



TLK

ENGENHARIA
DIAGNÓSTICA

LAUDO DE ANÁLISE DE ESTABILIDADE ESTRUTURAL

EDIFÍCIO CONSELHO TUTELAR DA CRIANÇA E ADOLESCENTE

OSÓRIO – RS

JULHO 2023

LAUDO DE ANALISE DE ESTABILIDADE ESTRUTURAL

CONTRATANTE

MUNICÍPIO DE OSÓRIO
CNPJ: 88.814.181/0001-30

DATA

05 DE JUNHO DE 2023

LOCAL

CONSELHO TUTELAR DA CRIANÇA E ADOLESCENTE
RUA SÉRGIO PEIXOTO, 117 – CENTRO
OSÓRIO – RS

CONTRATO

CONTRATO Nº 065/2023.
PROCESSO 1029/2023

RESPONSÁVEIS

FELIPE TELÖKEN
ENG. CIVIL CREA RS158754

ART Nº/DATA

12590237
02 DE JULHO DE 2023.

1. OBJETIVO DO LAUDO

1.1. Objetivo Geral

Elaborar um Laudo de Análise de Estabilidade Estrutural no edifício sede do Conselho Tutelar da Criança e Adolescente de Osório-RS.

1.2. Objetivos Específicos

- a) Analisar a estrutura de concreto armado da edificação com ênfase em sua estabilidade estrutural;
- b) Identificar e relacionar as manifestações patológicas da edificação com ênfase na estrutura de concreto armado e fechamento de alvenaria;
- c) Indicar soluções técnicas para as manifestações patológicas relacionadas;

2. FINALIDADE DO LAUDO

O presente trabalho tem por finalidade a sua utilização livre para fins extrajudiciais ou judiciais, no que diz respeito à sua documentação preparada ao final dos serviços. Sua utilização pode se dar extrajudicialmente para a finalidade de definição de manutenções corretivas necessárias que se façam pertinentes para o aumento da vida útil da edificação. Ou a sua utilização poderá se dar também judicialmente, caso a presença de vícios ou defeitos construtivos nos vários sistemas da edificação em período de garantia do imóvel.

3. LIMITAÇÕES DO LAUDO

A inspeção é realizada dentro do parâmetro de horas-técnicas contratadas e disponibilizadas para vistorias e fundamentação de laudo técnico. Fica a inspeção delimitada a utilização de análises tátil-visual, medições e registro fotográficos. Pode eventualmente serem utilizados equipamentos específicos para análises mais profundas da estrutura.

4. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES, RESSALVAS E PRINCÍPIOS

A inspeção foi realizada por Engenheiro Civil com atribuição legal e experiência condizente com a necessidade do presente trabalho. Fica registrado que o responsável que assina o presente trabalho não tem nenhuma relação ou inclinação pessoal em relação à matéria aqui descrita e nem aspira futuramente qualquer interesse comercial nos bens imóveis aqui analisados. Foram constatados e registrados integralmente os problemas, através de registros técnicos fotográficos e anotações, sendo explicitados no presente trabalho juntamente com as devidas análises e conclusões cabíveis para o momento.

5. NORMAS UTILIZADAS

Neste trabalho contemplam-se as seguintes normas nacionais e internacionais:

- a) ABNT NBR6118 – Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento
- b) ABNT NBR6120 – Cargas para o Cálculo de Estruturas de Edificações
- c) ABNT NBR6122 – Projeto e Execução de Fundações
- d) ABNT NBR8681 – Ações e Segurança nas Estruturas
- e) ABNT NBR7584 – Avaliação da Dureza Superficial pelo Esclerômetro de Reflexão - Método de Ensaio
- f) ABNT NBR5674 – Manutenção de Edificações – Procedimentos
- g) ABNT NBR13752 - Perícias de Engenharia na Construção Civil
- h) ABNT NBR14037 – Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações — Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos
- i) ABNT NBR12722 – Discriminação de Serviços para Construção de Edifícios
- j) ABNT NBR16747 – Inspeção Predial – Diretrizes, Conceitos, Terminologia e Procedimento.

6. CARACTERIZAÇÃO DO IMÓVEL

6.1. Localização

Situada em uma região inserida na malha urbana do Município de Osório, com ocupação mista residencial e comercial em padrão de ocupação normal. Apresenta facilidade de acessos, principalmente pela Rodovia Gov. Mário Covas (BR101) que faz ligação com a Rua Sergio Peixoto através de acesso paralelo. Distante da entrada da cidade pela Rodovia Gov. Mario Covas menos de um (1) km.

A região é formada por construções de padrão construtivo médio e alto, possuindo média intensidade de tráfego de veículos e pequena movimentação de pedestres. A área é dotada de toda infra-estrutura que normalmente serve as áreas urbanas, assim como redes de água, energia elétrica, esgotos, pavimentação e telefone.



Fig. 01 – Imagem Google Earth

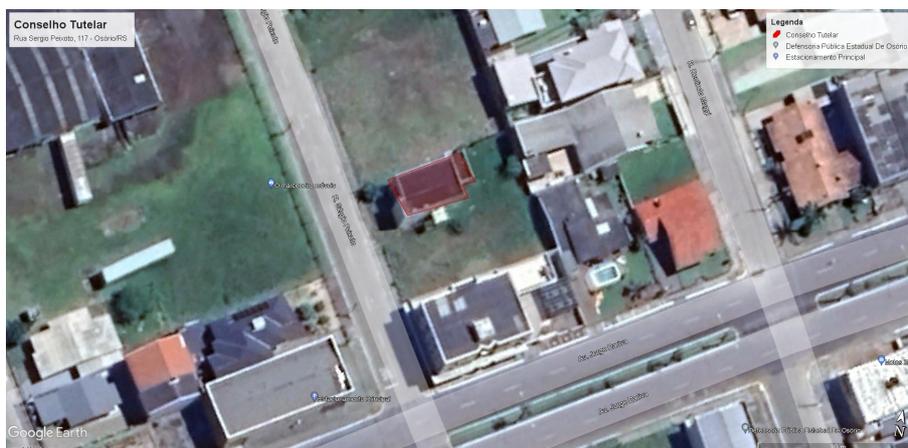


Fig. 02 – Locação – Imagem Google Earth

6.2. Tipologia

Edificação de uso público, possuindo 2 pavimentos sendo 1 térreo e 1 aéreo.



No 1º pavimento térreo encontram-se os espaços para espera de atendimento, recepção, brinquedoteca, sala de atendimento, sala de administração, cozinha, arquivo, WC, espaço para garagem e escadaria. No 2º pavimento encontram-se as salas de reuniões e conselheiros, sala de atividades, terraço WCs e escadaria de acesso.

6.3. Estrutura e Execução

Construído com estrutura em concreto armado e fechamento em alvenaria com blocos cerâmicos, telhado em telhas de fibrocimento com estrutura em madeira, acabamento externo em emboço/reboco com pintura.



Fig. 03 – Fachada principal

A construção da edificação foi concluída aproximadamente em fevereiro de 2013, tendo sido usada como sede do Conselho Tutelar de Osório até aproximadamente março de 2022, onde permaneceu vazia e sem uso até o momento da execução deste trabalho.

7. DEFINIÇÕES PRELIMINARES

Para um melhor entendimento deste laudo de estabilidade estrutural, o qual discorrerá sobre algumas normas pertinentes, se faz necessário trazer a luz algumas definições técnicas

constantes nas normas ABNT NBR5674 - Manutenção de Edificações, ABNT NBR13752 - Perícias de Engenharia na Construção Civil, ABNT NBR6118 - Projeto de Estruturas de Concreto, ABNT NBR9062 Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado, como segue abaixo:

Durabilidade: capacidade do edifício e de seus sistemas de desempenhar suas funções ao longo do tempo, sob condições de uso e manutenções especificadas, até um estado limite de utilização.

Manutenção: conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de seus sistemas constituintes para fins de atender à necessidade e segurança de seus usuários.

Manutenibilidade: grau de facilidade de um sistema, elemento ou componente de ser mantido ou recolocado no estado no qual possa executar suas funções requeridas, sob condições de uso especificadas, quando a manutenção é executada sob condições determinadas, procedimentos e meios prescritos.

Sistema: a maior parte funcional do edifício. Conjunto de elementos e componentes destinados a cumprir com uma macro função, que a define. (ex.: fundação, estrutura, vedações verticais, instalações hidrossanitária, cobertura).

Vida útil: período de tempo durante o qual o edifício (ou seus sistemas), mantém o desempenho esperado, quando submetido às atividades de manutenção predefinidas em projeto.

Vida útil de projeto: período estimado de tempo em que um sistema é projetado para atender aos requisitos de desempenho estabelecidos em projeto, desde que cumprido o programa de manutenção previsto no manual de operação, uso e manutenção.

Durabilidade segundo a ASTM E 632: Capacidade de manter em serviço um produto, componente ou construção durante um tempo específico, mantendo o atendimento das funções para as quais foi projetado.

Perícia: atividade que envolve apuração das causas que motivaram determinado evento ou da asserção de direitos (NBR 13752).

Vistoria: é a constatação de um fato, mediante exame circunstanciado e descrição minuciosa dos elementos que o constituem, Resolução 345 do CONFEA.

Anomalia: comprometimento do desempenho previsto em projeto.

Manifestações patológicas: são vícios construtivos que se instalam nas construções e que a tornam doentia. Na sua evolução pode ocorrer a deterioração das partes afetadas e até mesmo a ruptura, comprometendo sua estabilidade.

Degradação: alteração progressiva do estado das construções que pode conduzir a ocorrência de anomalias.

Desempenho insatisfatório: não atendimento aos requisitos para os quais foi concebido.

Vícios aparentes: vícios de fácil constatação, perceptíveis até mesmo por leigos.

Vícios ocultos: vícios imperceptíveis ou só perceptíveis por técnicos especializados, e que se apresentam ou só são detectadas com o passar do tempo.

Falha: é um descuido ou um erro, um procedimento ou uma ação imprevista ou acidental que acarreta em uma anomalia ou danos.

Dano: ofensa ou diminuição do patrimônio moral ou material de alguém, resultante de delito extracontratual ou decorrente de instituição de servidão.

Envelhecimento: redução do desempenho, que ocorre gradualmente no tempo, em condições normais de utilização.

Sintoma: forma de manifestação de degradação ou anomalias.

Reparação: intervenção destinada a corrigir anomalias.

Projeto: conjunto de informações necessárias e suficientes para perfeita execução do empreendimento.

Fissura de componente estrutural: seccionamento na superfície ou em toda seção transversal de um componente, com abertura capilar, provocado por tensões normais ou tangenciais. As fissuras podem ser classificadas como ativas (variação da abertura em função de movimentações higrotérmicas ou outras) ou passivas (abertura constante).

Estanqueidade: pode ser definida como propriedade hermética de um elemento construtivo, sistema sem influxos ou efluxos de fluidos, o mesmo que estanqueidade ou estanquicidade.

Elementos de concreto armado: aqueles cujo comportamento estrutural depende da aderência entre concreto e armadura, e nos quais não se aplicam alongamentos iniciais das armaduras antes da materialização dessa aderência.

Concreto estrutural: termo que se refere ao espectro completo das aplicações do concreto como material estrutural.

Estado Limite Ultimo (ELU): estado limite relacionado ao colapso, ou a qualquer outra forma de ruína estrutural, que determine a paralisação do uso da estrutura.

Estado Limite de Deformações excessivas (ELS-DEF): estado em que as deformações atingem os limites estabelecidos para a utilização normal.

Elemento pré-moldado: elemento que é executado fora do local de utilização definitiva na estrutura, com controle de qualidade.

Concreto estrutural: termo que se refere ao espectro completo das aplicações do concreto como material estrutural.

Elementos de concreto armado: aqueles cujo comportamento estrutural depende da aderência entre concreto e armadura, e nos quais não se aplicam alongamentos iniciais das armaduras antes da materialização dessa aderência.

Armadura passiva: Qualquer armadura que não seja usada para produzir forças de protensão, isto é, que não seja previamente alongada.

Capacidade resistente: consiste basicamente na segurança à ruptura.

Desempenho em serviço: consiste na capacidade de a estrutura manter-se em condições plenas de utilização, não devendo apresentar danos que comprometam em parte ou totalmente o uso para o qual foi projetada.

Durabilidade: consiste na capacidade de a estrutura resistir às influências ambientais previstas e definidas em conjunto pelo autor do projeto estrutural e o contratante, no início dos trabalhos de elaboração do projeto.

(...) A durabilidade das estruturas de concreto requer cooperação e esforços coordenados de todos os envolvidos nos processos de projeto, construção e utilização, devendo, como mínimo, ser seguido o que estabelece a ABNT NBR 12655, sendo também obedecidas as disposições de 25.4 com relação às condições de uso, inspeção e manutenção (...)

Vida útil de projeto: entende-se como o período de tempo durante o qual se mantêm as características das estruturas de concreto, desde que atendidos os requisitos de uso e manutenção prescritos pelo projetista e pelo construtor, conforme, bem como de execução dos reparos necessários decorrentes de danos acidentais.

Mecanismos preponderantes de deterioração relativos ao concreto:

Lixiviação: por ação de águas puras, carbônicas agressivas ou ácidas que dissolvem e carregam os compostos hidratados da pasta de cimento; expansão por ação de águas e solos: águas contenham ou estejam contaminados com sulfatos, dando origem a reações expansivas e deletérias com a pasta de cimento hidratado; expansão por ação das reações: reações entre os álcalis do cimento e certos agregados reativos; reações deletérias: reações superficiais de certos agregados decorrentes de transformações de produtos ferruginosos presentes na sua constituição mineralógica;

Mecanismos de deterioração da estrutura propriamente dita: são todos aqueles relacionados às ações mecânicas, movimentações de origem térmica, impactos, ações cíclicas, retração, fluência e relaxação.

Recomendações por Drenagens:

Deve ser evitada a presença ou acumulação de água proveniente de chuva ou decorrente de água de limpeza e lavagem, sobre as superfícies das estruturas de concreto.

As superfícies expostas que necessitem ser horizontais, tais como coberturas, pátios, garagens, estacionamentos e outras, devem ser convenientemente drenadas, com disposição de ralos e condutores.

Todas as juntas de movimento ou de dilatação, em superfícies sujeitas à ação de água, devem ser convenientemente seladas, de forma a torná-las estanques à passagem (percolação) de água.

Outras definições importantes:

Degradação: alteração progressiva do estado das construções que pode conduzir a ocorrência de anomalias.

Envelhecimento: redução do desempenho, que ocorre gradualmente no tempo, em condições normais de utilização.

Sintoma: forma de manifestação de degradação ou anomalias.

Reparação: intervenção destinada a corrigir anomalias.

Manutenção (conservação): intervenção periódica destinada à prevenção ou à correção de pequenas degradações das construções para que estas atinjam o seu tempo de vida útil, sem perda de desempenho.

Manutenção corretiva: consiste em reparar ou corrigir falhas ocorridas no objeto, de modo a recoloca-lo nas condições originais, para que volte a atender os requisitos de desempenho.

Manutenção preventiva: consiste em substituir ou recuperar elementos cuja vida útil, pré-conhecida com base em dados estatísticos, esteja próxima do final.

Manutenção preditiva: consiste em monitorar constantemente o objeto, de modo a detectar, antecipadamente, falhas inesperadas e intervir antes do prejuízo de desempenho.

Manutenção detectiva: consiste em apurar as causas das falhas ocorridas e intervir (no agente causador) para que não reincidam.

Patogenia: pesquisa realizada para encontrar quais seriam os agentes capazes de provocar doenças. Especialidade da patologia que analisa a causa e o desenvolvimento através dos quais uma doença evolui.

Manifestação patológica congênita: anomalia que é oriunda da própria geração, da própria gênese.

Manifestação patológica adquirida: anomalia que foi imposta posteriormente a gênese.

Manifestação patológica endógena: manifestação que se desenvolve ou reproduz a partir do interior.

Manifestação patológica exógena: manifestação que se desenvolve ou se reproduz a partir do exterior.

Manifestação patológica física: manifestação relacionada à física dos materiais.

Manifestação patológica química: manifestação relacionada a fenômenos químicos.

Laje: elemento estrutural tipo placa contínua ou isolada apoiada em vigas, responsável pela resistência dos pisos elevados das edificações.

Viga: é um elemento estrutural das edificações podendo ser de madeira, ferro ou concreto armado. É responsável pela sustentação das lajes. A viga transfere o peso das lajes e dos demais elementos (paredes, portas, etc.) para as colunas.

Pilar: Elemento estrutural vertical de concreto, madeira, pedra ou alvenaria. Quando é circular, recebe o nome de coluna.

Vigota Pré-moldada: elemento em concreto armado contendo armaduras de aço. Principal componente resistente das lajes pré-moldadas comuns e treliçadas.

8. METODOLOGIA, DILIGÊNCIA e PROJETOS

8.1. Metodologia de Inspeção Predial

A inspeção predial baseia-se na vistoria da edificação resultando em uma análise técnica do fato ou condição relativa à utilização, mediante a verificação “in loco” de cada sistema construtivo e agentes externos causadores de manifestações patológicas que afetam a edificação, de acordo com as diretrizes da NBR16747 e da NBR 5674.

A inspeção procede ao diagnóstico das manifestações patológicas encontradas na edificação relativas às falhas construtivas, falhas de projeto e ou agentes externos que podem influenciar e prejudicar diretamente no desempenho da edificação, na vida útil da edificação, na sua devida utilização, na salubridade e segurança dos usuários e avaliações estéticas da edificação.

Esta inspeção é classificada como “Inspeção de Nível 02”, representada por análise expedida dos fatos e sistemas construtivos vistoriados, com a identificação de suas anomalias e de falhas que se apresentam de forma aparente. Em conjunto com análise tátil-visual foram utilizados equipamentos para coleta de dados de materiais e dimensões das peças das estruturas de concreto, com a finalidade de análise estrutural por unidades e peças e análise global.

Conforme a referida Norma de inspeção predial, a NBR16747, as anomalias e falhas são classificadas em três diferentes graus de recuperação, considerando o impacto do risco oferecido aos usuários, ao meio ambiente e ao patrimônio.

GRAU DE RISCO CRÍTICO – IMPACTO IRRECUPERÁVEL – é aquele que provoca danos contra a saúde e segurança das pessoas e meio ambiente, com perda excessiva de desempenho e funcionalidade, causando possíveis paralisações, aumento excessivo de custo, comprometimento sensível de vida útil e desvalorização imobiliária acentuada.

GRAU DE RISCO REGULAR – IMPACTO PARCIALMENTE RECUPERÁVEL – é aquele que provoca a perda parcial de desempenho e funcionalidade da edificação, sem prejuízo à operação direta de sistemas, deterioração precoce e desvalorização em níveis aceitáveis.

GRAU DE RISCO MÍNIMO – IMPACTO RECUPERÁVEL – é aquele causado por pequenas perdas de desempenho e funcionalidade, principalmente quanto à estética ou atividade programável e planejada, sem incidência ou sem a probabilidade de ocorrência dos riscos relativos aos impactos irrecuperáveis e parcialmente recuperáveis, além de baixo ou nenhum comprometimento do valor imobiliário.

8.2. Metodologia para Análise Estrutural

São levantados dados referentes à estrutura como por exemplo as dimensões das peças da estrutura como um todo, e as armaduras existentes na estrutura. Para análise do estado atual da estrutura foram utilizadas cargas atuantes conforme NBR6120, além do peso próprio da estrutura de concreto.

Através de software específico para análise estrutural são utilizados os dados levantados *in loco* para gerar um modelo estrutural simulando a estrutura executada. Deste modelo estrutural foram utilizados os dados para os cálculos estruturais, análises de estabilidade estrutural e cálculos de reforços e/ou reparos que possam ser necessários.

O carregamento atuante utilizado no modelo estrutural é definido por uma combinação de ações que durante um período preestabelecido têm a probabilidade de atuarem simultaneamente sobre a essa estrutura. Segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014), as combinações de ações devem ser estabelecidas para determinar os efeitos mais desfavoráveis que podem ocorrer na estrutura e para verificar a segurança em relação aos estados limites últimos (ELU) e de serviço (ELS).

No presente trabalho, foi verificada a segurança para o ELS, considerando-se a combinação quase permanente de serviço (CQP) (equação 1). Na equação 1, as ações permanentes se mantêm inalteradas e as ações variáveis são minoradas por um fator de redução ψ_2 .

$$F_{d,ser} = \sum F_{gik} + \sum \psi_{2j} F_{qjk}$$

Assim, $F_{d,ser}$ é o valor de cálculo das ações para combinações de serviço, F_{gik} representa o valor das ações permanentes, F_{qjk} representa o valor das ações variáveis e ψ_{2j} é o fator de redução de combinação quase permanente para ELS.

Por se tratar de uma edificação sem predominância de cargas de equipamentos, adotou-se um ψ_2 igual a 0,3.

Para a análise global da estrutura no presente trabalho foi utilizado o software Eberick 2023 da AltoQi, onde utilizando-se de análises lineares elásticas foram feitas comparações com os parâmetros Relação Flecha/Altura (a/H), o Coeficiente $GamaZ$ e o parâmetro de Imperfeição Geométrica Global (Desaprumo)

A Relação Flecha/Altura (a/H) consiste na razão entre a máxima deflexão (movimentação) lateral dividida pela altura total do edifício. Foi largamente utilizada por projetistas como um parâmetro para indicar se a estrutura em análise oferece rigidez suficiente para suportar as ações laterais e está entre os mais antigos índices utilizados para prever uma medida aproximada do funcionamento da estrutura nos quesitos estabilidade, performance de elementos estruturais e não estruturais e conforto de seus ocupantes.

O valor limite indicado pela NBR6118 é que a relação a/H seja menor ou igual a $1/500$ e que o deslocamento relativo entre pavimentos não exceda 4 mm.

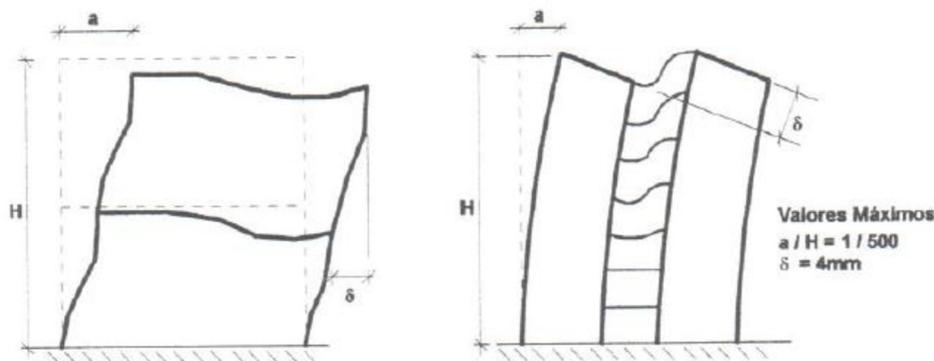


Fig. 04 – Limitações de deslocamentos, relação a/H e deslocamento entre pavimentos

O Coeficiente $GamaZ$ prevê com boa aproximação a magnitude dos efeitos de segunda ordem na estrutura. Ele pode ser empregado como um fator amplificador, majorando os esforços globais e substituindo a verificação através de uma análise de segunda ordem criteriosa.

Primeiro faz-se uma análise de primeira ordem levando em consideração as cargas verticais e horizontais. Uma redução da rigidez da estrutura é realizada com o objetivo de considerar, de forma aproximada, a não linearidade física.

Se o valor de $GamaZ$ for menor ou igual a 1.1, a estrutura pode ser considerada como indeslocável em sua rigidez Global, e os acréscimos de segunda ordem podem ser descaracterizados. Caso o valor de $GamaZ$ for maior que 1.1, calcula-se então os acréscimos de momentos à estrutura relacionando-os entre os momentos de segunda ordem com os respectivos momentos de primeira ordem.

A Imperfeição Geométrica Global é um parâmetro presente na NBR6118 e estuda a combinação de cargas de vento na estrutura juntamente com a ação do desaprumo teórico já presente na estrutura, em uma mesma direção como uma única ação variável.

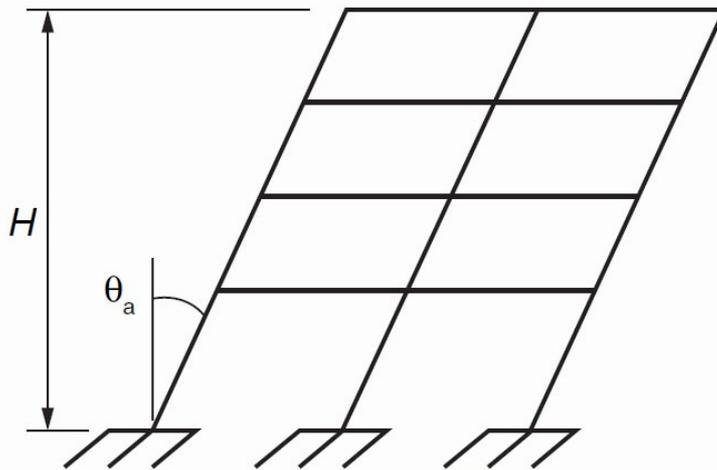


Fig. 05 – Imperfeição Geométrica Global

Já para a análise pontual dos elementos estruturais como pilares, vigas e lajes foram utilizados softwares do tipo P-Calc e Excel, onde são utilizados dados informados do modelo estrutural somadas às características fornecidas *in loco* em um efeito comparativo através de fator de segurança.

8.3. Diligências

A vistoria ocorreu no dia 11 de maio de 2023 com a presença do fiscal de contrato representando a Contratante, o Sr. Augusto de Oliveira Messagi, e o responsável pelo presente trabalho o Sr. Felipe Telöken. Foram feitas análises táteis e visuais nas alvenarias

de fechamento, divisórias, pinturas e aberturas, bem como análise tátil-visual nas peças de estruturas de concreto armado. Foram feitas medições de níveis e prumos bem como a medição de fissuras para especificação e levantamento de dados da estrutura, juntamente com análise de manifestações patológicas existentes afim de entender a movimentação da estrutura. Com o uso de um martelo com ponta de ABS foram feitos ensaios de percussão em acabamentos cerâmicos e emboços que continham fissuras. Através de ensaio de pacometria e medição foram levantados dados e informações referentes às dimensões das peças de concreto armado (Pilares e vigas), com a abertura de janelas de inspeção foram coletados dados de lajes e revestimentos.

Foram feitos registros fotográficos com a finalidade de ilustrar e registrar o presente trabalho.

8.4. Análise de documentação e projetos

Para a confecção do presente trabalho foram analisados o projeto arquitetônico da edificação fornecido pela contratante do presente trabalho. Neste (em anexo) foram incluídos os pontos de locação de pilares e fundações que foram utilizados como parâmetros de layout de estrutura.

Não foram fornecidos documentos e/ou registros referentes à manutenção periódica e reparos executados na edificação

9. INSPEÇÃO PREDIAL ESTRUTURAL

Em inspeção predial verificou-se as seguintes manifestações patológicas listadas em itens a seguir:

9.1. Infiltração por Capilaridade

Foram verificados indícios de infiltração por capilaridade em alguns pontos da edificação.



Fig. 06 – Infiltrações por capilaridade



Fig. 07 – Pontos com fissuras devido a infiltração por capilaridade



Fig. 08 – Fissuras e deslocamento por capilaridade e acúmulo de umidade.

Conhecida também como umidade de absorção e capilaridade, têm sua origem da absorção das águas provenientes dos solos úmidos de fundações e pavimentos, migrando

para as paredes e pisos. Essa migração ocorre devido aos materiais que apresentam canais capilares, por onde a água passará para atingir o interior das edificações (Exterckoetter e Zancan, 2018)

Evitada simplesmente com a execução correta de impermeabilização nas fundações, gera transtornos estéticos e de saúde dos usuários por reter umidade e facilitar a proliferação de micro-organismos.

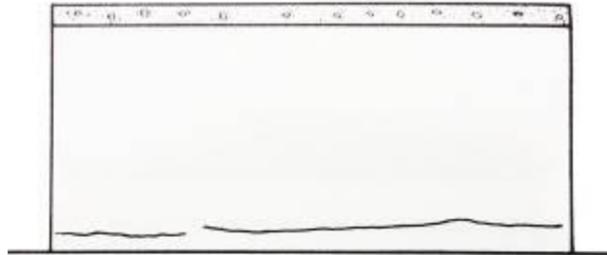


Fig. 09 – Esquema de fissura na base da alvenaria – Fonte Thomaz (2020)

Manifestação patológica do tipo ANOMALIA ENDÓGENA constituídas por falha de projeto e/ou execução de sistemas de impermeabilização em fundações/vigas baldrame.

Classificada como risco de nível MÍNIMO por trazer perda parcial de desempenho, danos apenas estéticos à primeiro momento, de fácil recuperação e que não acarreta dano financeiro à edificação.

Como orientação técnica para reparo sugere-se a aplicação de impermeabilizante cimentício de base acrílica semiflexível, sendo feita a remoção do reboco a uma altura de, no mínimo 50cm acima da umidade apresentada, ou até atingir 1,00 metro de altura a partir da primeira fiada de alvenaria. Posteriormente, são realizados reparos em nichos e falhas de concretagem na estrutura e, se necessária execução uma camada de regularização na alvenaria. Para finalização, aplicação do impermeabilizante em demãos cruzadas na superfície úmida até atingir o consumo estimado e reconstituição da parede com chapisco, reboco e pintura.

9.2. Fissuras por Flexão Simples de Vigas

Na Edificação vistoriada verificou-se um ponto com manifestação por flexão de vigas que gerou fissuras na alvenaria com espessuras que variavam de 0,5 a 2,5mm. Caracterizando então que as movimentações estruturais ultrapassaram o ELS (Estado Limite de Serviço) previsto na NBR6118 – Projeto de Estruturas de Concreto.



Fig. 10 – Fissura por flexão simples

A NBR6118 prevê microfissuramentos em estruturas de concreto que condizem com as suas realidades físicas (ELS). Porém a ultrapassagem do ELS em uma estrutura de concreto armado gera os desconfortos aqui vistos, como fissuramento excessivo, infiltrações, mofo e deslocamento de pintura.

No caso de flexão simples de viga, as fissuras ocorrem perpendicularmente às trajetórias dos esforços principais de tração (parte de baixo da viga). São praticamente verticais no terço médio do vão e apresentam aberturas maiores em direção à face inferior da viga onde estão as fibras mais tracionadas. Junto aos apoios as fissuras inclinam-se aproximadamente com a horizontal, devido a influência dos esforços cortantes.

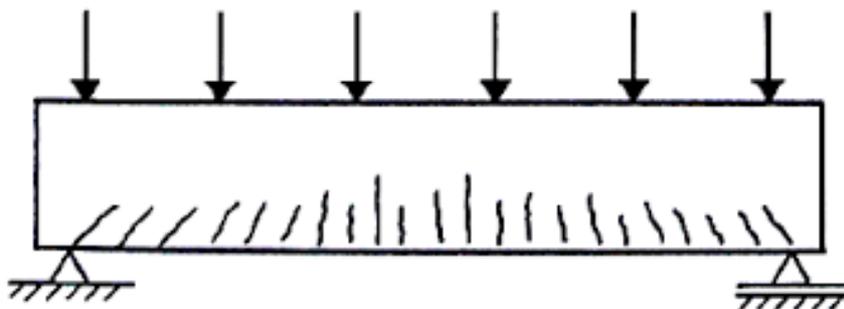


Fig. 11 – Fissuração típica em viga solicitada à flexão – Fonte: Thomaz (2020)

Estas movimentações da estrutura, acaba por sua vez alterando o aspecto físico dos elementos com coeficientes de movimentação menores, no caso as alvenarias de fechamento. Fazendo com que estas, por não terem capacidade de absorver as tensões da viga, fissurem em vários pontos.

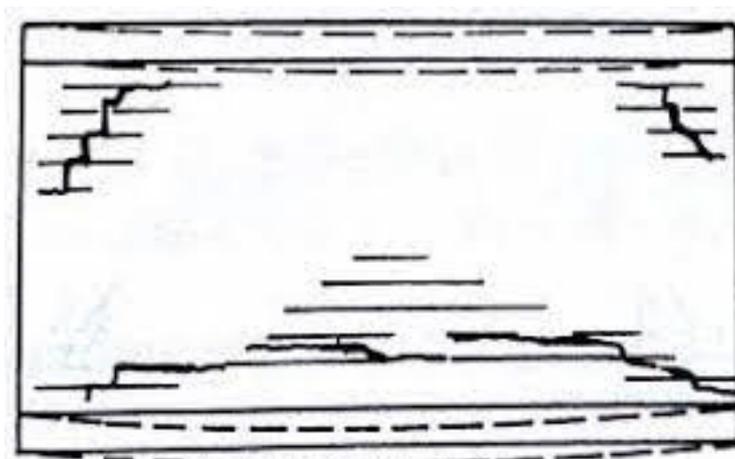


Fig. 12 – Fissuras em paredes de vedação: deformação da viga de suporte maior que a deformação da viga superior – Fonte: Thomaz (2020)

Segundo Souza e Ripper (1998), no caso das fissuras ativas, ao menos que seja possível eliminar a causa que as gerou, é impossível reestabelecer o monolitismo da fissura. Sendo assim a única alternativa é promover a vedação, cobrindo os bordos externos da mesma e eventualmente preenchendo-a com o material elástico.

A manifestação patológica encontra-se na parte de fundos da edificação, mais precisamente na parte do teto de onde está localizada a garagem da edificação.

Esta manifestação patológica pode ser classificada como sendo uma ANOMALIA ENDÓGENA, constituída por uma carga não prevista em projeto, que teve a sua capacidade resistente ultrapassada, gerando assim tensões indevidas à estrutura.

Classificada como risco de nível MÍNIMO por trazer perda parcial de desempenho, danos apenas estéticos à primeiro momento, de fácil recuperação e que não acarreta dano financeiro à edificação.

Uma opção de reparo da manifestação patológica é a redução de carga distribuída na viga ou o reforço estrutural através de aumento de seção da viga, o acréscimo de aço no momento positivo, ou a redução de vão da viga.

Caso a não exista a possibilidade de redução de carga e/ou reforço estrutural para cessar as movimentações da estrutura, esta manifestação patológica deve ser tratada como fissuras ativas, sendo assim tratadas apenas com barreiras para cessar o fissuramento e a entrada de umidade na alvenaria, recomenda-se como reparo técnico a retirada do reboco com um espaçamento de 50cm de largura (25cm acima e 25cm abaixo da fissura), até o aparecimento do substrato. Aplicação de tela metálica eletro soldada, com 25mm de abertura de malha quadrada e espessura de fio de 1,24mm também indicada pela ABNT NBR 13755, com 25cm de cada lado da fissura tomando a fissura como centro. A tela deve ser instalada com espaçadores de argamassa afim de manter a tela no centro da espessura do emboço.

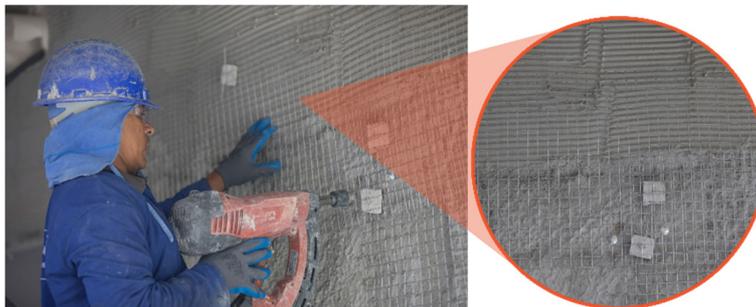


Fig. 13: Demonstração de Tela Eletro soldada - Fonte: Site Fachaforte.

9.3. Movimentação de Laje de Garagem

Na garagem da edificação foi verificado uma movimentação elevada da estrutura do piso, onde base próxima à parede apresentou desnível de aproximadamente 3cm em seu maior ponto.



Fig. 14: Parede com fissurações generalizadas.

A movimentação da base causou a movimentação da alvenaria da parede de fundos e a sua fissuração generalizada, bem como abertura de um vão que possibilitou inclusive a entrada umidade e vegetação na edificação.

Esta parede localiza-se nos fundos da edificação, no mesmo ponto onde ocorreu a movimentação por flexão simples de viga de teto.

A movimentação da base da ocorreu somente em um ponto lateral da laje, não sendo em toda a sua totalidade. Devido ao fato desta se dispor como uma laje de radier, tendo o solo como base, e a inexistência de fissuras estruturais relacionadas a pilares no local, fica deduzido que a manifestação patológica tem relação apenas ao elemento estrutural de viga baldrame.



Fig. 15: Movimentação de base e fissuras generalizadas.

Os indícios encontrados sugerem sobrecarga na região, mais precisamente na viga baldrame que apoia a laje de piso e a parede e na viga de teto, que recebe carga da laje de forro.

Esta manifestação patológica pode ser classificada como sendo uma ANOMALIA ENDÓGENA, constituída por uma carga não prevista em projeto, que teve a sua capacidade resistente ultrapassada, gerando assim tensões indevidas à estrutura.

Classificada como risco de nível REGULAR por provocar perda parcial de desempenho e funcionalidade da edificação, sem prejuízo à operação direta de sistemas, deterioração precoce e desvalorização em níveis aceitáveis.

Para um reparo em conformidade com a necessidade da utilização da edificação, fica a sugestão de um reforço estrutural na viga baldrame da garagem, retirando e refazendo a laje de piso desnivelada e a parede de alvenaria, com a inclusão de um pilar que fará a contenção da viga de forro do teto.

9.4. Fissuras por Movimentação Térmica da Laje de Cobertura

Em algumas lajes de forro da edificação, foram verificadas fissuras em 90° no sentido longitudinal dos elementos pré-fabricados das lajes.



Fig. 16: Fissuras em laje de forro.



Fig. 17: Detalhe de fissura em laje de forro.



Fig. 18: Detalhe de fissura em laje no sentido longitudinal ao elemento pré-fabricado.

Estas fissuras são caracterizadas pela movimentação indesejada da laje e da alvenaria da platibanda devido à sua baixa capacidade de absorção das tensões de cisalhamento provocadas pela movimentação térmica da estrutura.

Segundo Thomaz (2020), ao ser submetida a uma elevação de temperatura, a laje tenderá a dilatar de forma plana, deslocando suas extremidades. O fato é que ao dilatar, a laje levará consigo o elemento a qual está engastado (no caso é a alvenaria de vedação abaixo da laje e a platibanda acima), provocando uma tensão de tração e cisalhamento na alvenaria. Essas tensões promovem o surgimento de trincas nas paredes, tipicamente como demonstrado na figura:

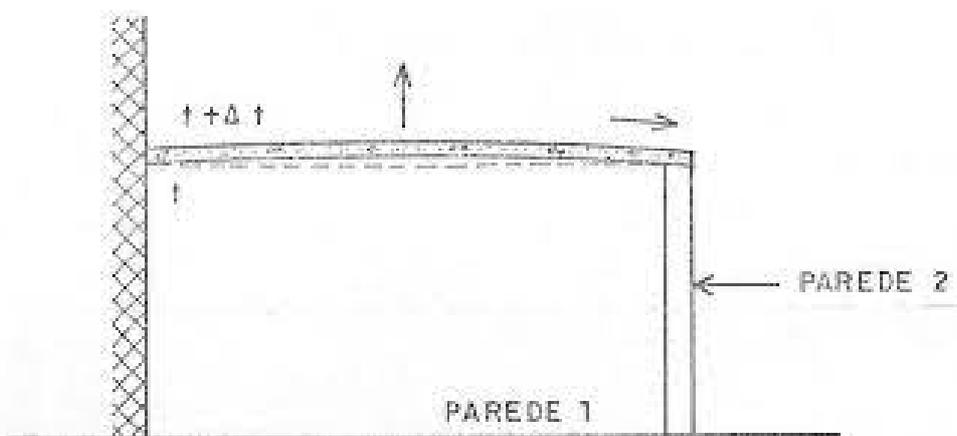


Fig. 19 - Exemplo de dilatação térmica de Laje de Concreto - Fonte: Thomaz, 2020.

Movimentações de origem térmica causadas nos elementos estruturais, sobretudo nos últimos pavimentos das edificações, induzem tensões de tração e cisalhamento nas vedações, principalmente em pontos de interface alvenaria/concreto.

Apesar de que as ações térmicas são as mais evidentes, também é importante relevar e destacar as movimentações higroscópicas devido à umidade. Tais ações acontecem simultaneamente e quando unidas podem ser chamadas de fenômenos higrotérmicos.

No caso das fissuras apresentadas nas Figuras 16, 17 e 18, apresentam espessuras entre 0,1 e 0,2mm e têm características de horizontalidade em quase todos os casos seguindo perpendicularmente o sentido do maior vão da laje, devido basicamente a uma movimentação diferenciada entre os componentes da laje, como por exemplo a existência de eletrodutos embutidos e lajes pré-moldadas.

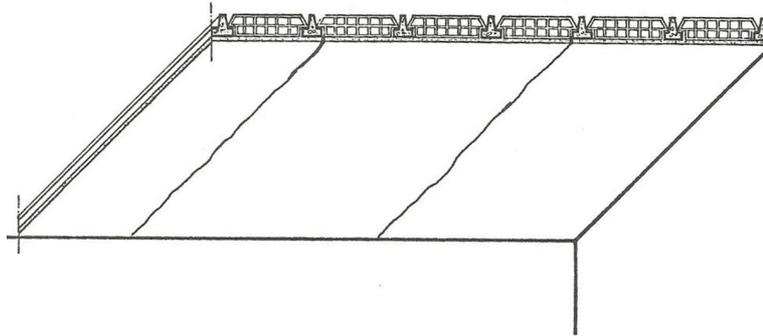


Fig. 20: Fissuras por movimentação térmica em laje mista pré-fabricada - Fonte: Thomaz, 2020.

Na edificação vistoriada fica evidente que ocorreu um equívoco na execução das lajes pré-fabricadas em vários pontos, onde através de uma janela de inspeção pode-se verificar que os elementos pré-fabricados foram executados com uma distância significativa, o que gera pontos frágeis suscetíveis às tensões de movimentação térmica ocorridas na laje. Outro indício de erro de execução ocorre em pontos de encontro entre lajes.



Fig. 21: Fissura em encontro de lajes.

As fissuras por movimentação térmica são em geral, fissuras ATIVAS, ou seja, fissuras que tendem a ter continuidade devido ao fato de o causador não ter sido eliminado.

Conforme descrito por Thomaz (2020), as fissuras por movimentação térmica da laje de forro costumam manter uma configuração exata como descrita na figura 19, porém deve-se salientar que em decorrência das dimensões e cargas empregadas na laje e das características dos materiais utilizados na parede, as manifestações podem se dar de outras formas, como por exemplo na situação a seguir:

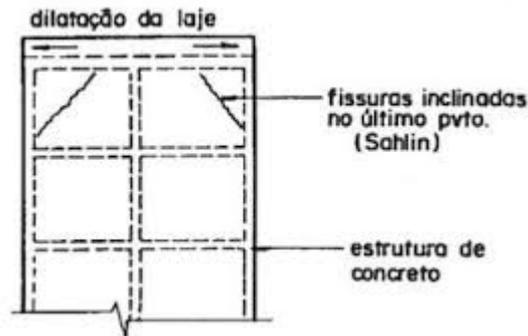


Fig. 22: Exemplo de dilatação térmica de Laje de Concreto - Fonte: Internet/Google

Esta situação é facilmente verificada na edificação vistoriada pela presença de fissuras por tração em pontos próximos à laje de cobertura da edificação, em pontos distintos da fachada, porém com a mesma formatação, indicando movimentação da laje no sentido contrário à maior inércia da edificação.



Fig. 23: Fissura devido à movimentação térmica.



Fig. 24: Fissura devido à movimentação térmica de laje de cobertura – Fachada Norte.





Fig. 25: Fissura devido à movimentação térmica de laje de cobertura – Fachada Sul.

Segundo Souza e Ripper (1998), no caso das fissuras ativas, ao menos que seja possível eliminar a causa que as gerou, é impossível reestabelecer o monolitismo da fissura. Sendo assim a única alternativa é promover a vedação, cobrindo os bordos externos da mesma e eventualmente preenchendo-a com o material elástico.

A ação do clima é fundamental para que as movimentações térmicas ocorram, porém é de responsabilidade do projetista e do executor da edificação prever tais efeitos e criar maneiras de evitar manifestações patológicas deste tipo.

Esta manifestação patológica pode ser classificada como sendo uma ANOMALIA ENDÓGENA, constituída por um erro de projeto ao não ser previsto as tensões por movimentações térmicas nas lajes de forro hoje executadas e também falha de execução nos elementos pré-fabricados da laje.

Classificada como risco de nível REGULAR por provocar perda parcial de desempenho e funcionalidade da edificação, sem prejuízo à operação direta de sistemas, deterioração precoce e desvalorização em níveis aceitáveis.

Sem a possibilidade de redução de tensões ocasionadas pelas movimentações térmicas, e por se tratar de um erro crasso de execução, resta o reparo da estrutura dos elementos de lajes com a aplicação de elementos que restaurem a monoliticidade das lajes

com aplicação de reforço em aço em sentido transversal ao utilizado nas estruturas pré-fabricadas, transformando as lajes biapoiadas em lajes com armadura bidirecional.

Para o reparo das fissuras externas, devem ser tratadas como fissuras ativas, sendo assim tratadas apenas com barreiras para cessar o fissuramento e a entrada de umidade na alvenaria, recomenda-se como reparo técnico a retirada do reboco com um espaçamento de 50cm de largura (25cm acima e 25cm abaixo da fissura), até o aparecimento do substrato. Aplicação de tela metálica eletro soldada, com 25mm de abertura de malha quadrada e espessura de fio de 1,24mm também indicada pela ABNT NBR 13755, com 25cm de cada lado da fissura tomando a fissura como centro. A tela deve ser instalada com espaçadores de argamassa afim de manter a tela no centro da espessura do emboço.

9.5. Deslocamento de Cerâmica de Paredes

Foi verificado através de ensaio de percussão, som cavo no revestimento cerâmico de parede do banheiro do Pavimento Térreo.



Fig. 26: Som cavo em peças cerâmicas e peças com indícios de trocas.

A argamassa colante não foi aplicada conforme norma NBR13754 e NBR13755, sendo aplicada com bolas pontuais causando ocos facilmente perceptíveis com ensaio de percussão com martelo de ABS.



Fig. 27: Detalhe de argamassa colante não aderida em peça cerâmica.

Alguns pontos do rejunte apresentam fissuras e deslocamentos que indicam a movimentação das peças de cerâmica.

Tratam-se de manifestações patológicas caracterizadas como ANOMALIAS ENDÓGENAS, constituídas por falha na execução da aplicação da argamassa colante no revestimento cerâmico.

Classificada como risco nível MÉDIO por trazer perda parcial de desempenho, danos apenas estéticos à primeiro momento, com desprendimento de peças cerâmicas ao longo da vida útil da edificação.

A correção indicada para essa patologia é a remoção da argamassa colante aplicada anteriormente a aplicação de um novo revestimento, seguindo a sequência e recomendações indicadas pelas normas NBR 13754 (ABNT, 1996) e 13755 (ABNT, 2017).

9.6. Deslocamento de Cerâmica de Piso

Foi verificado através de ensaio de percussão, som cavo no revestimento cerâmico de pisos em vários pontos da edificação.



Fig. 28: Piso com indícios de troca e som cavo.



Fig. 29: Detalhe de argamassa colante não aderida em peça cerâmica de piso.

A argamassa colante não foi aplicada conforme norma NBR13754 e NBR13755, sendo aplicada com bolas pontuais causando ocos facilmente perceptíveis com ensaio de percussão com martelo de ABS.

Para pisos cerâmicos com peças maiores que 50cmx50cm a normatização técnica determina que seja aplicada argamassa colante com desempenadeira dentada na base (substrato) e na peça em sentido cruzado, ocupando toda a peça.

Alguns pontos do rejunte apresentam fissuras e deslocamentos que indicam a movimentação das peças de cerâmica, além de indícios de trocas de peças devido à deslocamento cerâmico.

Tratam-se de manifestações patológicas caracterizadas como ANOMALIAS ENDÓGENAS, constituídas por falha na execução da aplicação da argamassa colante no revestimento de piso cerâmico. Ocorre em vários pontos da edificação, o que denota uma falha generalizada de execução.

Classificada como risco nível MÉDIO por trazer perda parcial de desempenho, danos apenas estéticos à primeiro momento, com desprendimento de peças cerâmicas ao longo da vida útil da edificação.

A correção indicada para essa patologia é a remoção da argamassa colante aplicada anteriormente a aplicação de um novo revestimento, seguindo a sequência e recomendações

indicadas pelas normas NBR 13754 (ABNT, 1996) e 13755 (ABNT, 2017).

9.7. Fissuras Higrotérmicas

Foram encontradas anomalias referentes à movimentação térmica de revestimento externo em vários pontos da edificação.



Fig. 30: Fissuras Higrotérmicas.

Segundo Thomaz (2020), do ponto de vista físico; um edifício é uma interligação racional entre diversos materiais e componentes com características físicas distintas. As movimentações térmicas de um material estão relacionadas com as suas propriedades físicas e com a intensidade de variação da temperatura nele exposto. Além disso, a magnitude das tensões desenvolvidas neste material se dá pela intensidade das movimentações internas, do grau de restrições impostas neste material, e das propriedades elásticas do material.

A variação térmica incidente em diversos tipos de materiais com características distintas provoca uma grande quantidade de tensões internas, que por sua vez geram fissuras e/ou microfissuras que tendem a gerar pontos para infiltrações de umidade externa.



Fig. 31: Microfissuras.

Segundo Sahade (2005), estas fissuras tendem a se comportar de maneira ativa devido a movimentação contínua das tensões internas do material, pelas possíveis causas como: retração da argamassa de assentamento, retração higrotérmica, movimentações térmicas ou pela presença de umidade ascendente por capilaridade.

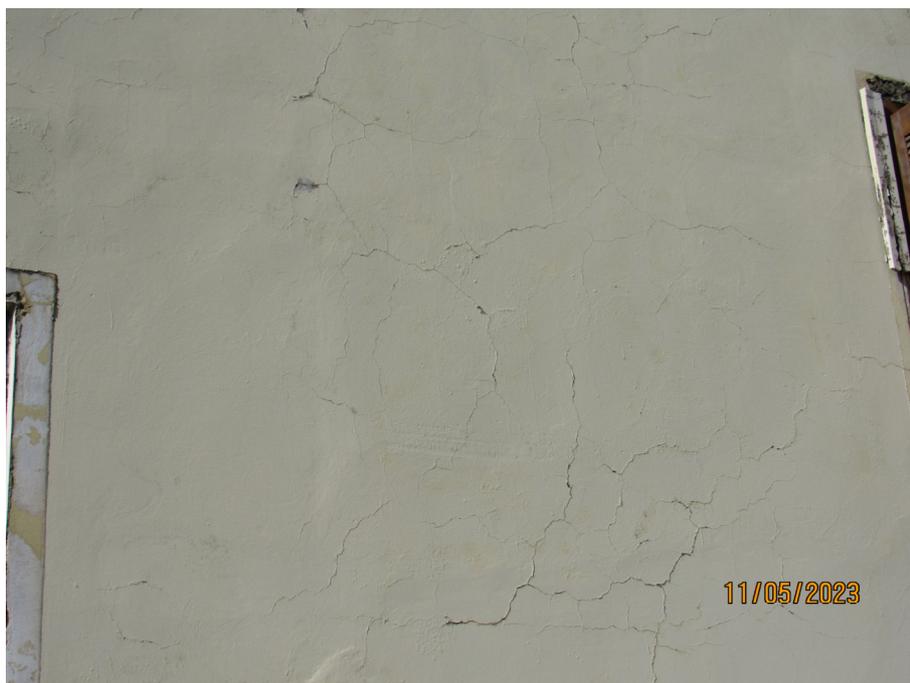


Fig. 32: Fissuras mapeadas.

No caso do edifício estudado, a água da chuva acumula nas microfissuras existentes trazendo umidade por capilaridade ao substrato e conseqüentemente ao acabamento de reboco interno, gerando o ciclo em que a argamassa umedece e seca, juntamente com movimentações térmicas do revestimento, criando um processo de fissuras na argamassa de reboco. Estas fissuras por sua vez geram aberturas para a entrada de água cada vez maiores, gerando fissuras cada vez maiores.

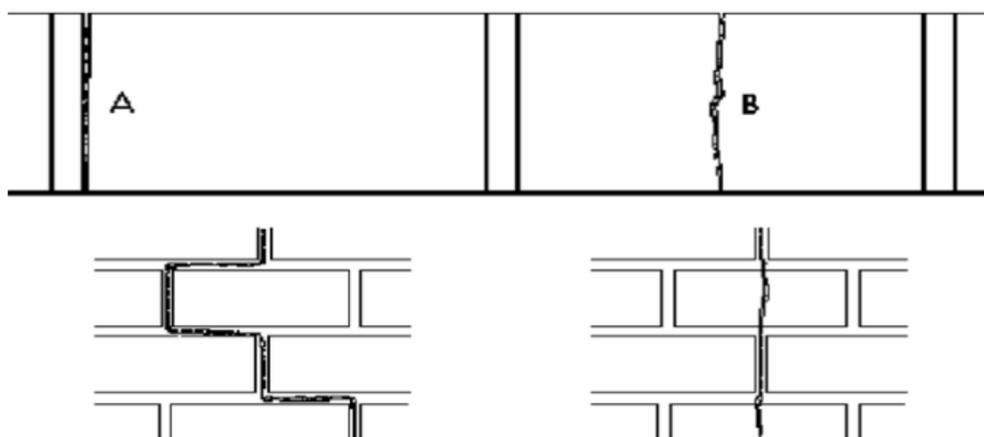


Fig. 33: Exemplo de fissuras higrótérmicas passantes – Fonte: Sahade (2005).

Caracterizadas como uma FALHA de manutenção por planejamento, onde a inexistência de manutenção de fachadas gera acúmulo de umidades em microfissuras que expandem com o passar do tempo. Classificadas como risco MÉDIO, por trazer perda parcial do desempenho e danos estéticos em um primeiro momento, com aumento através de fenômenos higrotérmicos ao longo da vida útil do sistema.

Como orientação técnica fica sugerida substituição do revestimento no trecho com a inclusão de tela de bandagem com a utilização de membrana acrílica nas fissuras de pequena espessura.

9.8. Infiltração no Terraço

No acesso principal à edificação foi constatada manifestação patológica ocasionada pela falha de impermeabilização do piso do terraço do segundo pavimento.

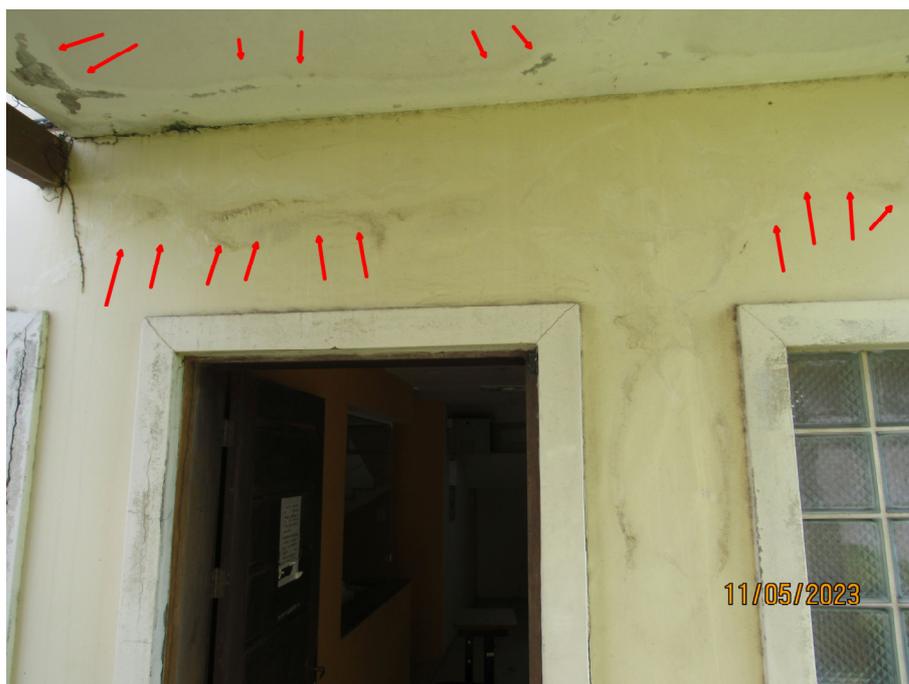


Fig. 34: Infiltrações em laje e parede abaixo do terraço (Abrigo de entrada).

A infiltração ocorreu basicamente pela parte superior do terraço. Onde a falha na impermeabilização ocasionou infiltrações na parte inferior, desgaste de rejunte e

deslocamento de peças cerâmicas de piso.



Fig. 35: Piso do terraço do segundo pavimento.

Tratam-se de manifestações patológicas caracterizadas como ANOMALIAS ENDÓGENAS, constituídas por falha na execução e/ou inexistência de impermeabilização específica para terraços.

Classificada como risco nível MÉDIO por trazer perda parcial de desempenho, danos apenas estéticos à primeiro momento, com desprendimento de peças cerâmicas ao longo da vida útil da edificação.

A correção indicada para essa patologia é a remoção do piso cerâmico e da argamassa colante; aplicação da impermeabilização sobre contrapiso com camada protetora e reaplicação do piso cerâmico.

9.9. Molduras de Janelas

O sistema de molduras das janelas da edificação apresenta manifestações patológicas referentes à infiltrações, fissuras e deslocamentos.



Fig. 36: Moldura de janela de WC com fissuras e deslocamentos.



Fig. 36: Moldura deslocada com indícios de corrosão.

O sistema de molduras das janelas da edificação foi executado com argamassa aplicada sobre o emboço/reboco da parede com a inclusão de armadura do tipo vergalhão para distribuir as tensões e fixar a moldura à parede.

Esta moldura, devido à falha de ligação entre o emboço/reboco e a falta de manutenção gerou fissuras, infiltrações e conseqüentemente corrosão nas armaduras internas.

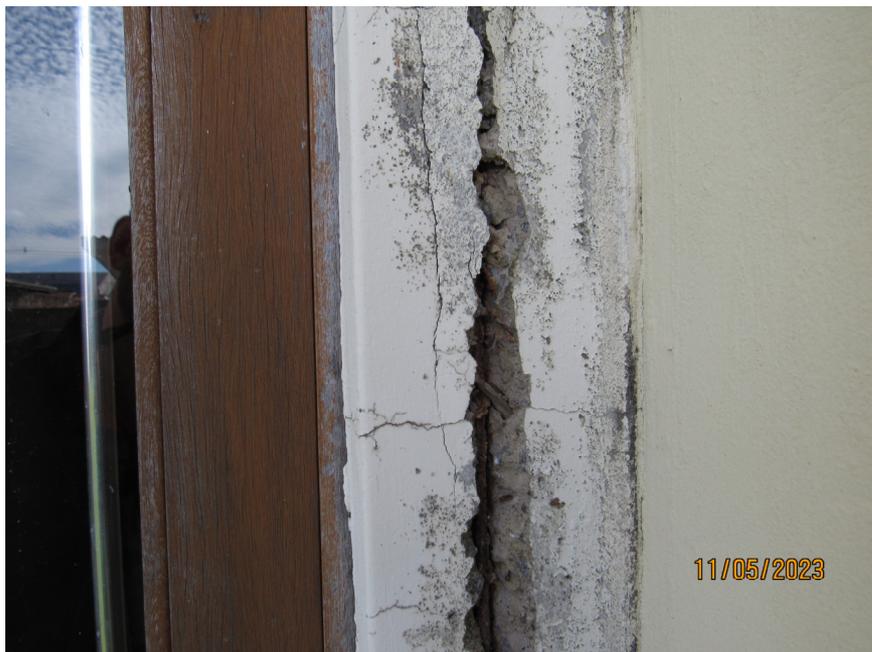


Fig. 37: Moldura com corrosão.

Além de gerar fissuras e deslocamentos, as falhas na execução da moldura geram infiltrações internas em vários pontos da edificação.



Fig. 38: Indícios de reparos de infiltrações internas.

Caracterizadas como ANOMALIAS ENDÓGENAS, referidas pelo erro de projeto (detalhamento de fachada) e/ou execução das molduras de janelas de maneira incorreta. Classificadas como risco MÉDIO, por trazer perda parcial do desempenho e danos estéticos em um primeiro momento, com aumento através de fenômenos higrótérmicos ao longo da vida útil do sistema.

Como orientação técnica fica sugerida a remoção de molduras soltas e/ou deslocadas, com a reinstalação de molduras com ligação com reboco da parede com a utilização de tela eletrosoldada galvanizada.

9.10. Pingadeiras de Janelas

As janelas da edificação não apresentam uma correta instalação de pingadeiras para evitar o contato com a umidade da chuva.



Fig. 39: Falha na pingadeira de janela.

Quando instaladas sem recorte além da abertura (b) ocorre a concentração de água e a formação de manchas próximas ao vértice inferior da janela. No caso do surgimento de fissuras naquela região, ocorrerá um ponto propício para a ocorrência de infiltrações e umidade na face interior da parede. A pingadeira deve ultrapassar o limite da janela (a) afim de evitar as

infiltrações de água na lateral da pingadeira.

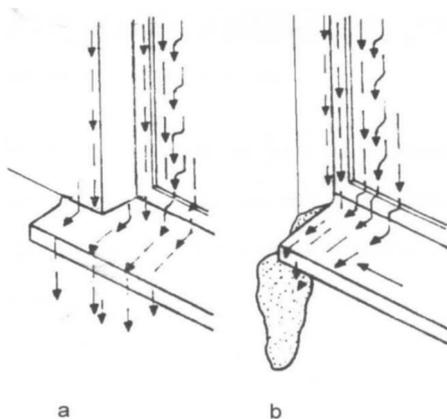


Fig. 40: Esquema de correta instalação de pingadeira de janela - Fonte: AMAURY

As falhas nas molduras das janelas citadas no Item 9.9 somados à falta de pingadeira com o correto caimento ocasiona o acúmulo de umidade e conseqüentemente infiltrações internas na parte de peitoril das janelas.



Fig. 41: Fissuras e infiltrações ocasionadas por umidade em falha de pingadeiras.

Caracterizadas como ANOMALIAS ENDÓGENAS, referidas pelo erro de projeto (detalhamento de fachada) e/ou execução das pingadeiras de maneira incorreta. Classificadas como risco MÉDIO, por trazer perda parcial do desempenho e danos estéticos em um primeiro momento, com aumento através de fenômenos higrotérmicos ao longo da vida útil do sistema.

Como orientação técnica fica sugerida aplicação corretiva e sazonal de material vedante afim de amenizar as infiltrações existentes, entrando em ciclos de manutenção semestral a troca e reaplicação de material selador específico para o uso.

9.11. Manutenção de Cobertura

9.11.1. Corrosão de Parafusos Telheiros

Foram verificados em vários pontos da cobertura, sinais de corrosão eletroquímica ocorridas nos parafusos telheiros, devido principalmente ao contato do metal à umidade com influência de calor.

É uma FALHA de manutenção de planejamento, onde inexistem registros e/ou certificados de manutenção periódica dos sistemas de drenagem da cobertura existentes, equipamentos e reparos utilizados na edificação.

Classificada como risco nível MÉDIO por trazer perda parcial de desempenho, danos apenas estéticos à primeiro momento e de manutenibilidade média.

Como orientação técnica, deve-se efetuar a manutenção da cobertura com a troca dos parafusos telheiros.

9.11.2. Telhas Quebradas

Foram verificados pontos com telhas quebradas e fissuradas.



Fig. 42: Telhas quebradas e fissuradas.

É uma FALHA de manutenção de planejamento, onde inexistem registros e/ou certificados de manutenção periódica dos sistemas de cobertura existentes, equipamentos e reparos utilizados na edificação.

Classificada como risco nível MÉDIO por trazer perda parcial de desempenho, danos apenas estéticos à primeira momento e de manutenibilidade média.

Como orientação técnica, deve-se efetuar a manutenção da cobertura com a troca das telhas danificadas.

9.11.3. Falha no Material Selante da Cobertura

Foram encontrados vários pontos falhos na manutenção das calhas e algerozas da cobertura da edificação. Essa vedação metálica tem por característica selar as peças dos telhados e conduzir a passagem de água por meio de suas conexões de calhas, algerozas e condutores até os tubos de quedas de esgoto pluvial.

O material utilizado deve funcionar de modo estanque, com o advento de uma solda fria através de material plástico que deve ter como características a elasticidade controlada e alta performance na ligação entre os pontos metálicos para garantir que a estrutura não seja prejudicada, bem como não irá ressecar nem quebrar com o passar do tempo.

São recomendados como material selador os monocomponentes a base de polímeros sintéticos de cura neutra com excelente adesão, coesão e resistência ao envelhecimento e às intempéries, já que os locais a serem utilizados são comumente áreas expostas às variações climáticas e aos raios UV.

No caso específico da edificação vistoriada, foi constatada inexistência de selador em parte do sistema de calhas e algerozas, selador com tempo de vida útil ultrapassado, além de falha na instalação das algerozas com pontos onde a ligação de calha com o tubo de queda é inadequado.

São deficiências caracterizadas como sendo uma FALHA de manutenção por Planejamento, constituída por falta de manutenção periódica no telhado, com a finalidade de aumentar o seu tempo de vida útil e evitar manifestações patológicas.

Classificada como risco nível MÉDIO por trazer perda parcial de desempenho, danos apenas estéticos à primeiro momento e de manutenibilidade média.

Como orientação técnica de reparo, recomenda-se a reinstalação do material selante nos sistemas de calhas e algerozas com a aplicação de selador plástico em todos os pontos já degradados e com falha no desempenho da sua função.

Fica a sugestão da inclusão deste item na lista de manutenção da edificação onde será feita uma vistoria e reparos necessários em um período a cada 6 meses.

9.11.4. Capa de Muro

Foram constatadas falhas no acabamento de topo da alvenaria de platibanda (capa de muro ou rufo) da edificação.



Fig. 43: Alvenaria de platibanda sem capa de muro.

Segundo Sahade, (2005), a correta utilização do acabamento de topo de alvenaria, conhecida como “capa de muro”, deve ater-se ao formato de pingadeira em ambos os lados da platibanda, para formar um espaço distante da parede onde a água da chuva percorra por um caminho conhecido e não penetre na alvenaria.

Em caso de capas de muro em material metálico, esta deve formar um “V” nas extremidades para formar uma pingadeira, em caso de uso de capa de muro em rocha, esta deve ter um nicho em corte longitudinal nas extremidades para formar uma pingadeira.



Fig. 44 – Exemplo de Topo de Alvenaria (Capa de Muro) com pingadeira – Fonte Google.

A deficiência exemplificada na figura 30 é caracterizada como sendo uma ANOMALIA ENDÓGENA, constituída por falha de execução da cobertura da alvenaria das platibandas, onde foi utilizada uma técnica construtiva de capacidade insuficiente e de baixa manutenibilidade.

Classificada como risco nível MÉDIO por trazer perda parcial de desempenho, danos apenas estéticos à primeiro momento e de manutenibilidade média.

Como orientação técnica de reparo, recomenda-se a instalação de um acabamento de alvenaria em metal, no sistema capa de muro ou rufos metálicos que têm uma resistência maior às discrepâncias térmicas da alvenaria por serem instaladas com a aplicação de selador flexível com maior capacidade de resistência às tensões horizontais de movimentações entre base e produto.

10. ANÁLISE ESTRUTURAL

Verificou-se *in loco* que a estrutura de concreto armado executada condiz com o *layout* de pilares aplicados no projeto arquitetônico.

As dimensões dos pilares foram verificadas com precisão e mantidas conforme levantamento através de pacômetro pois intervêm significativamente na estabilidade global da estrutura.

As vigas analisadas por pacometria apresentaram variações insignificantes nas dimensões altura e base. Para facilitar a montagem do modelo estrutural as vigas tiveram as suas dimensões inteiradas em múltiplos de 5cm, sendo lançadas com 30cm, 35cm e 40cm.

As lajes do piso do segundo pavimento e da cobertura da edificação são do tipo pré-fabricadas e tiveram poucas alterações de espessuras, sendo assim optou-se por manter uma espessura e tipo de laje padrão para toda a edificação. As lajes do piso do pavimento térreo são do tipo radier (maciça) com a carga descarregada diretamente no solo.

A platibanda do telhado não apresentou em ensaio de pacometria estrutura de concreto armado regular e sequencial, ou seja, condizente com a necessidade do tipo de edificação.

As fundações não foram analisadas neste trabalho devido às manifestações patológicas encontradas na estrutura não apresentarem características de causa de falhas de fundações. Foi estipulado um pilar de fundação com altura de 156cm abaixo do nível térreo para ligação da estrutura com a fundação.

Para uma melhor comparação entre modelo e estrutura real da edificação, foi lançado em software como modelo a situação mais imprevisível e desfavorável como posicionamento de vigas, sendo estas lançadas basicamente como bi-apoiadas e sem engastes entre vigas pilares.

O ensaio de pacometria efetuado nos elementos estruturais (pilares e vigas) não foi claro no diâmetro das barras de aço utilizadas, deixando em dúvida quanto às barras de 10mm e 12,5mm. Optou-se então pela utilização de barras de aço com diâmetro de 10mm por representar a situação mais desfavorável encontrada para a análise. Os cobrimentos de armadura encontrados variaram entre 1cm e 3cm em praticamente toda a estrutura, sendo então adotado o cobrimento mais desfavorável de 1cm como padrão para todos os elementos.

Com as dimensões e características das peças de concreto da estrutura, foi montado modelo estrutural da edificação em estudo no presente trabalho.

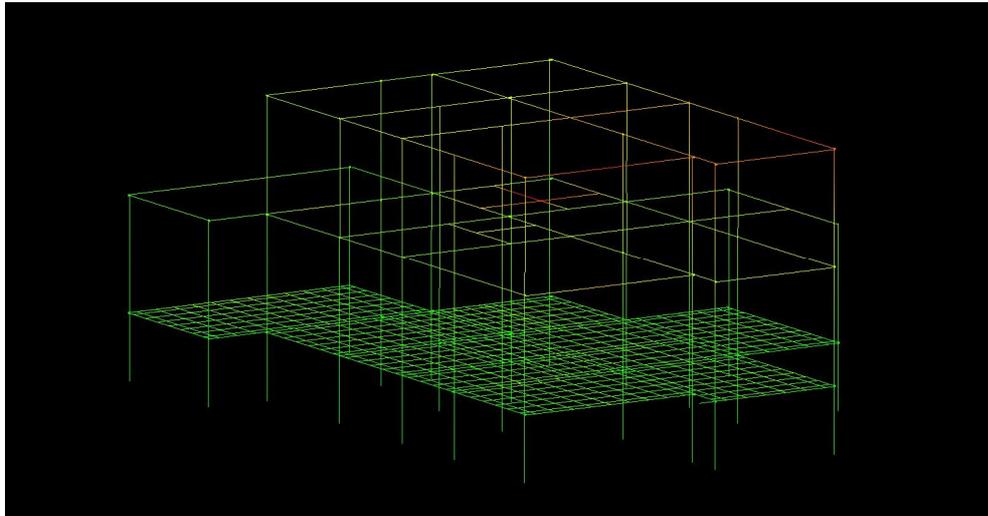


Fig. 45 – Pórtico Unifilar da Estrutura de Concreto Armado – Alto QI Eberick 2023.

10.1. Cargas da estrutura de concreto armado

Para análise de estabilidade estrutural no presente trabalho, tem-se as seguintes cargas e dimensões:

- Peso Próprio Concreto Armado = 2500kgf/m^3
- Peso Próprio Laje Cobertura = 140kgf/m^2
- Peso Próprio Laje Pavimento Superior = 140kgf/m^2
- Peso Próprio Laje Pavimento Térreo = 300kgf/m^2
- Revestimento Lajes = 180kgf/m^2
- Carga Acidental Laje Cobertura = 100kgf/m^2
- Carga Acidental Laje Pavimento Superior (Salas) = 250kgf/m^2
- Carga Acidental Laje Pavimento Superior (Corredores) = 300kgf/m^2
- Carga Acidental Laje Pavimento Superior (WCs) = 200kgf/m^2
- Carga Acidental Laje Pavimento Térreo = 300kgf/m^2
- Carga Acidental Laje Térreo (estacionamento) = 300kgf/m^2
- Carga Acidental Laje Subsolo (estacionamento) = 300kgf/m^2
- Fck Estipulado = 15Mpa
- Carga de parede = 1300kgf/m^3 com espessura de 15cm

10.2. Análise Global

Com estes dados, através de simulação com o uso de software específico, foi analisada a estabilidade global da estrutura:

10.2.1. Deslocamentos Horizontais através da relação a/H

Verificações	X+	X-	Y+	Y-
Altura total da edificação (cm)	700.00			
Deslocamento limite (cm)	0.41			
Deslocamento característico (cm)	0.28	-0.28	0.12	-0.12
gf2	0.30	0.30	0.30	0.30
Deslocamento combinações frequentes (cm)	0.08	-0.08	0.03	-0.03

Tab. 01 – Quadro Resumo de Deslocamentos Horizontais

10.2.2. Análise Gama-Z

Combinação: 1.3G1+1.4G2+1.4S+1.2R+1.4Q+1.2A+1.1AS+0.72T1+0.84V3+0.84D3							
Pavimento	Altura relativa (cm)	Carga vertical (tf)	Carga horizontal (tf)	Deslocamento horizontal (cm)	Momento 2a. ordem (tf.m)	Momento tombamento (tf.m)	Gama-Z
Cobertura	700.00	78.55	0.61	0.32	0.25	4.27	1.08 (lim=1.10)
Segundo	425.00	103.72	0.13	0.11	0.11	0.53	
Térreo	150.00	73.81	0.00	0.00	0.00	0.00	
TOTAL					0.37	4.81	

Tab. 02 – Quadro Resumo de combinação com maior valor de Gama-Z

10.2.3. Imperfeições geométricas globais

Parâmetros	
Altura total da edificação (cm)	700.00
Nº de pilares contínuos	18

Combinação vertical	G1+G2+A+Q
Tipo de estrutura	Estruturas usuais
Ângulo adotado	1/364

Tab. 03 – Quadro parâmetros para Desaprumo Máximo

Pavimento	Carga vertical (tf)	Carga aplicada (tf)		Deslocamento (cm)	
		X	Y	X	Y
Cobertura	57.66	0.16	0.16	0.06	0.06
Segundo	76.06	0.21	0.21	0.03	0.03
Térreo	54.13	0.15	0.15	0.00	0.00

Tab. 04 – Quadro de Imperfeições Geométricas Globais da edificação estudada

10.3. Análise Elementos Estruturais

10.3.1. Análise de Pilares

Assim, através de simulação com o uso de software específico, foram analisados os pilares submetidos à flexão composta oblíqua, considerando os efeitos da não linearidade física e geométrica, chegando ao fator de segurança conforme tabela abaixo.

Resumo Verificação ELU Pilares (kN e kN.m)						
Pilar	Pavimento	Nsd	Msd,x	Msd,y	F.S.	
P1	Fundação	-11,8	0,2	-0,2	37.17	
	Térreo	-7,9	0,3	-1,8	3.72	
P2	Fundação	-11,3	0,2	-0,1	46.11	
	Térreo	-8,1	4,6	-0,3	3.29	
P3	Fundação	-5,3	0,4	0	42.03	
	Térreo	-2,4	-0,7	0,3	16.53	
P4	Fundação	-19,6	0,2	-0,2	30.12	
	Térreo	-15,1	0,3	-0,7	10.27	
	Superior	-4,5	0,4	-0,6	10.3	
P5	Fundação	-21,8	0,2	-0,3	25.84	
	Térreo	-17	0,6	0,6	10.99	
	Superior	-5,5	-1,4	0	11.49	
P6	Fundação	-20,7	0,2	-0,2	30.51	
	Térreo	-15,1	0,7	-0,6	10.61	
	Superior	-4,8	1,2	-0,2	11.88	
P7	Fundação	-15,5	0,4	-0,1	31,58	
	Térreo	-11,6	0,7	-0,7	9.97	

	Superior	-4,6	-1,2	0,8	7.67
P8	Fundação	-17,7	-0,1	-0,2	41.50
	Térreo	-12,3	-0,3	-0,6	14.74
	Superior	-6	0,3	-0,7	10.98
P9	Fundação	-23,9	0,1	-0,3	32.72
	Térreo	-16,8	-0,5	-0,6	14.39
	Superior	-6,6	1	0	15.19
P10	Fundação	-32,2	0,2	-0,3	24.34
	Térreo	-27,2	0,8	-0,9	7.65
	Superior	-8,3	1,1	-0,6	8.71
P11	Fundação	-27,4	0,2	-0,3	26.53
	Térreo	-21,7	0,6	-0,8	9.05
	Superior	-6	0,3	-0,8	8.89
P12	Fundação	-5,6	0,1	-0,1	83.55
	Térreo	-3,5	1,1	-0,3	12.40
P13	Fundação	-15,8	0,1	-0,2	41.02
	Térreo	-10,9	-0,3	0,4	18.57
	Superior	-5,4	0,5	-0,3	19.07
P14	Fundação	-25,2	0,2	-0,3	28.76
	Térreo	-17,6	2,1	-0,3	8.26
	Superior	-6,2	-2,3	0	7.19
P15	Fundação	-22,8	0,2	-0,3	25.19
	Térreo	-18,3	0,5	-0,8	8.85
	Superior	-5,2	0,5	-1	6.74
P16	Fundação	-18,8	-0,1	-0,3	27.96
	Térreo	-15	0,4	0,6	12.14
	Superior	-7,3	-0,7	0	19.50
P17	Fundação	-37,5	-0,2	-0,4	22.58
	Térreo	-31,5	0,8	1	7.13
	Superior	-12,1	-0,5	-0,4	16.12
P18	Fundação	-22,6	0,1	-0,2	30.91
	Térreo	-17,2	0,7	0,6	11.42
	Superior	-7,5	1,8	-0,1	9.21
P19	Fundação	-3,1	0,3	-0,1	44.74
	Térreo	-1,4	0,7	0	21.54
P20	Fundação	-15,6	0,1	-0,2	35.44
	Térreo	-12,6	0,9	-0,5	11.92

	Superior	-5,7	1,4	-0,8	7.71
P21	Fundação	-26,1	0,3	-0,3	24.82
	Térreo	-22,2	-0,7	-0,8	8.91
	Superior	-8,9	1,1	-0,4	9.96
P22	Fundação	-6,6	0,7	-0,1	22.12
	Térreo	-3,2	-0,8	0,1	18.94
	Superior	-1,4	0,8	-0,1	18.95
P23	Fundação	-17	0,4	-0,2	32.01
	Térreo	-13,2	1,2	-0,6	9.88
	Superior	-5,7	2,2	-0,8	6.47

Onde:

Nsd = força longitudinal de compressão

Msd,x = Momento solicitante eixo X

Msd,y = Momento solicitante eixo y

F.S. = Fator de Segurança

Pilar seguro se F.S. for maior que 1

Tab. 05 – Resumo de Verificação de ELU de Pilares.

10.3.2. Análise de Vigas

Para verificação de estabilidade das vigas utilizou-se o a flecha teórica máxima admissível comparando-se com o somatório entre flecha imediata e flecha devido a fluência das vigas executadas em obra.

Com as comparações efetuadas foi possível gerar uma lista com o Fator de Segurança em três tabelas abaixo:

Resumo Verificação ELU Vigas (kN e kN.m)

Piso Pavimento Térreo

Viga	Carreg. Total	L (cm)	Flecha Máxima (cm)	Flecha Calculada (cm)	F.S.
V1	4,90	590,0	2,40	5,10	0,47
V2	3,42	147,5	0,06	0,01	6,00
V3	4,38	307,0	1,20	0,24	5,00
V4	1,36	134,5	0,50	0,01	50,00
V5	5,58	315,0	1,30	0,60	2,17
V6	5,58	262,0	1,00	0,14	7,14

V7	5,56	185,7	0,70	0,04	17,50
V8	5,58	305,5	1,20	0,48	2,50
V9	1,40	267,5	1,10	0,04	27,50
V10	5,58	262,3	1,00	0,15	6,67
V11	4,73	179,7	0,70	0,03	23,33
V12	5,58	315,0	1,30	0,60	2,17
V13	5,58	315,0	1,30	0,60	2,17
V14	4,45	135,0	0,50	0,01	50,00
V15	4,50	315,0	1,30	0,33	3,94
V16	1,40	267,5	1,10	0,04	27,50
V17	3,40	440,0	1,80	1,68	1,07
V18	5,58	318,5	1,30	0,65	2,00
V19	5,58	330,0	1,30	0,81	1,60
V20	3,46	294,5	1,20	0,14	8,57
V21	4,12	218,0	0,90	0,05	18,00
V22	5,58	260,0	1,00	0,14	7,14
V23	4,07	302,0	1,20	0,19	6,32
V24	3,97	212,5	0,90	0,04	22,50
V25	10,90	265,0	1,10	0,75	1,47
V26	4,52	315,0	1,30	0,33	3,94
V27	5,58	95,0	0,40	0,01	40,00
V28	5,58	305,0	1,20	0,48	2,50
V29	3,95	483,0	1,90	1,26	1,51
V30	4,50	315,0	1,30	0,33	3,94
V31	5,58	350,0	1,40	1,13	1,24
V32	5,58	316,5	1,30	0,62	2,10
V33	4,06	402,0	1,60	1,39	1,15
V34	3,19	201,5	0,80	0,03	26,67
V35	4,22	259,5	1,00	0,11	9,09
V36	5,25	311,5	1,20	0,47	2,55
V37	5,58	458,0	1,80	1,58	1,14

Tab. 06 – Resumo de Verificação de ELU de Vigas do piso do Pavimento Térreo.

Resumo Verificação ELU Vigas (kN e kN.m)

Piso Pavimento Superior

Viga	q (kN/m)	L (cm)	Flecha Máxima (cm)	Flecha Calculada (cm)	F.S.
V1	6,55	590,00	2,40	4,45	0,54
V2	6,24	147,50	0,60	0,02	30,00

V3	10,46	304,00	1,20	1,19	1,01
V4	9,96	128,50	0,50	0,01	50,00
V5	5,20	309,50	1,20	0,44	2,73
V6	4,32	216,50	0,90	0,05	18,00
V7	7,91	265,80	1,10	0,09	12,22
V8	10,53	190,70	0,80	0,03	26,67
V9	8,25	307,50	1,20	0,23	5,22
V10	7,41	158,50	0,60	0,03	20,00
V11	5,88	265,30	1,10	0,07	15,71
V12	6,64	475,00	1,90	1,88	1,01
V13	4,20	440,00	1,80	1,70	1,06
V14	5,58	318,50	1,30	0,65	2,00
V15	3,82	330,00	1,30	0,28	4,64
V16	6,49	294,50	1,20	0,55	2,18
V17	5,87	218,00	0,90	0,07	12,86
V18	5,58	260,00	1,00	0,14	7,14
V19	3,52	302,00	1,20	0,16	7,50
V20	10,90	265,00	1,10	0,75	1,47
V21	7,97	95,00	0,40	0,01	40,00
V22	10,99	307,50	1,20	0,54	2,22
V23	10,23	417,50	1,70	1,63	1,04
V24	6,98	315,00	1,30	0,16	8,13
V25	3,82	350,00	1,40	0,47	2,98
V26	7,76	315,00	1,30	1,07	1,21
V27	6,62	402,00	1,60	0,99	1,62
V28	8,13	201,50	0,80	0,03	26,67
V29	9,08	259,50	1,00	0,10	10,00
V30	6,96	311,50	1,20	0,15	8,00
V31	5,82	464,00	1,90	1,85	1,03

Tab. 07 – Resumo de Verificação de ELU de Vigas do piso do Pavimento Superior.

Resumo Verificação ELU Vigas (kN e kN.m)

Viga	q (kN/m)	L (cm)	Cobertura		F.S.
			Flecha Máxima (cm)	Flecha Calculada (cm)	
V1	6,3	304,0	1,2	0,63	1,90
V2	5,5	128,5	0,5	0,01	50,00
V3	6,04	309,5	1,2	0,64	1,88
V4	5,43	262,8	1,1	0,14	7,86
V5	4,11	185,7	0,7	0,03	23,33
V6	4,44	305,5	1,2	0,24	5,00
V7	2,98	262,5	1,1	0,08	13,75
V8	2,72	495,0	2	1,96	1,02
V9	3,82	440,5	1,8	1,72	1,05
V10	3,82	318,5	1,3	0,22	5,91
V11	6,84	294,5	1,2	0,62	1,94
V12	7,22	218,0	0,9	0,09	10,00
V13	3,82	260,0	1	0,1	10,00
V14	3,82	302,0	1,2	0,17	7,06
V15	6,21	95,0	0,4	0,01	40,00
V16	6,05	305,0	1,2	0,59	2,03
V17	6,33	220,0	0,9	0,08	11,25
V18	1,4	265,0	1,1	0,04	27,50
V19	1,4	315,0	1,3	0,08	16,25
V20	5,08	402,0	1,6	1,59	1,01
V21	6,07	201,5	0,8	0,06	13,33
V22	3,82	259,5	1	0,1	10,00
V23	3,82	311,5	1,2	0,2	6,00

Tab. 08 – Resumo de Verificação de ELU de Vigas da Cobertura.

11. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Foram verificadas em vistoria predial uma quantidade significativa de manifestações patológicas derivadas de diversas causas.

Pôde ser comprovado que as fissuras encontradas são causadas por gatilhos de diferentes, como falha na execução de reboco, falha na manutenção, falha na impermeabilização, falha na execução de molduras de janelas, entre outros.

Podemos verificar através de análise estrutural que as condições estruturais da edificação se encontram dentro de um parâmetro de aceitabilidade conforme a NBR 6118 atendendo as solicitações com fatores de segurança muito acima da necessidade.

Em análise visual, verificou-se que as fundações, pilares e vigas não apresentam fissuras e/ou deformidades que demonstrem maiores movimentações estruturais globais. Excetuando-se claro as vigas V1 do pavimento térreo e V1 do Pavimento Segundo, que apresentaram tanto em análise estrutural quanto visual deformidades elevadas devido basicamente à sobrecarga.

Verificou-se também que a edificação apresenta várias deformações pontuais em sua estrutura, gerando manifestações patológicas que são expostas no emboço, cerâmicas e alvenarias internas e externas. A patologia destas manifestações deixa claro que existem vários causadores destas deformações que não são necessariamente sobrecarga, como por exemplo movimentações higroscópicas de alvenarias, movimentações de lajes devido à alteração térmica e falhas na execução de lajes, por exemplo.

Sendo assim, fica claro que as manifestações patológicas relacionadas à edificação encontradas na presente vistoria não são causadas e/ou têm relação com sobrecargas globais, falhas estruturais globais e falhas de projeto e/ou execução de fundações.

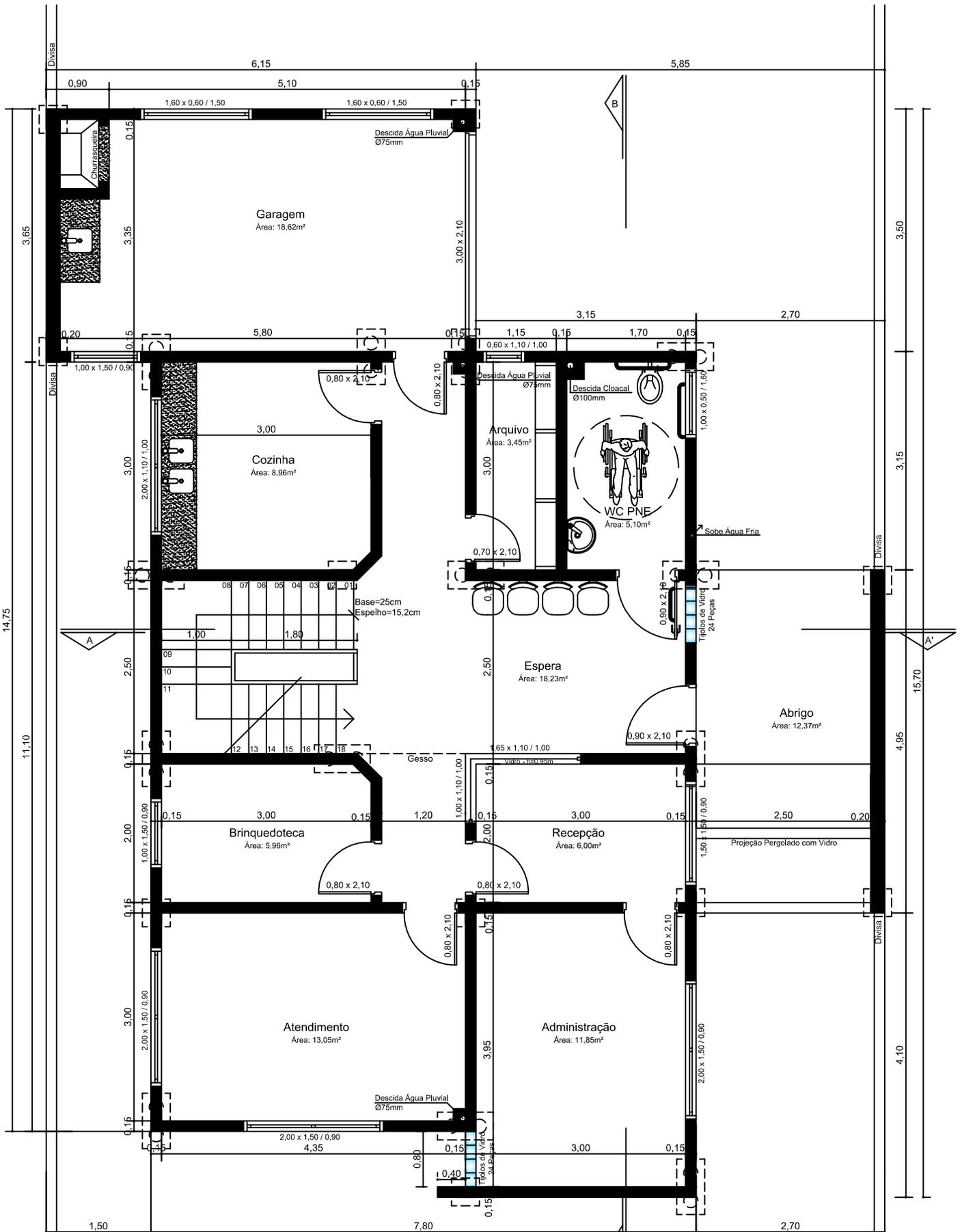
Cabe apenas enfatizar que devem ser tomadas providências para reparo/restauro das manifestações patológicas pontuais da edificação, juntamente com o reforço das vigas da parte de fundos da mesma, o reforço das lajes pré-fabricadas de forro, além da criação de uma rotina corriqueira de manutenção e registro para elevar a vida útil da edificação.

12. ENCERRAMENTO

Este trabalho refere-se ao Laudo Técnico de Análise de Estabilidade Estrutural do edifício sede do Conselho Tutelar da Criança e Adolescente de Osório/RS, é composto por 67 (sessenta e sete) folhas e seus anexos, não devendo ser divulgado em partes e/ou incompleto sendo executado pelo Eng. Civil Felipe Telöken, registrado no CREA/RS sob nº RS158754, que subscreve, com ART registrada de nº 12590237 de 29 de maio de 2023.

Sarandi-RS, 13 de julho de 2023.

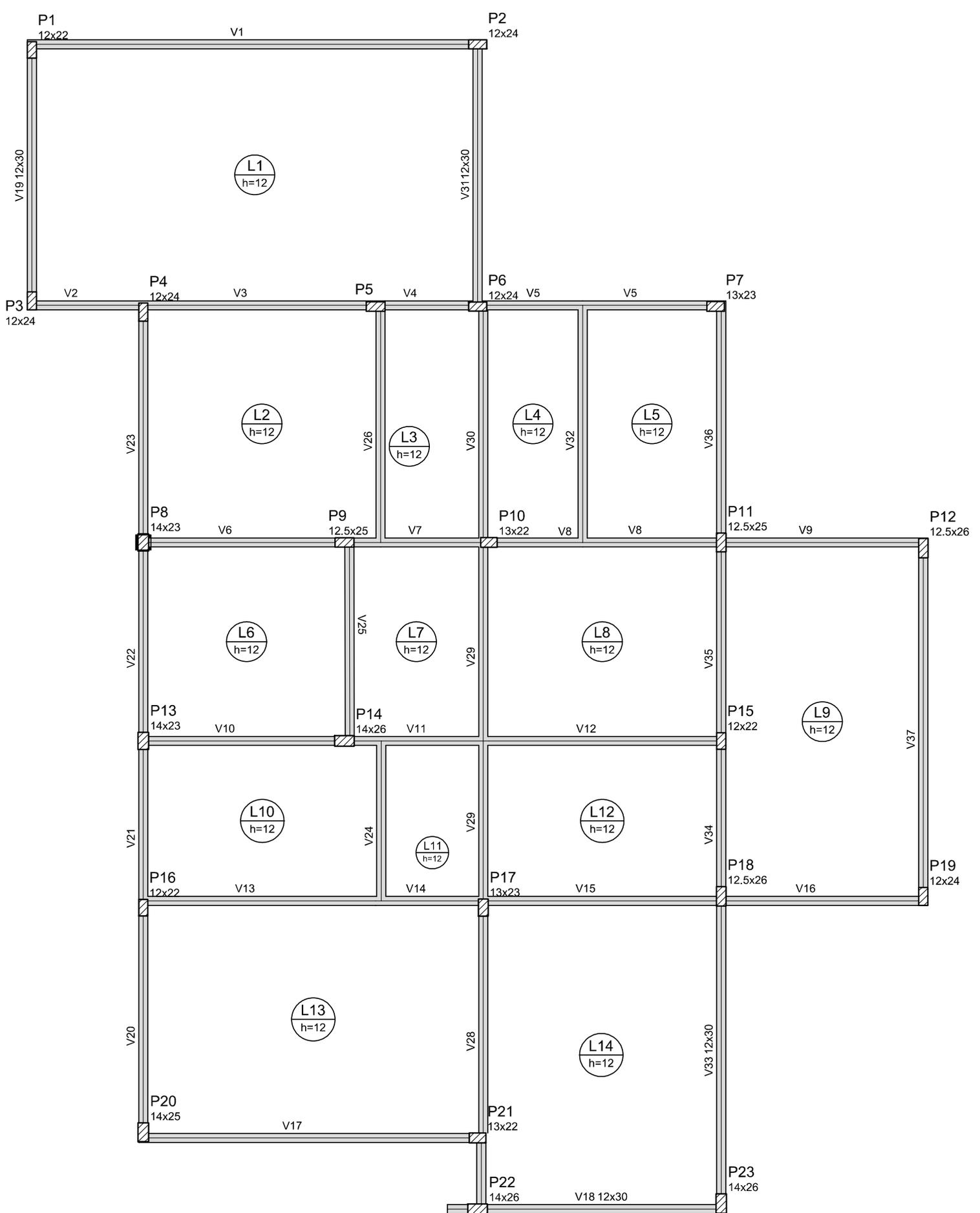
Felipe Telöken
Eng. Civil CREA RS158754
Especialista em Patologia e Desempenho das Construções



PLANTA BAIXA - Térreo

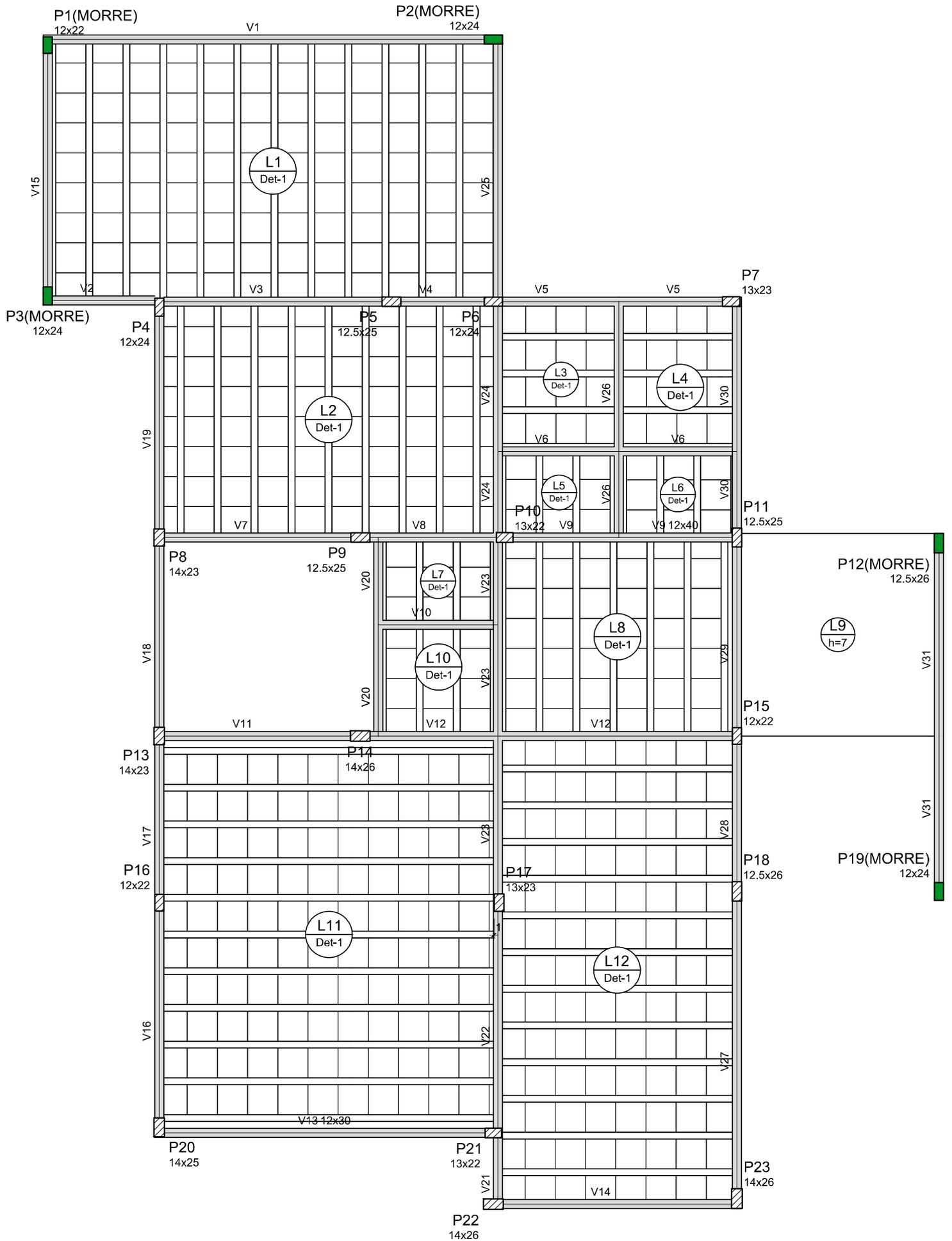
Área: 126,06m²

Esc. 1/50



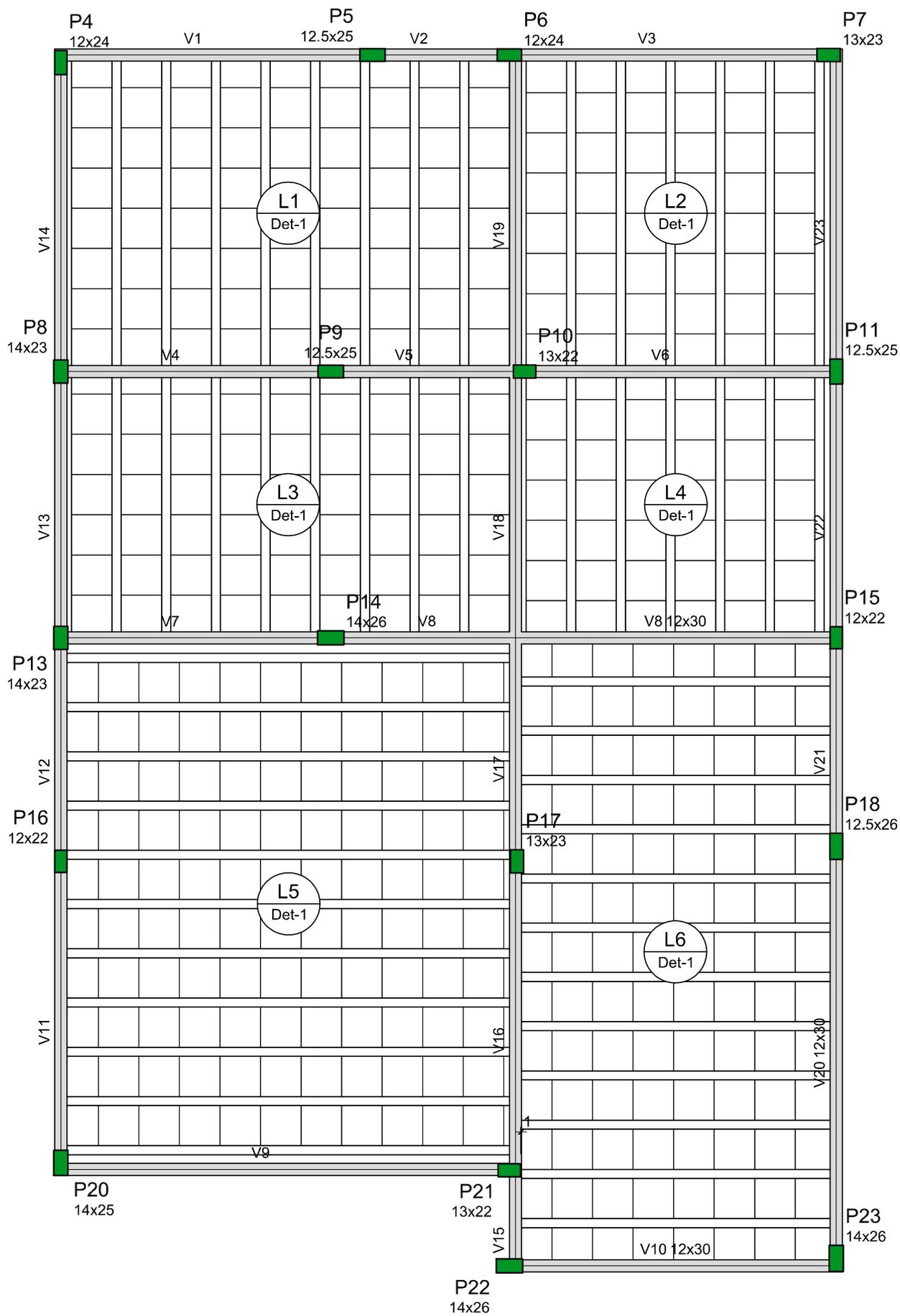
Forma do pavimento Térreo

escala 1:50



Forma do pavimento Segundo (Nível 275)

escala 1:50



Forma do pavimento Cobertura (Nível 550)

escala 1:50