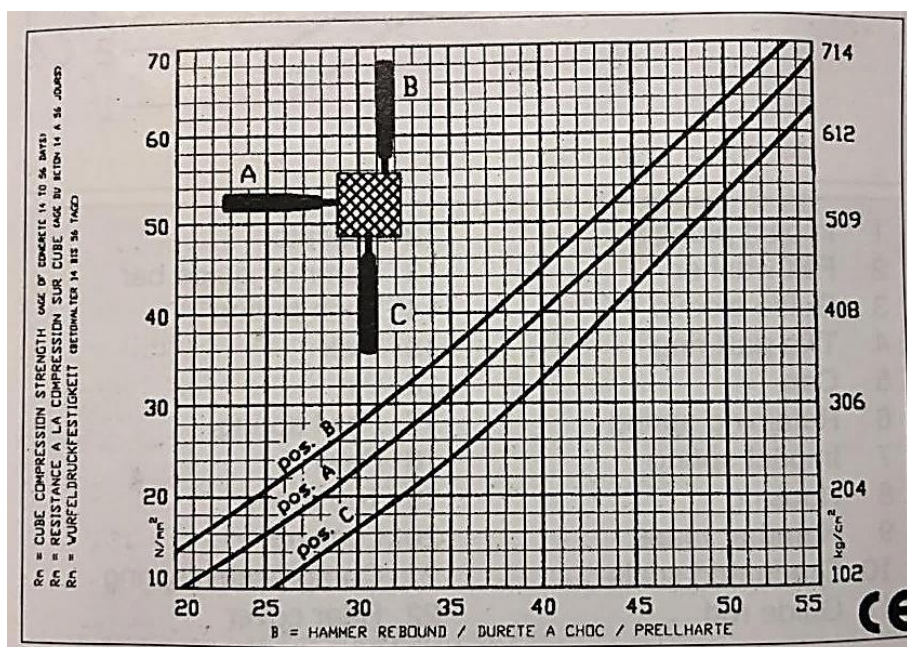
A nomenclatura adotada para numeração dos pilares e vigas foi realizada de maneira aleatória, tomando como base a identificação de suas posições relativas na planta no momento da vistoria (Figura 4)

Não foram identificados grandes problemas na realização do ensaio de esclerometria, mesmo em alguns casos identificando-se condições não satisfatórias da superfície. Nesses casos isolados, foram descartadas as amostras (P22 e P30).

Em cara área, foi obtida a média aritméticas dos pontos, de 1 a 16. Em seguida, de acordo com a NBR 7584 (ABNT, 2012), foram descartados os índices esclerométricos dos pontos que tivessem valor superior ou inferior a 10% do valor da média aritmética. Com esses índices excluídos, recalcula-se uma nova média (média real) com os valores que

permaneceram. A média real corresponde a dureza superficial do concreto, e não a resistência a compressão axial deste. Para obter-se a resistência do concreto endurecido a partir da dureza superficial, se dar através de curvas de correlação entre essas grandezas (Figura 11).

**Figura 11** – Curvas de correlação entre a dureza superficial e a resistência à compressão.



Fonte: Adaptado de Escobar, Cruz e Fabro (2008).

Na Figura 11, observam-se as curvas de correlação entre a dureza superficial e a resistência do concreto. Para este estudo, como foi utilizado o esclerômetro horizontalmente, com a curva utilizada na posição A.

Desse modo, considerando as médias dos índices esclerométricos adotados dos pilares e vigas avaliados, todos os valores correspondentes às resistências características do concreto foram determinados, variando-se de 20 a 36 MPa de resistência característica.

## 6. Resultados dos ensaios de esclerometria

### 6.1 Conceito

Para a análise das anomalias e falhas detectadas na inspeção predial, foi adotado o critério da Análise de Risco, que tem por finalidade o estudo das detecções, vulnerabilidades, impactos, ameaças, contingências e ações fundamentais para garantia da condição essencial de habitação. Com esse critério, classificação dos riscos é realizada com a detecção dos pontos que possibilitam a redução, transferência ou eliminação dos riscos, por meio de ações e estratégias econômicas e viáveis.

### 6.2 Metodologia da Classificação: Gravidade, Urgência e Tendência (GUT)

A classificação da ordem de prioridades das falhas segue conforme Tabelas 19, 20 e 21.

**Tabela 15** – Classificação da Gravidade.

GRAU	GRAVIDADE	PESO
Total	Perda de vidas humanas, do meio ambiente ou do edifício.	10
Alta	Ferimentos em pessoas, danos ao meio ambiente ou edifício.	8
Média	Desconforto, deterioração do meio ambiente ou do edifício.	6
Baixa	Pequenos incômodos ou pequenos prejuízos financeiros.	3
Nenhuma	-----	1

Fonte: Colenghi (2007).

A Tabela 15 avalia a gravidade das falhas de acordo com a prioridade de resolução, variando de peso 10 (gravidade total) a 1 (nenhuma gravidade).

**Tabela 16** – Classificação da Urgência.

GRAU	URGÊNCIA	PESO
Total	Evento em ocorrência.	10
Alta	Evento prestes a ocorrer.	8
Média	Evento prognosticado para breve.	6
Baixa	Evento prognosticado para adiante.	3
Nenhuma	Evento imprevisto.	1

Fonte: Colenghi (2007).

Já na Tabela 16 é avaliado o grau de urgência, onde 10 representa o evento em ocorrência e 1 aponta um evento imprevisto.

**Tabela 17** – Classificação da Tendência.

GRAU	TENDÊNCIA	PESO
Total	Evolução imediata.	10
Alta	Evolução em curto prazo.	8
Média	Evolução em médio prazo.	6
Baixa	Evolução em longo prazo.	3
Nenhuma	Não vai evoluir	1

Fonte: Colenghi (2007).

Na Tabela 17, a avaliação é sobre a tendência, onde 10 é a evolução imediata e 1 não vai evoluir.

### 6.3 Ordem de Prioridades e Recomendações Técnicas

As anomalias e falhas constatadas na inspeção predial segue conforme a metodologia de propriedades (Tabela 18).

**Tabela 18** – Classificação das anomalias e falhas pelo sistema GUT.

AVALIAÇÃO DAS ANOMALIAS E FALHAS				
MANIFESTAÇÃO	G	U	T	GUT (Total)
VFDEF	10	10	10	30
CVPF	10	10	8	28
LFDEF	10	10	10	30

Fonte: Autores (2022).

Assim, é possível mensurar a gravidade, urgência e tendência (GUT) das manifestações patológicas detectadas e

descritas no quadro 2. Desse modo, a ordem de prioridades dos serviços de reparos das patologias, com suas respectivas recomendações técnicas, segue de acordo com a Tabela 19.

**Tabela 19** – Classificação pela ordem de prioridades.

<b>ORDEM DE PRIORIDADES</b>			
<b>Prioridades</b>	<b>Patologia</b>	<b>Manifestação Patológica</b>	<b>GUT</b>
1 <sup>a</sup>	VFDEF	Vigas fissuradas e com deformação excessiva	30
2 <sup>a</sup>	LFDEF	Lajes fissuradas e com deformação excessiva	30
3 <sup>a</sup>	CVPF	Consolo de pilares e vigas com problemas de fissuração	28

Fonte: Autores (2022).

Assim, verifica-se que a prioridade primária são os reparos nas vigas e lajes fissuradas e com deformação excessiva. Esses devem ser realizados em conjunto, pela necessidade imediata de reparos.

Como segunda prioridade, mas não menos importante, os consolos dos pilares e vigas com problemas de fissuração.

#### 6.4 Graus de Risco

De acordo com o Quadro 2, as anomalias e falhas existentes na edificação possuem classificação conforme a Tabela 20 que segue.

**Tabela 20** – Classificação em relação ao grau de risco.

<b>CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO GRAU DE RISCO</b>			
<b>PATOLOGIA</b>	<b>CRÍTICO</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MÍNIMO</b>
VFDEF	X		
CVPF	X		
LFDEF	X		

Fonte: Autores (2022).

### 7. Classificação do Estado de Manutenção

A classificação das edificações quanto ao estado de manutenção deve ser sempre fundamentada considerando os graus de risco e as intensidades das anomalias, bem como os níveis de aprofundamento da inspeção predial realizada (Tabela 21).

**Tabela 21** – Classificação em relação ao estado de manutenção.

<b>ESTADOS DE CONSERVAÇÃO</b>	
<b>CRÍTICO</b>	Quando o empreendimento apresenta anomalias e/ou falhas com grau de risco crítico.
<b>REGULAR</b>	Quando o empreendimento apresenta anomalias e/ou falhas com grau de risco regular.
<b>SATISFATÓRIO</b>	Quando o empreendimento não contém anomalias e/ou falhas significativas.

Fonte: Colenghi (2007).

Assim, considerando a classificação quanto ao Grau de Risco (Tabela 20), a classificação pela Ordem de Prioridades (Tabela 19) e o aprofundamento da inspeção, a qual enquadrou-se no Nível 1, o imóvel posiciona-se no patamar CRÍTICO, para as patologias VFDEF, CVPF e LFDEF. Em situação global, o imóvel se enquadra em estado CRÍTICO quanto ao seu estado de utilização, com necessidade imediata de intervenção para sanar os problemas de maiores prioridades, com tratamento contínuo das anomalias e falhas apontadas na atual inspeção.

## 8. Conclusão

As inspeções prediais são fundamentais para comprovar a qualidade e a segurança de uma edificação, evitando assim problemas de desempenho e acidentes provenientes de falhas na construção ou na manutenção.

Foram encontradas na estrutura estudada diversas anomalias endógenas, associadas à vícios construtivos, sendo possivelmente provenientes de falhas projetuais e de execução, as quais ocasionaram sérios riscos para toda edificação. Devido a isso, 81% das vigas apresentaram deformações, 33% dos pilares manifestaram problemas em seu alinhamento e consolos, e 78% das lajes sofreram fissuras.

Quaisquer das situações usuais em que a edificação inspecionada esteve imposta, como o estado de carregamento, condições básicas de projeto, condições de contorno como variação de temperatura, ação do vento, chuva, vícios construtivos, podem ter sido causas do surgimento e propagação do processo de fissuração. Isso porque durante o processo construtivo, situações foram realizadas de modo a selar a redução da vida útil de alguns elementos estruturais (vigas, pilares e lajes), tanto na etapa de planejamento quanto em execução.

Observa-se que as manifestações patológicas identificadas e classificadas como grau de risco crítico (se não forem tratadas) podem interferir no desempenho, extrapolando os estados limites de serviço, reduzindo a vida útil dos componentes construtivos e progredir ao colapso, respectivamente. Portanto, para que isso seja evitado, é trivial a implementação das medidas corretivas e reparos que constam nas recomendações técnicas, sendo estas orientadoras e pertinentes a cada evento identificado. Salienta-se, ainda, que algumas das patologias identificadas são de ordem contínua, não havendo garantias da total eliminação do processo de fissuração, nem de um possível aumento das deformações.

Por fim, recomenda-se a interdição da edificação, escoramento dos elementos estruturais com problemas, elaboração de um projeto de reforço estrutural por profissional habilitado e com experiência na área de recuperação de estruturas. Em adição, a execução desse projeto de reforço estrutural deve ser realizada por empresa especializada nesse tipo de serviço.

Diante disso como colaboração para trabalhos futuros é sugerido que seja produzido todos os cálculos para a construção estrutural necessária, constando quaisquer esforços e cargas previsto para aquele tipo de edificação. E um estudo adequado que possa analisar e gerar a indicação ideal para a melhor resistência e a durabilidade do concreto produzido para as peças estruturais, garantindo assim um bom nível de desempenho da estrutura.

## Referências

- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2004). *NBR 5410 - Revisada 2008. Instalações Elétricas em Baixa Tensão*. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2005). *NBR 13281 - Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos*. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2013). *NBR 15575 - Norma de desempenho de edificações habitacionais*. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2014). *NBR 6118 - Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento*. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2020). *NBR 16747 - Inspeção Predial – diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento*. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (1998). *NBR 7200 - Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento*. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2012). *NBR 7584 - Avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão - Método de ensaio - Procedimento*. Rio de Janeiro.

- Brisolara, G.P. (2014). *Patologia na Construção Civil: a permanência de velhos erros em novos contextos*. CREA-SC. Santa Catarina.
- Colenghi, V., M. (2007). *O&M e Qualidade Total: uma integração perfeita*. 3a ed. Uberaba: VMC.
- Escobar, C. J.; Cruz, D. A. & Fabro, G. (2008) *Avaliação de desempenho do ensaio de esclerometria na determinação da resistência do concreto endurecido*. In: 50º Congresso Brasileiro do Concreto. Rio Grande do Sul. [site.abece.com.br/download/pdf/e-Artigo049-2011.pdf](http://site.abece.com.br/download/pdf/e-Artigo049-2011.pdf)
- Euqeres, P. (2011). *Metodologia de inspeção em estruturas de pontes de concreto armado*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Goiás. <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/9949>.
- Granato, J. E. (2002). *Patologia das construções*. São Paulo.
- Instituto Brasileiro de Auditoria de Engenharia. (2015). OT-003/2015- IBRAENG. *Inspeção Predial e Auditoria Técnica Predial*. Fortaleza.
- Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícia de Engenharia. (2012). *Norma de Inspeção Predial Nacional*. São Paulo.
- Koche, J. C. (2011). *Fundamentos de metodologia científica*. Petrópolis: Vozes.
- Nascimento F. P. D.; Sousa F. L. L. (2016). *Metodologia da Pesquisa Científica: teoria e prática*. Brasília: Thesaurus.
- Pereira A. S.; Shitsuka D. M.; Parreira F. J.; Shitsuka R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. Santa Maria, RS: UFSM, NTE
- Possan, E.; Demoliner, C. A. (2013). *Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações: abordagem geral*. Revista técnico-científica do CREA-PR, outubro. Disponível em: <http://creaprw16.crea-pr.org.br/revista/sistema/index.php/revista/article/view/14>. Acesso em: 30 mar. 2022.
- Scrivener, K. L. (2004). *Options for the future of cement*. The Indian Concrete Journal. p.11-21. <https://pt.scribd.com/document/464889739/Options-for-the-future-of-cement>.
- Severino, A. J. (2018). *Metodologia do trabalho científico*. São Paulo: Cortez.
- Soares, R. G. P.; Rodrigues, G. G. de O.; Moraes, I. D. L. de; Pacheco, C. R. X.; Moura, L. S. de ; Nascimento, K. M. B. do.; Apolônio, P. H.; Carneiro, A. M. P. ; Oliveira, R. A. de. (2021). *Characterization of the useful life and structural performance of a reinforced concrete bridge in the City of Correntes-PE*. Research, Society and Development, [S. l.], v. 10, n. 5, p. e4810514579. DOI: 10.33448/rsd-v10i5.14579. <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/14579>.
- Silva, F. B. (2011). *Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil*. Técnica, São Paulo, n. 174.
- Souza, V., C., M.; Ripper, T. (1998). *Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto*. São Paulo: Pini.
- Verçoza, E., J. (1991). *Patologia das edificações*. Porto Alegre: Editora Sagra.