

TRABALHO DE PERÍCIA

Residência de alto padrão com quadro fissuratório intenso, surgido após 40 anos de construção: análises técnicas para estabelecer diagnóstico, grau de risco e providências

RESUMO

Trata-se de uma perícia extra judicial que consistiu de inspeção preliminar realizada em uma residência de alto padrão e com arquitetura arrojada, edificada há cerca de 40 anos, para investigação de quadro fissuratório intenso surgido recentemente em um determinado trecho da edificação.

A partir da análise da documentação técnica existente (projetos), das modificações do entorno (edificações vizinhas, erigidas nos últimos anos), do monitoramento das fissuras (com uso de selos de vidro) e da verificação dos níveis do lençol freático (mediante furos de inspeção estrategicamente posicionados) tornou-se possível concluir preliminarmente que as fissuras observadas provavelmente decorrem de recalques de fundação. Segundo apurado, as fundações consistem de blocos apoiados sobre estacas, tendo o proprietário optado por utilizar estacas de madeira. Sendo assim e dadas modificações e flutuações do nível do lençol freático - sobretudo em face de obras de pavimentação/ drenagem da via pública e do rebaixamento permanente instalado em um prédio localizado na divisa limítrofe à região de estudo - , tem-se como provável que as cabeças das estacas de madeira tenham ficado emersas, o que possibilitou sua deterioração, justificando os recalques havidos.

Contudo, levando em conta as baixas cargas transmitidas às fundações bem como o monitoramento com selos de vidro (que indicou estabilidade do quadro fissuratório), entendeu-se que o risco imediato aos usuários seja reduzido, embora seja recomendável a realização de inspeção detalhada para confirmação do diagnóstico e/ou para determinar eventuais medidas de reparação necessárias.

Palavras-chave: Fissuras, inspeção, estrutura, recalques, patologia.

ABSTRACT

This concerns an extrajudicial expertise consisting of a preliminary inspection conducted in a high-end residential building and whit bold architecture, constructed approximately 40 years ago, to investigate a recent intense fissure pattern in a specific area of the structure. Through the analysis of existing technical documentation (designs), changes in the surrounding environment (neighboring buildings erected in recent years), monitoring of the fissures (using glass markers), and verification of the groundwater levels (through strategically positioned inspection holes), it was possible to preliminarily conclude that the observed fissures are likely due to foundation settlements. It was determined that the foundations consist of blocks supported by wooden piles, chosen by the owner. Therefore, considering the modifications and fluctuations in the groundwater level, particularly due to public road pavement/drainage works and the permanent lowering implemented in a building adjacent to the study area, it is probable that the tops of the wooden piles became exposed, leading to their deterioration and justifying the settlements observed. However, considering the low loads transmitted to the foundations as well as the monitoring with glass markers (indicating stability in the fissure pattern), it was understood that the immediate risk to users is reduced, although a detailed inspection is recommended to confirm the diagnosis and determine any necessary repair measures.

Keywords: *Fissures, inspection, structure, settlements, pathology.*

1. INTRODUÇÃO

A edificação – uma residência de alto padrão, com arquitetura arrojada e com grandes elementos em balanço -, fora erigida há cerca de 40 anos, em conformidade com os projetos realizados e sob a coordenação e orientação técnica de profissionais habilitados, segundo informações fornecidas.

Segundo o informado, desde sua construção permanece com suas características originais à exceção de uma reforma parcial (realizada por volta do ano de 2007), ocasião na qual houve a modificação de uso do cômodo de garagens, que passou a se integrar à sala de estar, situada no pavimento térreo.

O quadro fissuratório intenso recentemente surgido, sobretudo na parede externa do quarto de hóspedes (pavimento superior) e nas alvenaria da antiga garagem (no pavimento térreo) -, gerou insegurança, merecendo atenção e recomendando a realização da presente análise técnica.

2. INSPEÇÃO E CARACTERIZAÇÃO

A INSPEÇÃO se deu no período compreendido entre 19.04 e 20.05.22, mediante visitas técnicas semanais sucessivas. Inicialmente se procedeu a vistoria para conhecimento das anomalias presentes e a seguir se procedeu a instalação de selos de monitoramento (em vidro), nos locais de interesse, por uso de adesivos de base epóxi. O objetivo deste procedimento foi permitir a aferição do grau de atividade das fissuras que, se ativas, promoveriam a ruptura dos selos, que são elementos bastante frágeis.

Paralelamente se efetuou a busca e análise da documentação técnica disponível, para melhor entendimento dos aspectos mais relevantes e relacionados, sendo ainda implantados alguns furos de inspeção (em número de 5: F1, F1A, F4, F2 e F3), por uso de trado manual, no intuito de identificar e monitorar o nível do lençol freático, nas proximidades dos pontos de interesse.

Foram ainda realizadas aferições de nível e prumo (por uso de nível de bolhas), do ângulo de inclinação das fissuras (por uso de inclinômetros) e também a verificação quanto à presença de eventuais interferências (por uso de detector magnético), nos locais de interesse.

2.1. Situação observada

As fotografias apresentadas a seguir ilustram e registram os principais e mais relevantes aspectos observados.

Figura 1 – Dormitório de hóspedes. Observar fissuras pronunciadas e passantes, junto à parede externa



Figura 2 – Dormitório de hóspedes. Notar fissura pronunciada, agora pela face externa da parede.



Figura 3 – Laje exposta. Implantação de selos de controle (em vidro), para monitorar nível de atividade das fissuras



Figura 4 – Sacada frontal. Uso de detector magnético para analisar fissura presente, quanto à existência de interferências (ferragens ou instalação elétrica)



Figura 5 – Dormitório de hóspedes.
Uso de detector magnético para
analisar fissura presente, quanto à
existência de interferências (ferragens
ou instalação elétrica)



Figura 6 – Dormitório de hóspedes.
Detalhe da figura anterior, com o
equipamento detectando presença de
eletroduto ativo.



**Figura 7 – Laje exposta. Vista parcial
da parede com fissuração intensa**



**Figura 8 – Implantação de selos em
vidro, para verificação do nível de
atividade das fissuras**



Figura 9 – Implantação de selos em vidro, para verificação do nível de atividade das fissuras



Figura 10 – Implantação de selos em vidro, para verificação do nível de atividade das fissuras

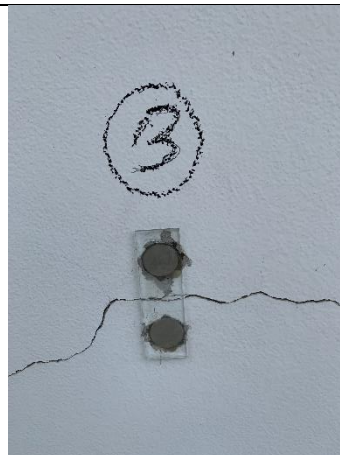


Figura 11 – Implantação de selos em vidro, para verificação do nível de atividade das fissuras



Figura 12 – Implantação de selos em vidro, para verificação do nível de atividade das fissuras



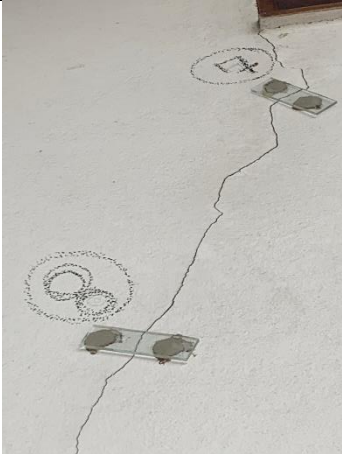
Figura 13 – Implantação de selos em vidro, para verificação do nível de atividade das fissuras	Figura 14 – Implantação de selos em vidro, para verificação do nível de atividade das fissuras
	
Figura 15 – Implantação de selos em vidro, para verificação do nível de atividade das fissuras	Figura 16 – Implantação de selos em vidro, para verificação do nível de atividade das fissuras
	

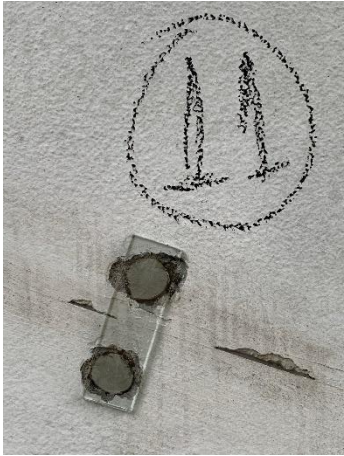
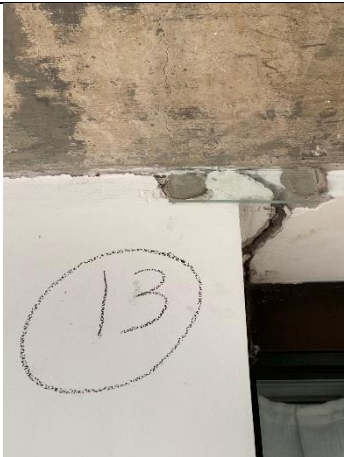
Figura 17 – Implantação de selos em vidro, para verificação do nível de atividade das fissuras	Figura 18 – Implantação de selos em vidro, para verificação do nível de atividade das fissuras
	
Figura 19 – Implantação de selos em vidro, para verificação do nível de atividade das fissuras	Figura 20 – Implantação de selos em vidro, para verificação do nível de atividade das fissuras
	

Figura 21 – Verificação de nível, no peitoril da sacada frontal



Figura 22 – Verificação de nível, no peitoril da sacada frontal. Notar leve desnivelamento.



Figura 23 – Notar placa de granito solta, no peitoril da sacada frontal



Figura 24 – Notar placa de granito fissurada, no peitoril da sacada frontal



Figura 25 – Observação da envoltória de fissuras, junto à sacada frontal



Figura 26 – Aferição da inclinação das fissuras, junto ao ponto 6 (40°)

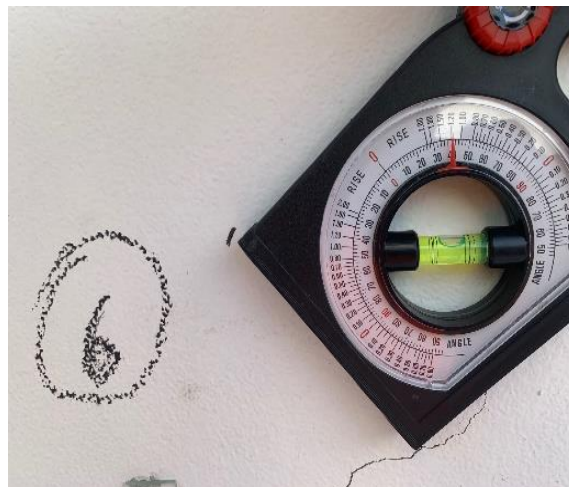


Figura 27 – Verificação de prumo, ao final do peitoril da sacada frontal



Figura 28 – Detalhe da figura anterior. Observar prumo satisfatório



Figura 29 – Verificação de prumo, na parede externa da sala sob a laje exposta



Figura 30 – Detalhe da figura anterior. Notar leitura satisfatória



Figura 31 – Verificação de nível, na viga da laje exposta, nas proximidades do pilar P20



Figura 32 – Detalhe da figura anterior. Notar leve desnivelamento



Figura 33 – Verificação de prumo, junto ao pilar P20



Figura 34 – Detalhe da figura anterior. Notar leve desaprumo



Figura 35 – Determinação de referência única de nível, por uso de nível laser, para todos os furos de monitoramento do lençol freático



Figura 36 – Determinação de referência única de nível, por uso de nível laser, para todos os furos de monitoramento do lençol freático



Figura 37 – Piquete de referência de nível, para leitura do nível do lençol freático (junto ao furo F4)



Figura 38 – Leitura do nível do lençol freático (furo F4)



Figura 39 – Leitura do nível do lençol freático (furo F2)



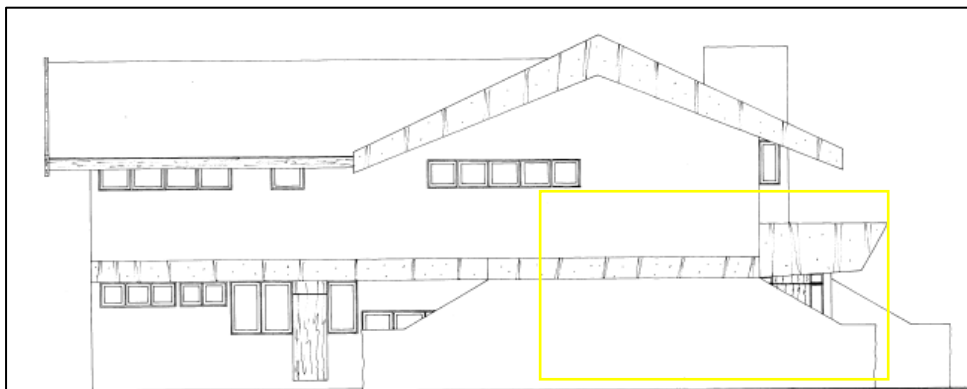
Figura 40 – Leitura do nível do lençol freático (furo F3)



2.2. Documentação técnica disponibilizada e analisada

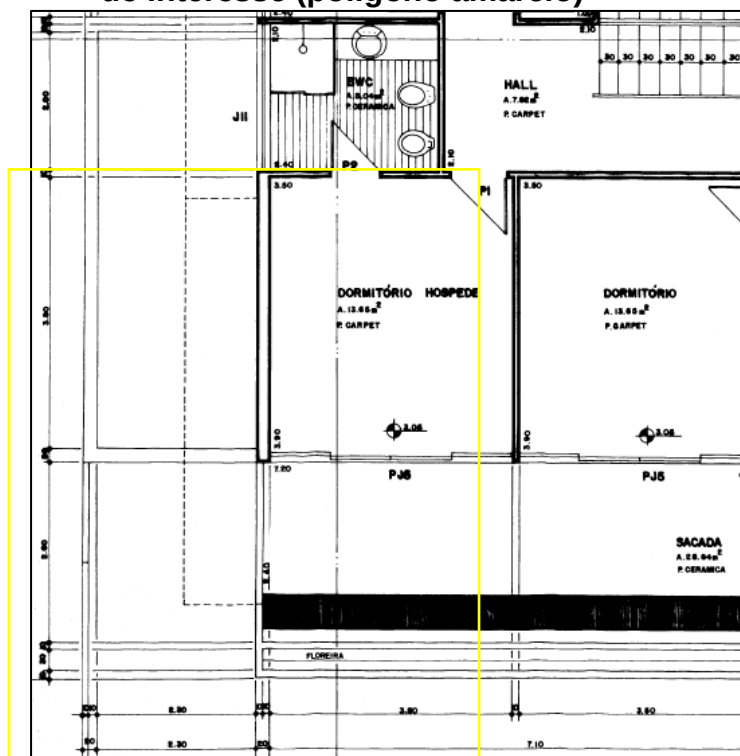
A seguir serão reproduzidos os detalhes e informações mais relevantes expressos na documentação técnica disponibilizada, relacionados à análise que se pretende efetuar.

Figura 43 – Vista lateral. Identificação da região de interesse (polígono amarelo).



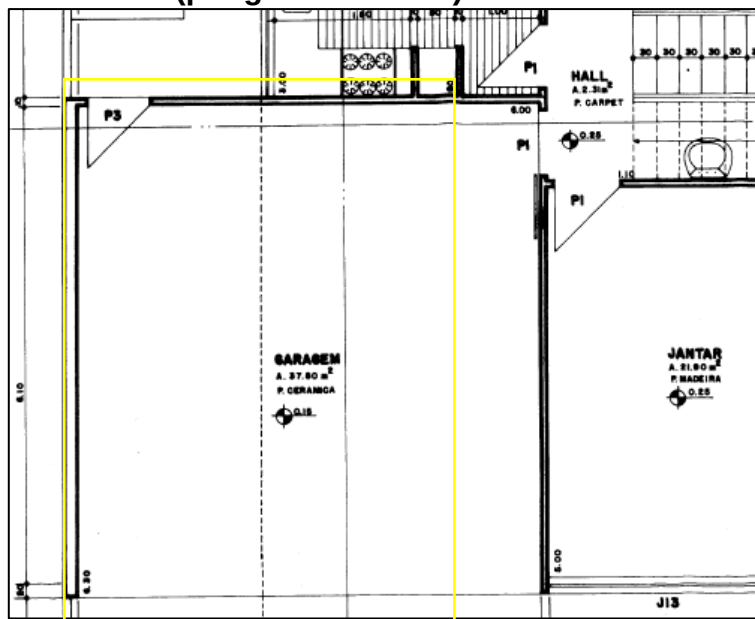
Fonte: Projeto arquitetônico (1983)

Figura 44 – Planta baixa (pavimento superior - parcial). Identificação da região de interesse (polígono amarelo)



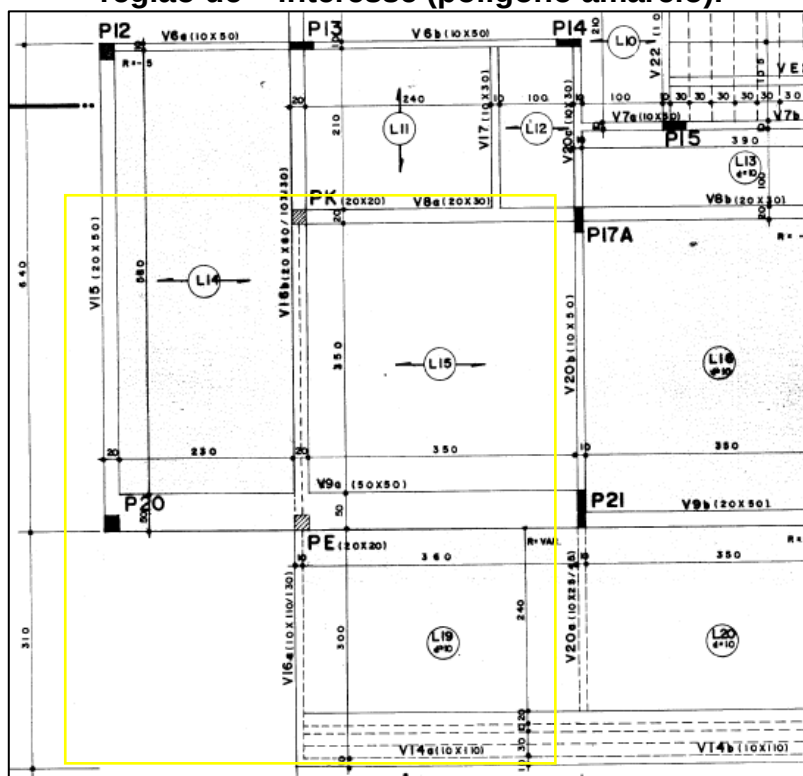
Fonte: Projeto arquitetônico (1983)

Figura 45 – Planta baixa (pavimento inferior - parcial). Identificação da região de interesse (polígono amarelo)



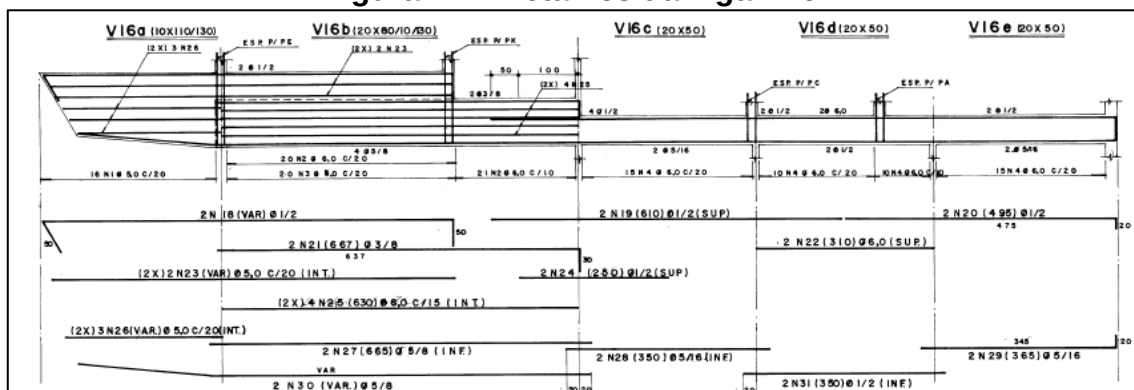
Fonte: Projeto arquitetônico (1983)

Figura 46 – Planta de formas (pavimento superior - parcial). Identificação da região de interesse (polígono amarelo).



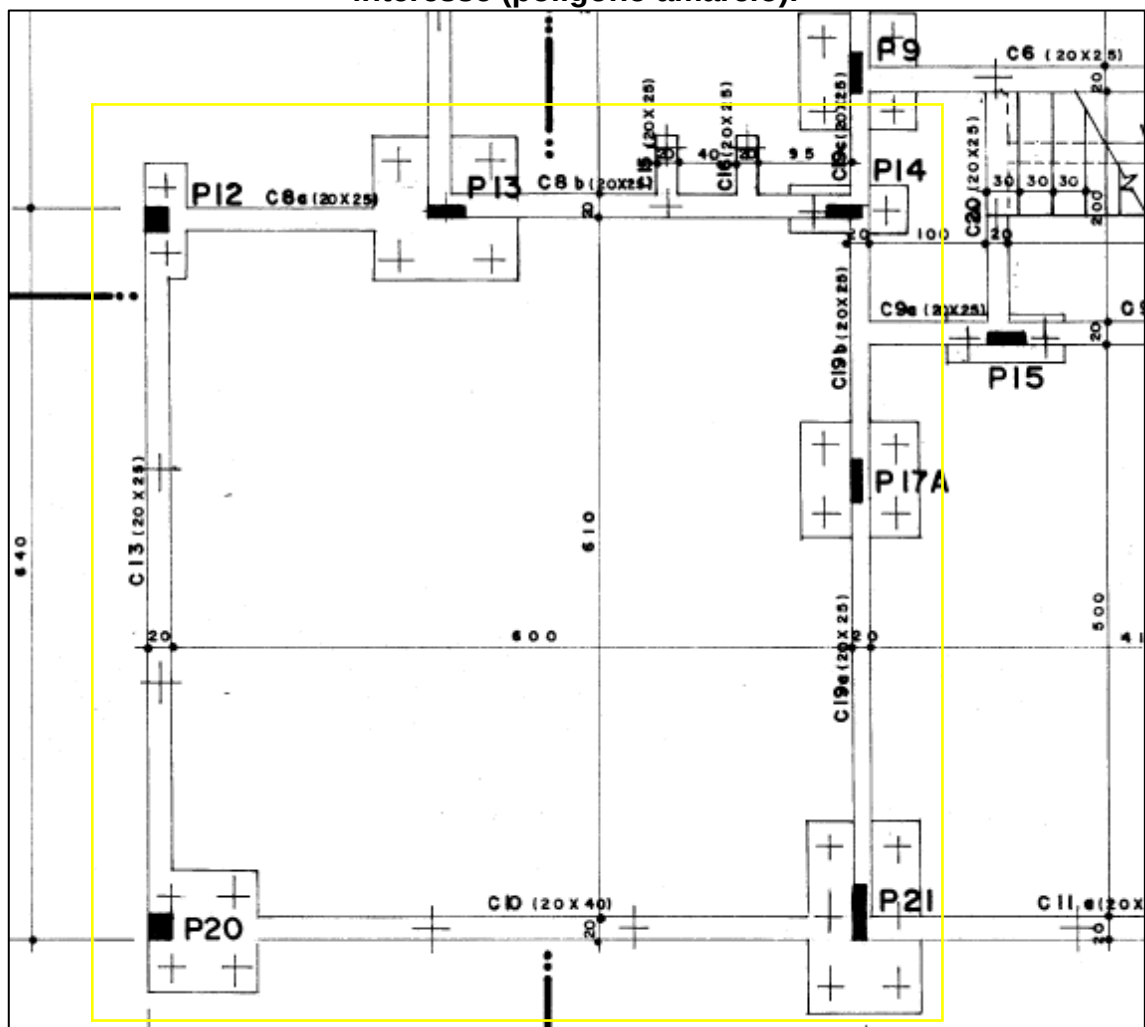
Fonte: Projeto estrutural (1983)

Figura 47 – Detalhes da viga V16.



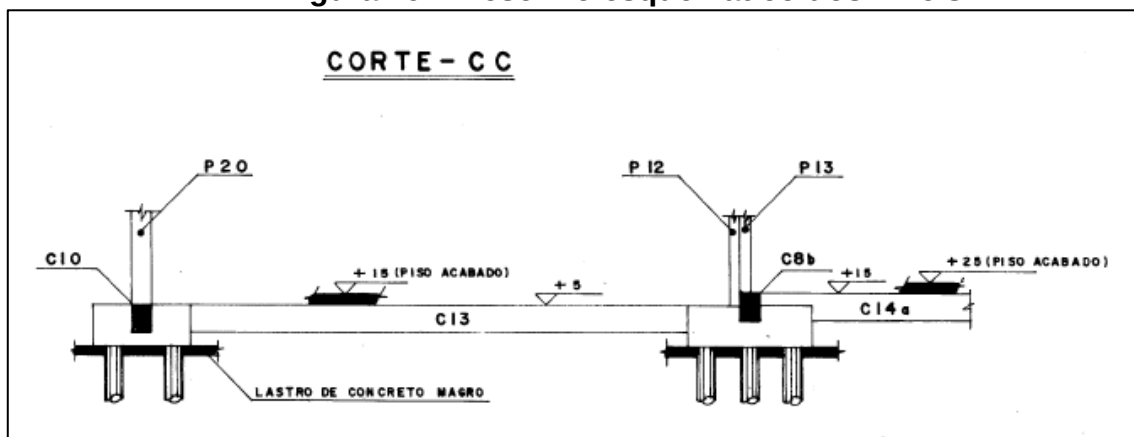
Fonte: Projeto estrutural (1983)

Figura 48 – Planta de formas (baldrames - parcial). Identificação da região de interesse (polígono amarelo).



Fonte: Projeto estrutural (1983)

Figura 49 – Desenho esquemático dos níveis



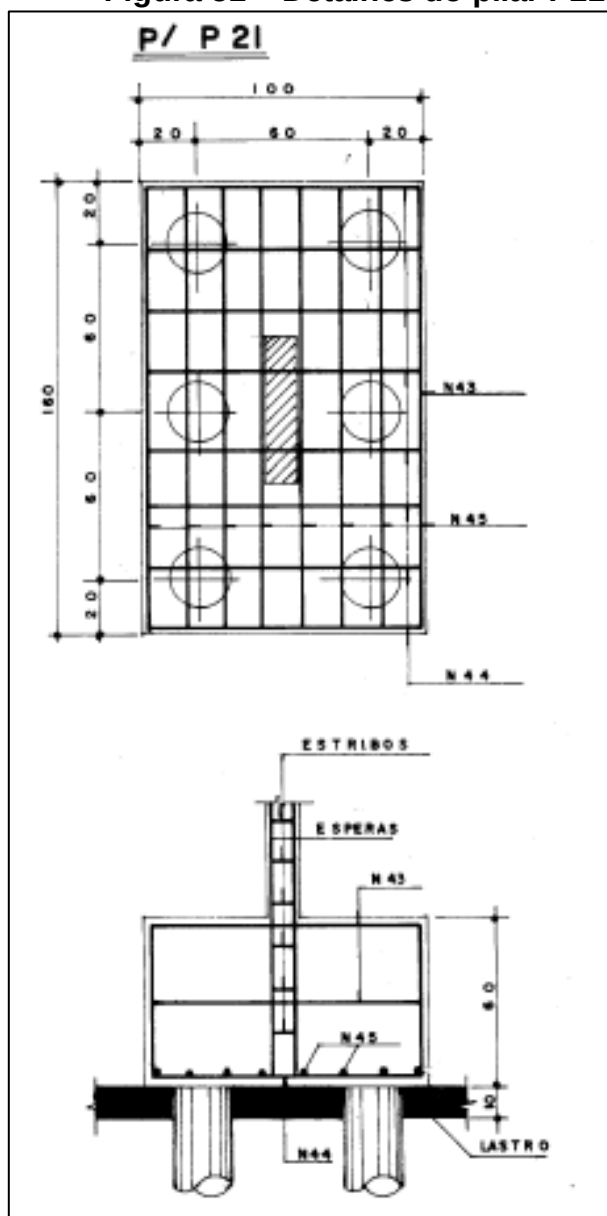
Fonte: Projeto estrutural (1983)

Figura 50 – Legenda das estacas especificadas

⊕	100 ESTACAS TIPO STRAUSS COM CAPACIDADE INDIVIDUAL DE 5 T. Ø = 20 cm.
⊗	29 ESTACAS TIPO STRAUSS COM CAPACIDADE INDIVIDUAL DE 5 T. Ø = 20 cm.

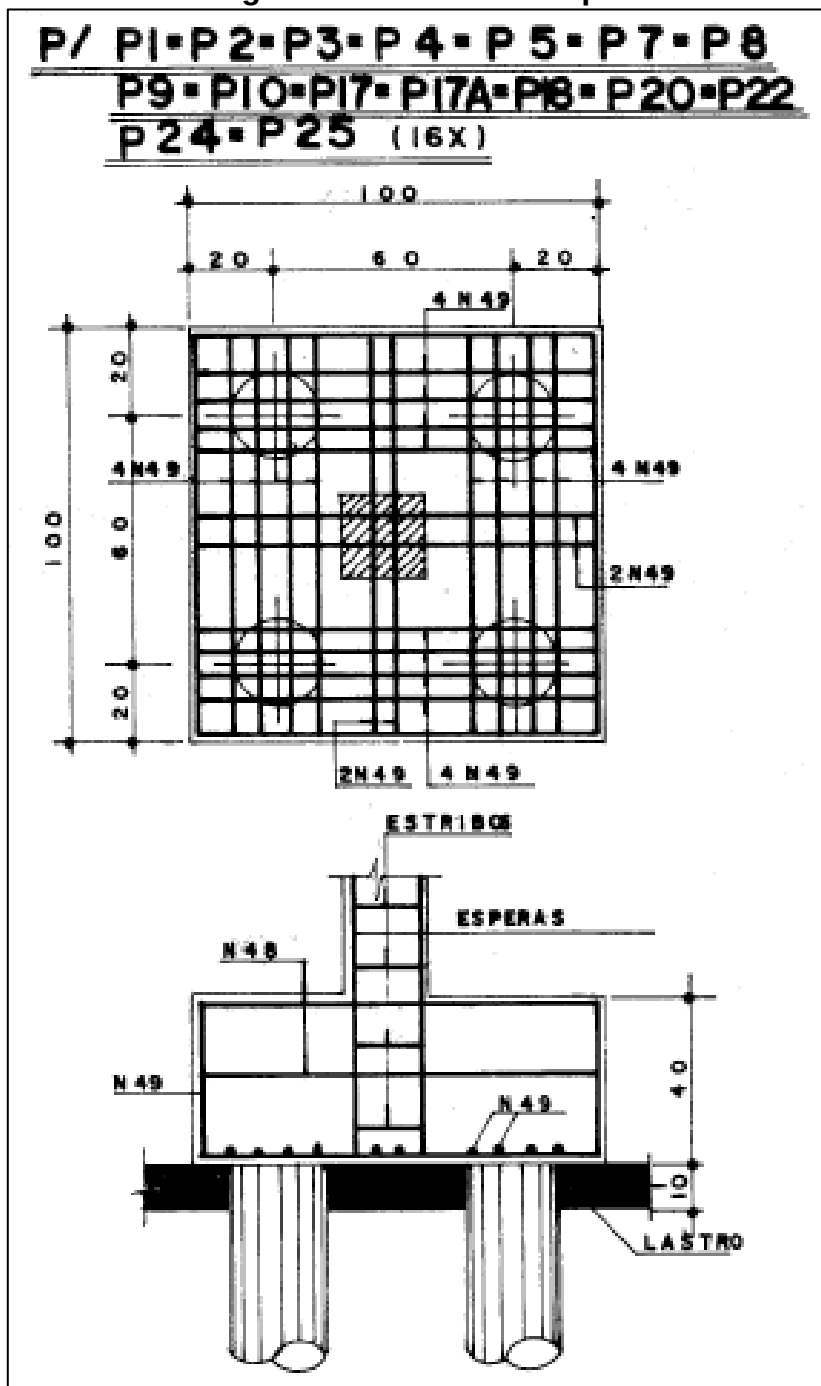
Fonte: Projeto estrutural (1983)

Figura 51 – Detalhes do pilar P21.



Fonte: Projeto estrutural (1983)

Figura 52 – Detalhes do pilar P20.



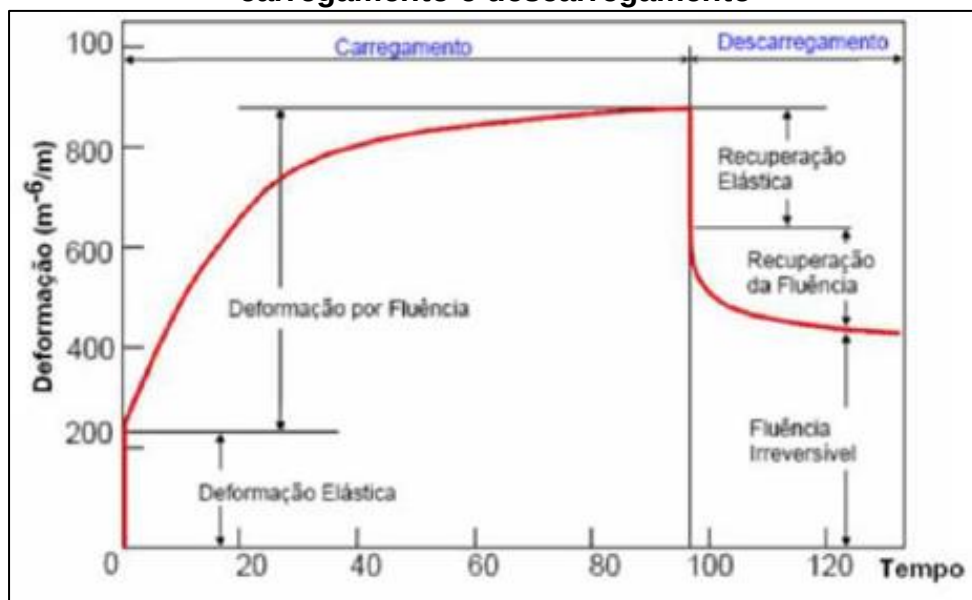
Fonte: Projeto estrutural (1983)

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Para Araújo (2002), o comportamento reológico do concreto, qual seja sua deformabilidade dependente do tempo, tem grande importância na análise estrutural e convencionalmente é representada por dois mecanismos: a fluência e a retração. Enquanto a retração é a redução de volume do material na ausência de uma carga externa, por variações temperatura e umidade, a fluência é o acréscimo contínuo das deformações ao longo do tempo, mesmo que mantida uma tensão constante. A fluência e a retração ocasionam diversos efeitos indesejáveis, tais como aumento de flechas de lajes e vigas, perdas de protensão e aumento da curvatura de pilares, dentre outros.

Segundo Oliveira e Cardoso (2018), embora de importância reconhecida para o bom desempenho das estruturas, os cálculos da retração e do coeficiente de fluência do concreto são complexos, por envolverem a interação de diversos fatores. O gráfico 01, a seguir apresentado, ilustra a deformação estrutural por fluência, expressando que sua maior parcela ocorre até os 40 anos, tendendo à estabilidade, a partir de então.

Gráfico 01 – Deformação estrutural com o tempo, em fase de carregamento e descarregamento



Fonte: Oliveira e Cardoso (2018), *apud* Mehta e Monteiro.

SILVA (2019, *apud* Furiati, 1981) estabelece que o uso de estacas de madeira apresenta algumas desvantagens, principalmente por se tratar de um material heterogêneo, bastante vulnerável aos agentes externos e com durabilidade limitada, sendo sensível aos agentes biológicos e às variações de umidade.

Em face destes fatores de vulnerabilidade, a própria ABNT NBR 6122/ 1996 – *Projeto de execução de fundações* (em seu item 7.8.1) já alertava para que as estacas de madeira tivessem seus topos permanentemente abaixo do nível de água - salvo se utilizado algum tratamento protetivo comprovadamente eficaz -, de modo a evitar sua deterioração e o comprometimento da capacidade portante (Silva, 2019).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

4.1. Conclusões

Após realizadas todas as observações e análises anteriormente relatadas, tem-se como dignos de registro os seguintes e principais aspectos:

a) O quadro fissuratório intenso presente tem clara prevalência nos painéis de alvenaria situados nas proximidades dos pilares P20 e P21 e vigas V9 e V16. Nesse sentido, convém que se registre que a arquitetura ousada, com grandes sacadas em balanço (com vão superior a 3m), exigiu o uso de solução estrutural igualmente ousada, como é o caso da viga V16 (que possui grande altura variável, partindo de 130 cm), sobre a qual se assenta o painel de alvenaria mais afetado;

b) Segundo se pode observar, durante o período de monitoramento (de 19.04 a 20.05.22) não ocorreu ruptura de nenhum dos 14 (catorze) selos de vidro, o que sugere que as fissuras estejam estabilizadas ou a caminho da estabilização;

c) A tipologia das fissuras e as medições de prumo e nível efetuados, sugerem, ainda, que possa ter havido alguma acomodação de fundações, notadamente no Pilar P20. Tal suspeita se ancora no relato de que foram utilizadas estacas de eucalipto e no fato do nível atual do lençol freático se encontrar abaixo da cota de fundo deste bloco de fundação (que tem altura de 50cm, segundo projeto estrutural), conforme se pode verificar nas medições realizadas e apresentadas na tabela 1, a seguir:

Tabela 1 – Monitoramento do nível do lençol freático (F4 se localiza junto ao pilar P20)

FURO DE INSPEÇÃO	05.05.22 (pós chuvas)*	20.05.22 (normal)*
F1A	67cm (A)	65cm (A)
F1	60cm (S/A)	60cm (S/A)
F4 (P20)	102cm (S/A)	102cm (S/A)
F2	78cm (A)	111cm (A)
F3	72cm (A)	104cm (A)
A = água presente	S/A = água ausente	*Tomando-se como RN (referência de nível) o topo do bloco do pilar P20

Fonte: o Autor (2022)

d) Concluindo, em face de todo o observado e relatado, resta estabelecer que o quadro fissuratório intenso decorre, muito provavelmente, da sobreposição dos efeitos da fluência do concreto (sobretudo da viga V16), que já estaria tendendo à estabilização, face o transcurso de cerca de 40 anos bem como da possível acomodação das fundações do pilar P20, face a variações do nível do lençol freático;

e) Ainda que se tratando de danos importantes, a integridade de todos os 14 selos de monitoramento em vidro bem como as pequenas distorções angulares observadas (traduzidas em desnivelamentos e desaprumos de pequena amplitude) sugerem estabilidade ao menos momentânea do processo, razão pela qual se pode dispensar, por hora, medidas mais extremas como escoramentos e/ou interdição parcial da edificação, desde que mantido monitoramento constante e adotadas, de pronto, as recomendações, a seguir estabelecidas.

4.2. Recomendações

Visando restabelecer as condições de uso e segurança exigíveis, seguem as seguintes recomendações:

a) Manter verificação permanente dos selos de monitoramento em vidro, de modo a checar sua integridade. Em caso de alguma alteração, comunicar imediatamente um profissional habilitado (Eng. Civil ou Arquiteto), para as devidas providências;

b) Paralelamente, proceder inspeção das fundações dos pilares P20 e P21, sendo desejável que se estenda, também, aos pilares P12 e P13. Tal inspeção consistirá na abertura de trincheira por escavação mecânica (sugerido o uso de mini escavadeira, por facilidade de acesso e operação), para verificação da integridade e do nível de conservação das estacas, sendo necessário acompanhamento técnico por profissional habilitado (eng. civil ou arquiteto);

c) Em se constando eventuais danos às estacas, com redução de sua capacidade portante, deverá ser elaborado e implantado o respectivo projeto de reforço de fundações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6.118**: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 1980. 53p;

_____. **NBR 13.752**: Perícias de engenharia na construção civil. Rio de Janeiro, 1996. 8p.;

Oliveira, Talita de Souza e Cardoso, Ana Carolina Saraiva. **Deformação lenta das estruturas de concreto armado e suas manifestações patológicas**. Revista de Engenharia e Tecnologia, V.10, No. 3, Dez/2018;

Junior, Edie Andreeto. **A fluência do concreto e a sua relevância na mudança de domínio em peças submetidas à flexão**. Revista On-Line IPOG ESPECIALIZE, julho/2018;

Araújo, José Milton de. **Estruturas de concreto: modelos de previsão de fluências e da retração do concreto**. Rio Grande: Dunas, 2002, Número 4;

Silva, Gustavo Lopes da. **Uso de estacas de madeira como elemento estrutural de fundações em obras de engenharia civil no Brasil**. CONTECO – Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia. Palmas/TO, setembro de 2019;

Ribeiro, Maurício e Schroeder, Eduardo. **Projeto Arquitetônico**. 20/07/1983;

Mayerle, Jorge Herbert. **Projeto Estrutural**. Agosto/83.