



LAUDO PERICIAL DE ENGENHARIA
INSPEÇÃO DE SEGURANÇA EM EDIFICAÇÃO

Laudo pericial de engenharia
referente a avaliação estrutural da
Edificação residencial SQN 306
Bloco A/E, localizada na Asa Norte,
Brasília/DF.

CLIENTE: MINISTÉRIO DA DEFESA | EXÉRCITO BRASILEIRO
PREFEITURA MILITAR DE BRASÍLIA

AUTOR: HARLEY CHANDLER BORGES FONSECA
Engº Civil Pós graduado em Engenharia de Estruturas
CREA/MG 213.643/D

BRASÍLIA - DF
JULHO DE 2022



SUMÁRIO

1.	INFORMAÇÕES PRELIMINARES	2
1.1.	Identificação do Empreendedor	2
1.2.	Equipe técnica	2
2.	APRESENTAÇÃO	3
3.	OBJETIVO.....	3
4.	NORMAS TÉCNICAS APLICÁVEIS.....	3
5.	RELAÇÃO DE DOCUMENTOS RECEBIDOS	4
6.	DESCRIÇÃO DA EDIFICAÇÃO ANALISADA.....	4
7.	FUNDAMENTAÇÕES E APONTAMENTOS	6
7.1.	Fundações.....	8
7.1.1.	Movimentação das fundações	8
7.1.2.	Prospecção geotécnica e análise de solo	9
7.1.3.	Mapa de cargas e Estimativa de recalque	18
7.1.4.	Recalque de fundações.....	22
7.2.	Fissuras e trincas em Alvenarias	27
7.3.	Desaprumo	61
7.4.	Estrutura	72
7.4.1.	Fissuração em elementos de concreto armado.....	73
7.4.2.	Deformabilidade excessiva em estruturas de concreto armado	110
7.4.3.	Juntas de dilatação	116
7.4.4.	Estruturas de contenção	144
7.4.5.	Carbonatação em estruturas de concreto e oxidação de suas armaduras	154
7.4.6.	Pisos e calçadas	158
7.4.7.	Retroanálise estrutural.....	165
8.	PARECER TÉCNICO	174
9.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	183



1. INFORMAÇÕES PRELIMINARES

1.1. Identificação do Empreendedor

a) Nome ou Razão Social

PREFEITURA MILITAR DE BRASÍLIA (PMB)

b) Endereço

Quartel General do Exército/11ªRM - Avenida do Exército s/nº - SMU – Brasília/DF - CEP: 70630-901

c) Endereço da obra

SQN 306 Bloco A/E – Asa Norte, Brasília/DF. CEP 70745-010

d) CNPJ

09.577.927/0001-63

e) Número do processo administrativo

64482.004065/2022-55

1.2. Equipe técnica

a) Razão Social

HC Soluções Estruturais Ltda. ME

b) Endereço

Av. Getúlio Vargas nº 4938, Carneirinhos, João Monlevade/MG

c) CNPJ

36.433.869/0001-77

d) Telefone e endereço eletrônico

(31) 98560-7419 | (27) 99607-3640
contato@hcsolucoesestruturais.com

e) Registro de todos os componentes da Equipe no Órgão Fiscalizador da Profissão

Harley Chandler B. Fonseca – *Engº Civil Especialista em Estruturas CREA 213.643/D-MG*

f) ART do componente da Equipe

(Ver Anexo I)



2. APRESENTAÇÃO

O presente Laudo Pericial de Avaliação Estrutural foi solicitado pela Prefeitura Militar de Brasília (PMB), à empresa HC Soluções Estruturais, na pessoa do Sr. Harley Chandler Borges Fonseca, que goza de suas atribuições de Engenheiro Civil, legalmente registrado pelo órgão competente, CREA-MG (Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais), em atendimento ao disposto na norma “Perícias de engenharia na construção civil”, NBR 13752, da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

3. OBJETIVO

O objetivo principal é identificar danos físicos e vícios construtivos existentes na estrutura e avaliar as possíveis manifestações patológicas sob o ponto de vista estrutural do edifício residencial em questão com o propósito de apresentar o parecer técnico sobre o grau de estabilidade e segurança global e dos elementos estruturais da edificação mediante vistoria *in loco*, retroanálise estrutural e ensaios de prospecção geotécnica.

4. NORMAS TÉCNICAS APLICÁVEIS

Normas editadas pela ABNT e demais normas pertinentes, direta e/ou indiretamente relacionadas com os materiais e serviços ora analisados:

ABNT - NBR 15575-1: 2013 Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos Gerais.
ABNT – NBR 13752: 1996 Perícias de engenharia na construção civil
ABNT - NBR 6118: 2014 Projeto de estruturas de concreto – Procedimentos
ABNT NBR 6120 - Cargas para o cálculo de estruturas de edificações – Procedimentos
ABNT NBR 6122 - Projeto e execução de fundações;
ABNT NBR 6484 - Solo - Sondagens de simples reconhecimento com SPT - Método de ensaio;
ABNT NBR 7584 - Concreto endurecido - Avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão - Método de ensaio
ABNT - NBR 8681: 2004 Ações e segurança nas estruturas – Procedimentos
ABNT - NBR 5674: 1999 Manutenção de Edificações – Procedimentos
ABNT - NBR 15575-5: 2013 Edificações habitacionais Parte 5: Requisitos para sistemas de Coberturas
ABNT - NBR 15270-1: 2017 Componentes Cerâmicos – Blocos e Tijolos para alvenaria – Parte 1: Requisitos
IBAPE - Instituto brasileiro de avaliações e perícias de engenharia - Norma de inspeção predial nacional

5. RELAÇÃO DE DOCUMENTOS RECEBIDOS

Nos dias 25/05/2022 e 26/05/2022 foi realizada uma vistoria para coleta de dados técnicos e fotografias sobre a estrutura local para fins de inspeção e avaliação que constam neste documento. A documentação adicional recebida pela contratante refere-se ao levantamento arquitetônico e se encontram em anexo. Não houve disponibilização de quaisquer outros materiais.

6. DESCRIÇÃO DA EDIFICAÇÃO ANALISADA

6.1. Parâmetros do terreno e edificação

O imóvel em questão é de uso residencial, de cunho histórico, por fazer parte de um projeto nacional de modernização do Brasil, na criação de uma capital centralizada, viabilizada pelo governo de Juscelino Kubitschek. O edifício, construído na década de 1970, possui uma área total construída aproximada de 7709,00 m² (Sete mil setecentos e nove metros quadrados) por bloco, totalizando 15.418 m², com acabamento padrão normal, caracterizado por estrutura em concreto armado, fechamento e divisões internas em alvenaria, esquadrias em alumínio e vidro, piso das áreas comuns em concreto polido (granilite), laje em concreto armado e cobertura em telhas de fibrocimento. A edificação é constituída por uma volumetria de sete pavimentos e um subsolo, com acesso principal pelo Eixo Rodoviário de Brasília. O uso do pavimento subsolo é destinado ao estacionamento; no pavimento térreo está presente a portaria/recepção e possui acesso direto ao logradouro público; os demais pavimentos são apartamentos funcionais. As fotografias a seguir foram registradas no dia da visita técnica.

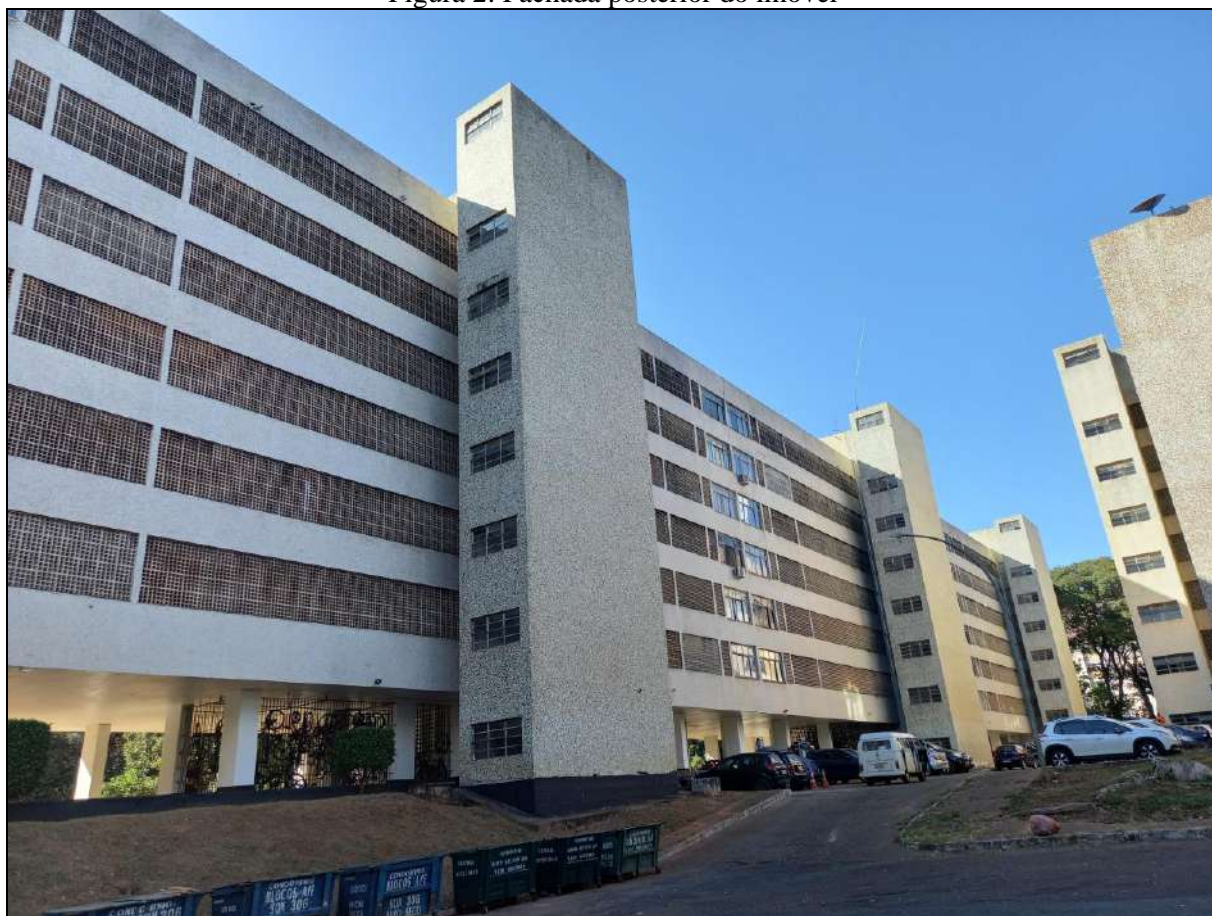
Figura 1: Fachada do imóvel



Fonte: Elaborado pelo autor



Figura 2: Fachada posterior do imóvel



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 3: Localização



Fonte: Google Earth



7. FUNDAMENTAÇÕES E APONTAMENTOS

Em campo, foi realizada uma vistoria com a finalidade de identificar e avaliar as condições estruturais do edifício, possíveis anomalias construtivas e falhas de manutenção que interferem e prejudicam o estado de utilização do imóvel e suas instalações.

É importante salientar que a vistoria técnica foi executada nas áreas comuns do edifício e as informações adquiridas das áreas privativas se deram exclusivamente pelo envio de fotos/vídeos e declarações dos condôminos, enviadas pelo síndico, por meio digital. As inspeções geotécnicas foram concentradas nas áreas de maior incidência de manifestações patológicas, sendo assim, as informações presentes no laudo de sondagem se referem, principalmente, às áreas próximas do bloco A (final 05 a 08). Até a presente data, o bloco E não possui manifestações patológicas acentuadas como no bloco A. Não houve disponibilização de documentos técnicos referentes ao edifício ou quaisquer outros registros históricos que possam complementar este relatório. Foi executado a análise visual e registro fotográfico das manifestações patológicas, além de aferições de desaprumo e mapeamento das trincas, somado à investigação geotécnica.

Para maior visibilidade da análise feita, foi realizado o checklist segundo a norma do IBAPE (Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia), cuja classificação do grau de urgência é pautada da seguinte forma:

- i. **CRÍTICO**: Risco de provocar danos contra a saúde e segurança das pessoas e do meio ambiente; perda excessiva de desempenho e funcionalidade causando possíveis paralisações; aumento excessivo de custo de manutenção e recuperação;
- ii. **MÉDIO**: Risco de provocar a perda parcial de desempenho e funcionalidade da edificação sem prejuízo à operação direta de sistemas; deterioração precoce.
- iii. **MÍNIMO**: Risco de causar pequenos prejuízos à estética ou atividade programável e planejada, sem incidência ou sem a probabilidade de ocorrência dos riscos críticos e regulares, além de baixo ou nenhum comprometimento do valor imobiliário.

A análise do risco consiste na classificação das anomalias e falhas identificadas relacionados a fatores de manutenção, depreciação, saúde, segurança, funcionalidade, comprometimento de vida útil e perda de desempenho.

CHECK LIST PARA VISTORIA - LAUDO DE INSPEÇÃO EM EDIFICAÇÃO						
LOCAL: SQN 103 BLOCO H						
ENDEREÇO: SQN 306 Bloco A/E Asa Norte, Brasília - DF CEP 70745-010						
Nº DE PAVIMENTOS: 7 (SETE) + 1 (UM) SUBSOLO				TIPOLOGIA: (X) RESIDENCIAL () COMERCIAL () INDUSTRIAL () OUTROS: USO RELIGIOSO		
DATA DA VISTORIA: 25/05/2022 E 26/05/2022				ÁREA CONST: APROX. 15.418,00 M²		
COMPONENTE	ELEMENTO	GRAU DE URGÊNCIA			OBSERVAÇÕES	ESTADO DE CONSERVAÇÃO
		MÍNIMO	MÉDIO	CRÍTICO		
ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO	FISSURAS			X	¹ABERTURA DE FISSURA EM DIVERSAS VIGAS DO PAVIMENTO SUBSOLO DEVIDO A PROVÁVEL RECALQUE DISTORCIONAL; ²LAJE COM FISSURAS, POSSIVELMENTE OCASIONADOS POR ESFORÇOS DE TORÇÃO.	CRÍTICO
	DESTACAMENTO/ DESAGREGAÇÃO/ DESPLACAMENTO			X		
	ARMADURA EXPOSTA			X		
	CORROSÃO			X	FOI DETECTADO NA ESTRUTURA DO PAV. SUBSOLO O DESPLACAMENTO DO COBRIMENTO NOMINAL DO CONCRETO. A ARMADURA ENCONTRA-SE EXPOSTA E EM PROCESSO DE OXIDAÇÃO AVANÇADA; CONSTATOU-SE CARBONATAÇÃO DO CONCRETO EM VIGAS, LAJE E PILARES.	
	EFLORESCÊNCIA/LIXIVIAÇÃO/INFILTRAÇÃO			X		
	PEÇA ESTRUTURAL COM DEFORMAÇÃO EXCESSIVA			X		
FUNDAÇÃO	EROSÃO DE SOLO			X	AFUNDAMENTO E DESNÍVEL DO PISO DA CALÇADA EM FUNÇÃO DE EROÇÃO DO SOLO	CRÍTICO
	RECALQUE DIFERENCIAL			X	EVIDÊNCIAS DE RECALQUE DIFERENCIAL, PRINCIPALMENTE NO BLOCO A	
VEDAÇÃO EM ALVENARIA/ REVESTIMENTO	TRINCAS/RACHADURAS EM FACHADAS E PAREDES			X	TRINCAS GEOMÉTRICAS DIAGONAIS A 45° E TRINCAS LINEARES HORIZONTAIS EM ALVENARIAS E EM ELEMENTOS VAZADOS; TROCA DE COBOGÓS; PREENCHIMENTO DE TRINCAS COM SELANTES	CRÍTICO
	TRINCAS EM ELEMENTOS VAZADOS			X		
	EFLORESCÊNCIA				INFILTRAÇÕES NA LAJE DO ÚLTIMO PAVIMENTO (PRESENÇA DE FISSURAS)	
	INFILTRAÇÃO		X		DESTACAMENTO DO REVESTIMENTO CERÂMICO EM REGIÕES ONDE FORAM LOCALIZADAS ABERTURAS DE FISSURAS; CONSTANTE REPAROS NO REVESTIMENTO	
	DESTACAMENTO/DESAGREGAÇÃO/DESCOLAMENTO			X	EDIFÍCIO CONTEM DESAPRUMO VÍSEL	
	IRREGULARIDADES GEOMÉTRICAS (ESQUADRO, PRUMO, NÍVEL)			X	DISTANCIAMENTO VÍSEL DAS JUNTAS NOS PAVIMENTO SUPERIORES	
	FALTA OU DEFICIÊNCIA NAS JUNTAS DE TRABALHO E REJUNTE			X		
PISO	FISSURA/TRINCA OU RACHADURAS			X	FISSURAS EM PISO DE GRANILITE E EM PISO CERÂMICO	CRÍTICO
	DESTACAMENTO/DESCOLAMENTO OU AFUNDAMENTO DOS PISOS			X	SOLTURA DE TACOS	
	CAIMENTO IRREGULAR DOS PISOS			X	DESNIVELAMENTO DOS PISOS: OBJETOS ROLAM; CALÇADAS COM AFUNDAMENTO DE PISO	
ESQUADRIAS	ESQUADRIAS SOLTAS OU DESALINHADAS			X	COMPROMETIMENTO DOS VIDROS DAS JANELAS	CRÍTICO
	VIDROS QUEBRADOS			X	MÓVEIS EMBUTIDOS DA COZINHA E BANHEIRO FORA DE ESQUADRO	
	PERDA DE MOBILIDADE/DEFICIÊNCIA NA ABERTURA E FECHAMENTO			X	PORTAS E JANELAS NÃO FECHAM COMPLETAMENTE	
INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	RUPTURA DE REDES			X	VAZAMENTOS ACENTUADOS	CRÍTICO

CRÍTICO: ANOMALIAS EM GRAU DE URGÊNCIA;
REGULAR: SUJEITO A REPAROS;
SATISFATÓRIO: CONDIÇÕES NORMAIS



7.1. Fundações

Segundo Milititsky, Jarbas; Consoli, Nilo Cesar e Schnaid, Fernando; Oficina de Textos/2008: “Fundação é um elemento de transição entre a estrutura e o solo, seu comportamento está intimamente ligado ao que acontece com o solo quando submetido a um carregamento através dos elementos estruturais das fundações.” e; “Uma fundação adequada é aquela que apresenta conveniente fator de segurança à ruptura (da estrutura que a compõe e do solo afetado pela transmissão das cargas) e recalques (deslocamentos verticais do terreno) compatíveis com o funcionamento do elemento suportado”.

Previamente, deve-se ressaltar que a edificação em questão não possui registros físicos ou qualquer tipo de arquivo de engenharia referente ao dimensionamento da estrutura disponível, sendo plausível as informações por anamnese. A provável técnica utilizada para a execução das fundações dessa edificação foi do tipo tubulão à céu aberto com escavação manual, método largamente empregado à época, em função das tecnologias construtivas disponíveis, somado ao fato de que as características do solo contribuem para este método executivo: solos predominantemente argilosos e coesos, sem constatação de nível d’água, conforme prospecção geotécnica realizada *in loco*.

O tubulão é um elemento de fundação que transmite a carga ao terreno pela base (resistência de ponta), por sua superfície lateral (resistência de fuste) ou por uma combinação das duas, e que está assente em profundidade superior ao dobro de sua menor dimensão em planta, e no mínimo 3 metros. Para as análises que compõe este relatório adotou-se a profundidade do tubulão de 10,0 metros.

7.1.1. Movimentação das fundações

De acordo com Milititsky, Jarbas; Consoli, Nilo Cesar e Schnaid, Fernando, Oficina de Textos/2008: “A manifestação reconhecível de ocorrência de movimento das fundações é o aparecimento de fissuras nos elementos estruturais. Toda vez que a resistência dos componentes da edificação ou conexão entre elementos for superada pelas tensões geradas por movimentação, ocorrem fissuras.” Conforme Sabbatini (1984 apud LORDSLEEM JR., 1997):

“As fissuras nas paredes de alvenaria ocasionadas pelas movimentações das fundações apresentam algumas características bastante particulares: formas de manifestações típicas, ocorrência alta de casos e, geralmente, são as que mais comprometem a segurança estrutural. As fissuras oriundas por recalque de fundação são as mais incidentes, sendo caracterizadas por introduzirem tensões de cisalhamento nas alvenarias”.



Os solos sofrem deformações no seu arranjo estrutural quando solicitado, havendo diminuição do índice de vazios quando comprimido ou carregado. As deformações dos solos acarretam em movimentações das fundações e consequentemente, o surgimento de fissuras.

Alguns fatores influenciam na capacidade de carga e deformabilidade do solo, de acordo com Thomaz (1989) e que serão caracterizadas frente à interpretação dos resultados do ensaio SPT:

- i. Tipo do solo (**argila mole/areia fofa**);
- ii. Estado do solo (**presença de solo colapsível abaixo da cota de assentamento da fundação**);
- iii. Disposição do lençol freático (**não foi encontrado nível d'água**);
- iv. Intensidade de carga (**levantamento de mapa de cargas**);
- v. Tipo de fundação (**profunda**);
- vi. Cota de apoio da fundação (**estimada em 10,0 metros**);
- vii. Dimensões e formato da placa de apoio da fundação (**tubulão de base alargada**);
- viii. Interferência de fundações vizinhas (**bulbo de tensões**).

7.1.2. Prospecção geotécnica e análise de solo

Foram executados dois furos de sondagem de simples reconhecimento – SPT, localizados na extremidade do Bloco A (final 01 a 04), local onde há maior incidência de manifestações patológicas.

De acordo com os resultados obtidos do relatório é possível interpretar que:

- i. Foi constatado ausência de água nos pontos de análise, SP-01 e SP-02.
- ii. As camadas de solo até a cota de 10,0 m são predominantemente argilo-arenosas, de consistência muito mole; a camada subsequente, 11,0 m a 21,0 m, é composta de areia argilosa, de consistência fofa, ambas caracterizadas por baixos índices de resistência.
- iii. O horizonte entre 5,0 a 15,0 metros, o qual a fundação possivelmente está assentada, é caracterizado pela transição de um solo coeso (argiloso) de baixa resistência para um solo colapsível (arenoso/argilo-arenoso) caracterizado pela oscilação dos índices NSPT.
- iv. Caso ocorram solos de menor valor do SPT adotado abaixo da cota de apoio da fundação, uma análise de recalques pelo processo teórico será indispensável.
- v. A falta de homogeneidade do solo propicia o surgimento de recalques.

CLIENTE: HC SOLUÇÕES ESTRUTURAIS, PROJETOS E CONSULTORIA EM ENGENHARIA
OBRA: SQN 306 BL. A – ASA NORTE - DF
ASSUNTO: Sondagem de simples reconhecimento – SPT
REFERÊNCIA: 253/2022

RELATÓRIO

Segue o resultado da sondagem de reconhecimento executada na obra em epígrafe.

▪ **Serviços Executados:**

Foram realizados 2 (dois) furos de sondagem à percussão (SP-01 à SP-02) por solicitação do cliente, totalizando 57,60 metros perfurados.

▪ **Metodologia Utilizada:**

As perfurações, quando necessárias, foram realizadas com circulação d'água e protegidas por tubos de revestimento, cujo diâmetro nominal interno é 2.1/2".

A cada metro de perfuração, são recolhidas amostras dos solos por meio do amostrador-padrão - diâmetro interno de 1.3/8" e diâmetro externo de 2".

Simultaneamente à coleta das amostras, são medidas as resistências à penetração do amostrador-padrão, que correspondem ao número de golpes necessários para um peso de 65 kgf cravar os 45 cm do amostrador.

O número de golpes necessários à cravação dos 30 cm finais fornece a indicação da compacidade dos solos arenosos e a consistência dos argilosos.

Nas sondagens em que o lençol freático é atingido, efetua-se a medição do nível d'água após 24 horas da sua ocorrência, permitindo a sua estabilização.

▪ **Apresentação:**

Coluna 1: Gráfico de resistência à penetração do amostrador. Linha cheia corresponde ao índice de resistência à penetração, número de golpes necessários à cravação de 30 cm do amostrador padrão, após a cravação inicial de 15 cm.

Coluna 2: Números representativos dos índices de resistência à penetração para cada trecho de 15 cm do amostrador.

Coluna 3: Representação do nível d'água, quando detectado.

Coluna 4: Representação do método utilizado para avanço da penetração.

Coluna 5: Representação gráfica das camadas existentes.

Coluna 6: Profundidade das diversas camadas.

Coluna 7: Classificação tátil-visual das camadas atravessadas.

▪ **Padrão de classificação tátil-visual utilizada:**

DENOMINAÇÃO	ARGILA	SILTE	AREIA
Argila	50 a 100 %	0 a 50%	0 a 50%
Silte	0 a 20%	80 a 100%	0 a 20%
Areia	0 a 10%	0 a 20%	80 a 100%
Argila-siltosa	30 a 50%	20 a 70%	0 a 30%
Argila-arenosa	30 a 50%	0 a 40%	30 a 70%
Silte-argiloso	20 a 30%	40 a 80%	0 a 30%
Silte-arenoso	0 a 20%	40 a 70%	0 a 40%
Areia-argilosa	20 a 30%	0 a 40%	40 a 80%
Areia-siltosa	0 a 20%	0 a 50%	50 a 80%

▪ Penetrações fracionárias:

Frequentemente ocorrem marcações fracionárias, indicando penetrações diferentes de 45 cm, ou penetrações parciais. Os exemplos abaixo descrevem algumas possíveis marcações com os seus respectivos significados.

REPRESENTAÇÃO	SIGNIFICADO
$\frac{1}{30} \quad \frac{1}{15}$	Quando com apenas dois golpes ocorreu a penetração dos 45cm do amostrador.
$\frac{3}{17} \quad \frac{4}{14} \quad \frac{5}{15}$	Quando não ocorre a penetração exata dos 45cm.
$\frac{17}{15} \quad \frac{41}{05}$	Quando ocorrer o descrito na letra “a” do item 5.2.3.11 da NBR 6484; penetração é interrompida antes dos 45cm quando um dos segmentos ultrapassar 30 golpes. No exemplo, ocorreu no segundo segmento.
$\frac{35}{15}$	Quando ocorrer o descrito na letra “a” do item 5.2.3.11 da NBR 6484; penetração é interrompida antes dos 45cm quando um dos segmentos ultrapassar 30 golpes. No exemplo, ocorreu no primeiro segmento.
$\frac{35}{03}$	Quando ocorrer o descrito na letra “a” do item 5.2.3.11 da NBR 6484; penetração é interrompida antes dos 45cm quando um dos segmentos ultrapassar 30 golpes. No exemplo, ocorreu no primeiro segmento.

Será utilizada a letra “P” para indicar a utilização apenas do peso, sem deferimento de golpe.

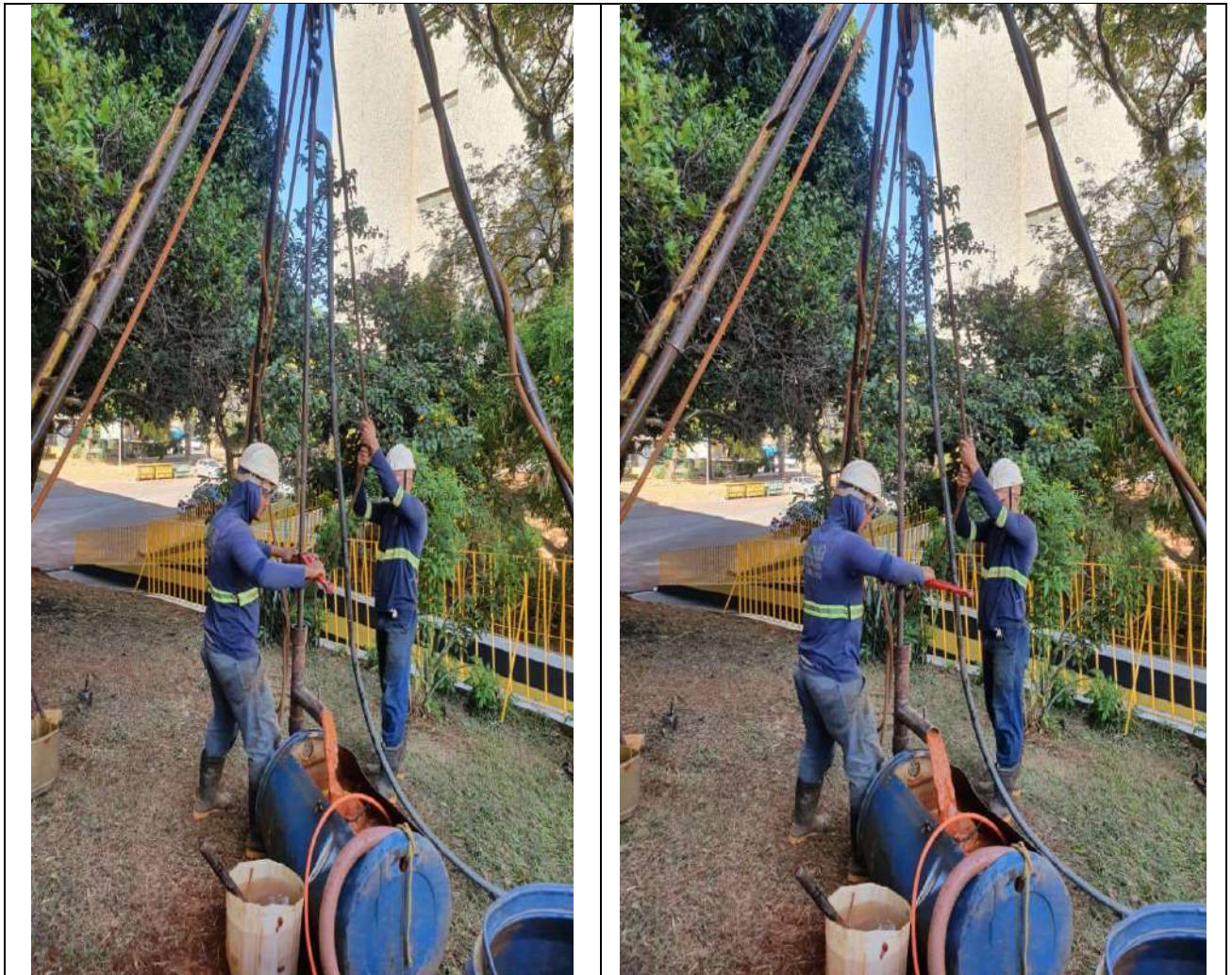
Norma utilizada:

Utilizou-se para a realização deste laudo a NBR 6484:2020 – Solo – Sondagens de simples reconhecimento com SPT – Método de ensaio e suas correlatas.

Fotos da Sondagem:



Lucy

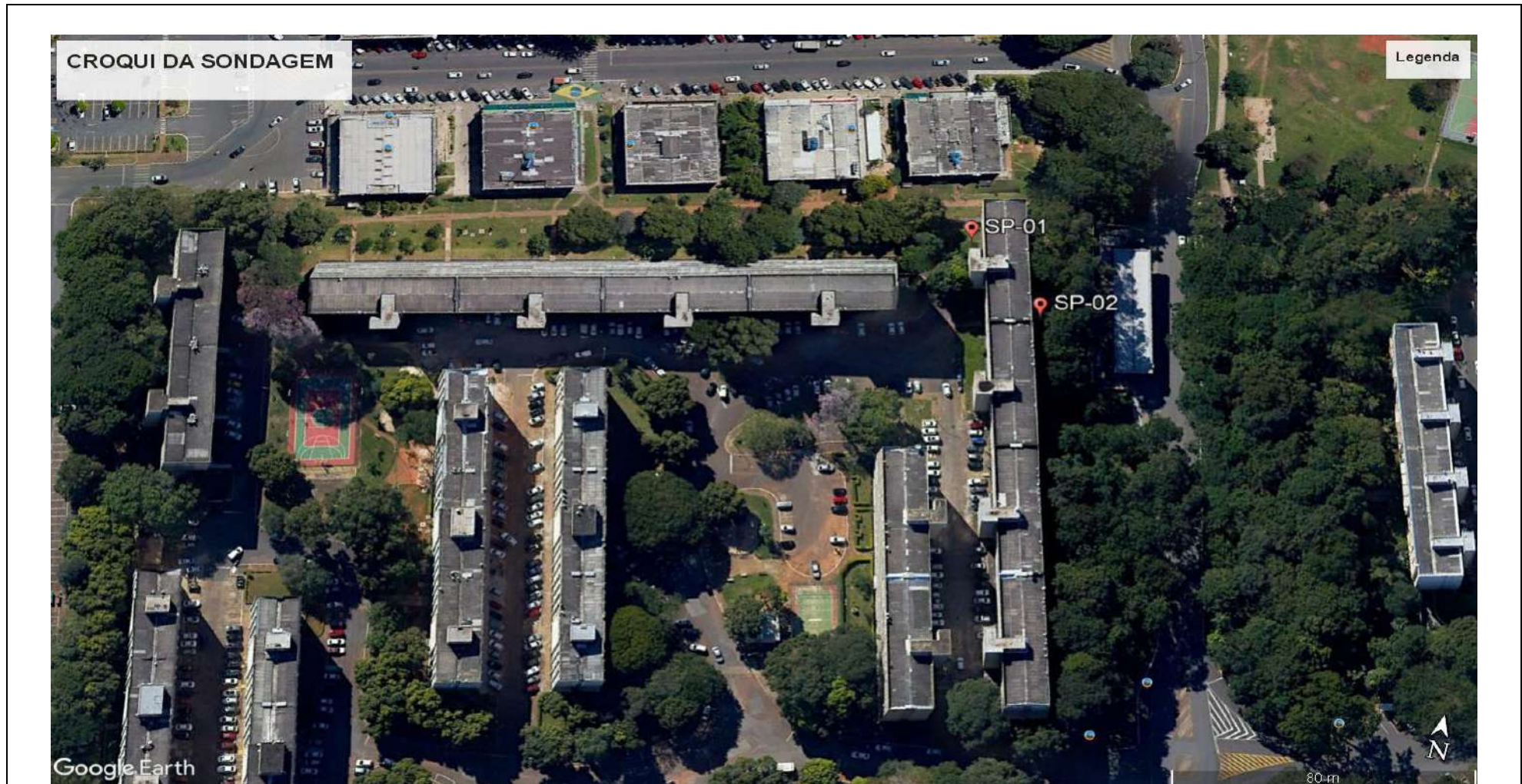


Luiz Carlos Cerqueira Silva

Luiz Carlos Cerqueira Silva – CREA 13844/D - DF

Brasília, 26 de Maio de 2022.

CROQUI DA SONDAGEM



SONDAGEM Nº SP-01						REVESTIMENTO:Ø2.1/2"		PROF: -28,30 m						
15°46'8.51"S, 47°53'10.68"O						AMOSTRADOR: Øint=1.3/6" Øext=2"								
<div>ÍNDICE DE RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO</div> <div>CORRESPONDENTE AO NÚMERO DE GOLPES NECESSÁRIOS À CRAVAÇÃO DE 30 CM DO AMOSTRADOR-PADRÃO, APÓS A CRAVAÇÃO INICIAL DE 15 CM.</div> <div><div><div><div>0</div><div>2</div><div>4</div><div>6</div></div><div><div><div><div><div>1</div><div>1</div><div>1</div><div>1</div><div>1</div><div>1</div><div>1</div><div>1</div><div>1</div><div>2</div><div>4</div><div>1</div><div>1</div><div>3</div><div>3</div><div>2</div><div>3</div><div>4</div></div></div></div><div><div><div><div>2</div><div>2</div><div>1</div><div>1</div><div>1</div><div>1</div><div>1</div><div>1</div><div>1</div><div>2</div><div>2</div><div>2</div><div>2</div><div>1</div><div>1</div><div>1</div><div>1</div><div>2</div></div></div></div><div><div><div><div>15</div><div>15</div><div>15</div><div>15</div><div>15</div><div>15</div><div>15</div><div>15</div><div>15</div><div>16</div><div>15</div><div>30</div><div>18</div><div>29</div><div>20</div><div>33</div><div>20</div><div>30</div><div>19</div><div>26</div><div>20</div><div>30</div><div>15</div><div>28</div><div>20</div><div>16</div><div>15</div><div>15</div><div>17</div><div>15</div><div>30</div><div>30</div><div>11</div><div>27</div><div>20</div><div>1</div><div>15</div><div>15</div><div>2</div><div>15</div></div></div></div></div></div></div>						COTAS		AVANÇO	PERFIL	PROFUND.	PESO: 65 Kgf		ALTURA DE QUEDA: 75 cm	
						N.A					NA - INICIAL:		NA - APÓS 24h:	
						--		--		CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL				
								ARGILA ARENOSA COM PEDREGULHO, MARROM MÉDIO.						
								ARGILA ARENOSA COM PEDREGULHO, MOLE, MARROM MÉDIO.						
								ARGILA POUCA ARENOSA, MUITO MOLE, MARROM MÉDIO.						
								AREIA ARGILOSA SILTOSA, VARIANDO DE FOFA A POUCA COMPACTA, VARIEGADA.						

SONDAGEM Nº SP-02						REVESTIMENTO:Ø2.1/2"		PROF: -29,30 m		
15°46'9.20"S, 47°53'9.90"O						AMOSTRADOR: Øint=1.3/6" Øext=2"				
ÍNDICE DE RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO CORRESPONDENTE AO NÚMERO DE GOLPES NECESSÁRIOS À CRAVAÇÃO DE 30 CM DO AMOSTRADOR-PADRÃO, APÓS A CRAVAÇÃO INICIAL DE 15 CM.			COTAS	AVANÇO	PERFIL	PROFUND.	PESO: 65 Kgf		ALTURA DE QUEDA: 75 cm	
							NA - INICIAL:		NA - APÓS 24h:	
			N.A				--		--	
							CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL			
							ARGILA ARENOSA COM PEDREGULHO, MARROM MÉDIO.			
							ARGILA ARENOSA COM PEDREGULHO, MOLE, MARROM MÉDIO.			
							ARGILA POUCA ARENOSA, MUITO MOLE, MARROM MÉDIO.			
							ARGILA POUCA ARENOSA COM PEDREGULHO, MUITO MOLE, MARROM MÉDIO.			
							AREIA ARGILOSA SILTOSA, VARIANDO DE FOFA A POUCA COMPACTA, VARIEGADA.			

SONDAGEM Nº SP-02						REVESTIMENTO:Ø2.1/2"		PROF: -29,30 m			
15°46'9.20"S, 47°53'9.90"O						AMOSTRADOR: Øint=1.3/6" Øext=2"					
<div>ÍNDICE DE RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO</div> <div>CORRESPONDENTE AO NÚMERO DE GOLPES NECESSÁRIOS À CRAVAÇÃO DE 30 CM DO AMOSTRADOR-PADRÃO, APÓS A CRAVAÇÃO INICIAL DE 15 CM.</div> <div><div><div>0204060</div><div>PENETRAÇÕES</div><div><div>44593142514163455</div></div></div></div>				COTAS	AVANÇO	PERFIL	PROFUND.	PESO: 65 Kgf		ALTURA DE QUEDA: 75 cm	
								NA - INICIAL:		NA - APÓS 24h:	
								--		--	
CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL											
AREIA ARGILOSA SILTOSA, VARIANDO DE FOFA A POUCO COMPACTA, VARIEGADA.											
AREIA ARGILOSA SILTOSA COM PEDREGULHO, VARIANDO DE FOFA A MEDIAMENTE COMPACTA, VARIEGADA.											
ARGILA SILTOSA POUCO ARENOSA, VARIANDO DE RIJA A DURA, VARIEGADA.											
LIMITE D SONDAGEM											
OBSERVAÇÕES: FURO FECHADO COM 18,78m DE PROFUNDIDADE SEM DETECÇÃO DE NÍVEL D'ÁGUA.		NÍVEL D'ÁGUA		ENSAIO DE LAVAGEM POR TEMPO EM IMPENETRÁVEL							
DATA:		HORA:		PROFUNDIDADE:		INTERVALO		PROFUNDIDADES		AVANÇO	
DATA:		HORA:		PROFUNDIDADE:		00 A 10 min		---- A ---- m		--,-- m	
DATA:		HORA:		PROFUNDIDADE:		10 A 20 min		---- A ---- m		--,-- m	
DATA:		HORA:		PROFUNDIDADE:		20 A 30 min		---- A ---- m		--,-- m	
MÉTODO DE AVANÇO:				PE-PERCURSSÃO		DATA:		<div>InvestGEO</div> <div>SONDAGENS & FUNDAÇÕES</div> <div>Endereço: QNM 9, CONJ E, CASA 31 Ceilândia, Brasília/DF, CEP: 72215-095 Tel: 61 3546 5629 www.investgeo.com.br</div>			
TC - TRADO CONCHA TH-TRADO HELICOIDAL CA-CIRCULAÇÃO DE ÁGUA				25/05/2022							
CLIENTE: HC SOLUÇÕES ESTRUTURAIS, PROJETOS E CONSULTORIA E				REF. Nº:							
				253/2022							
OBRA: SQN 306 BL. A – ASA NORTE - DF				FOLHA Nº:		02/02					
R.T: LUIZ CARLOS CERQUEIRA SILVA - CREA 13844/D-DF				ESCALA:		1:100					



7.1.3. Mapa de cargas e Estimativa de recalque

Mediante a análise do projeto arquitetônico e das aferições geométricas *in loco* dos pilares e de seus vãos efetivos, foi feito a modelagem da estrutura em software de cálculo estrutural e método de elementos finitos (MEF), adotando os parâmetros normativos de carregamento e prescrições normativas das resistências dos materiais empregados. Dessa forma, foi obtido os valores do mapa de carga das fundações e posteriormente calculados as suas respectivas estimativas de recalque, baseadas no perfil geotécnico do terreno, pelo relatório de sondagem.

De acordo com os cálculos estruturais, obtido pela retroanálise, observou-se que os maiores esforços transmitidos às fundações se concentram nos pilares centrais. Observou-se que os pilares do interior do prédio possuem um intervalo de cargas entre 100 e 300 TON., vale ressaltar que os pilares localizados na junta de concretagem compartilham a mesma fundação, portanto as cargas devem ser somadas. A prancha de locação dos pilares das fundações está anexa a este documento.

Quanto às estimativas de recalque, foi adotado o método empírico de Schmertmann et al. (1978). Para os cálculos da estimativa de recalque, levam-se em consideração valores como o módulo de deformabilidade do solo, coeficiente de Poisson, tensão aplicada ao solo e dimensões das fundações. No edifício, os valores de recalques estimados para os pilares centrais variaram entre 6,05 mm e 74,20 mm.

Constatou-se a convergência entre os maiores valores de recalque frente aos pilares mais solicitados. Gonçalves (2004) esclarece que, na prática, essas estimativas podem ter seus resultados afetados pela interação solo-estrutura. Sendo assim, essa interação depende de fatores como número de pavimentos e forma da edificação. Desta forma, pode haver uma redistribuição de cargas entre os elementos estruturais e, em consequência, uma uniformização dos recalques diferenciais.

A rigidez de uma superestrutura tende a redistribuir as cargas nos pilares, aliviando os pilares mais carregados (que tendem a gerar maiores recalques) e sobrecarregando os menos carregados. De uma maneira geral os pilares de periferia passam a receber mais carga do que aquelas indicadas no projeto, e, por conseguinte sofrem uma redução nas suas cargas iniciais. (Moura 1995).

	Relatório de Cargas nas Fundações																		Estimativa de Recalque			
	Pilares		Carga (tf)														Carga Máxima (tf)		Método Schmertmann			
	Nome	Seção aferida (cm)	Peso próprio	Adicional	Solo	Acidental	Água	Vento X+	Vento X-	Vento Y+	Vento Y-	Desaprumo X+	Desaprumo X-	Desaprumo Y+	Desaprumo Y-	Positiva	Negativa	φB tub. (m)	imediatO (mm)	total (mm)	tempo (anos)	
PILARES DA CAIXA DE ESCADA	P1	20 x 50	10.98	11.77	0.00	0.21	0.00	-1.71	1.71	5.22	-5.22	-1.69	1.69	0.59	-0.59	28.11	0.00	2,00	0,05	0,07	50	
	P2	20 x 50	13.15	15.62	0.00	1.03	0.00	0.37	-0.37	3.91	-3.91	0.38	-0.38	0.53	-0.53	33.40	0.00	2,00	0,06	0,09	50	
	P3	20 x 50	20.98	28.46	0.00	5.11	0.00	0.59	-0.59	2.90	-2.90	0.60	-0.60	0.41	-0.41	56.29	0.00	2,00	0,10	0,15	50	
	P4	20 x 50	17.72	19.27	0.00	3.22	0.00	0.80	-0.80	6.73	-6.73	0.98	-0.98	0.78	-0.78	45.97	0.00	2,00	0,08	0,12	50	
	P5	20 x 50	11.13	11.84	0.00	0.31	0.00	-1.79	1.79	4.99	-4.99	-1.78	1.78	0.53	-0.53	28.17	0.00	2,00	0,05	0,07	50	
	P6	20 x 50	13.22	15.69	0.00	1.05	0.00	0.40	-0.40	3.82	-3.82	0.40	-0.40	0.52	-0.52	33.46	0.00	2,00	0,06	0,09	50	
	P7	20 x 50	20.99	28.49	0.00	5.10	0.00	0.62	-0.62	2.88	-2.88	0.64	-0.64	0.41	-0.41	56.30	0.00	2,00	0,10	0,15	50	
	P8	20 x 50	17.72	19.34	0.00	3.20	0.00	0.84	-0.84	6.55	-6.55	1.03	-1.03	0.74	-0.74	45.85	0.00	2,00	0,08	0,12	50	
	P9	20 x 50	12.13	13.30	0.00	0.34	0.00	-1.52	1.52	0.94	-0.94	-1.59	1.59	0.07	-0.07	27.36	0.00	2,00	0,05	0,07	50	
	P10	20 x 50	12.56	13.81	0.00	0.57	0.00	1.22	-1.22	0.13	-0.13	1.28	-1.28	0.05	-0.05	28.23	0.00	2,00	0,05	0,08	50	
	P11	20 x 50	12.25	13.21	0.00	0.47	0.00	-1.58	1.58	1.08	-1.08	-1.66	1.66	0.08	-0.08	27.60	0.00	2,00	0,05	0,07	50	
	P12	20 x 50	12.47	13.68	0.00	0.53	0.00	1.29	-1.29	0.27	-0.27	1.37	-1.37	0.08	-0.08	28.05	0.00	2,00	0,05	0,07	50	
	P13	20 x 50	24.60	30.17	0.00	6.92	0.00	-0.44	0.44	2.60	-2.60	-0.50	0.50	0.36	-0.36	63.25	0.00	2,00	0,11	0,17	50	
	P14	20 x 50	18.87	19.57	0.00	3.66	0.00	0.89	-0.89	-6.77	6.77	0.79	-0.79	-0.73	0.73	47.77	0.00	2,00	0,08	0,13	50	
	P15	20 x 50	24.22	29.37	0.00	6.75	0.00	-0.38	0.38	5.60	-5.60	-0.41	0.41	0.72	-0.72	63.93	0.00	2,00	0,11	0,17	50	
	P16	20 x 50	18.77	19.45	0.00	3.59	0.00	0.94	-0.94	-6.17	6.17	0.85	-0.85	-0.61	0.61	46.91	0.00	2,00	0,08	0,12	50	
	P17	20 x 50	15.06	16.77	0.00	1.80	0.00	-1.01	1.01	2.62	-2.62	-1.15	1.15	0.35	-0.35	35.71	0.00	2,00	0,06	0,09	50	
	P18	20 x 50	12.91	12.95	0.00	1.04	0.00	1.50	-1.50	-2.13	2.13	1.68	-1.68	-0.26	0.26	28.71	0.00	2,00	0,05	0,08	50	
	P19	20 x 50	14.34	15.92	0.00	1.66	0.00	-1.02	1.02	2.78	-2.78	-1.18	1.18	0.38	-0.38	34.20	0.00	2,00	0,06	0,09	50	
	P20	20 x 50	12.47	12.41	0.00	0.87	0.00	1.59	-1.59	-2.10	2.10	1.79	-1.79	-0.26	0.26	27.60	0.00	2,00	-	-	50	
	P21	20 x 40	4.32	1.96	0.00	0.77	0.00	-0.05	0.05	3.17	-3.17	-0.17	0.17	0.53	-0.53	9.99	0.00	2,00	-	-	50	
	P22	20 x 40	6.23	6.10	0.00	1.50	0.00	0.05	-0.05	1.98	-1.98	0.01	-0.01	0.34	-0.34	15.36	0.00	2,00	-	-	50	
	P23	20 x 40	6.23	8.98	0.00	1.49	0.00	-0.02	0.02	2.20	-2.20	-0.05	0.05	0.34	-0.34	18.45	0.00	2,00	-	-	50	
	P24	20 x 40	18.38	21.95	0.00	4.00	0.00	-0.57	0.57	4.81	-4.81	-0.69	0.69	0.65	-0.65	47.94	0.00	2,00	-	-	50	
	P25	20 x 40	19.14	26.16	0.00	3.78	0.00	-0.11	0.11	5.28	-5.28	-0.12	0.12	0.69	-0.69	53.23	0.00	2,00	-	-	50	
	P26	20 x 40	6.41	9.63	0.00	1.47	0.00	-0.01	0.01	2.34	-2.34	0.02	-0.02	0.36	-0.36	19.40	0.00	2,00	-	-	50	
	P27	20 x 40	6.38	9.18	0.00	1.56	0.00	-0.05	0.05	2.08	-2.08	-0.01	0.01	0.36	-0.36	18.72	0.00	2,00	-	-	50	
	P28	20 x 39	3.70	4.88	0.00	0.64	0.00	-0.55	0.55	1.89	-1.89	-0.60	0.60	0.36	-0.36	10.91	0.00	2,00	-	-	50	
	P29	20 x 39	3.60	3.88	0.00	0.65	0.00	0.53	-0.53	1.99	-1.99	0.57	-0.57	0.34	-0.34	9.93	0.00	2,00	-	-	50	
	P30	20 x 40	6.22	8.87	0.00	1.50	0.00	0.06	-0.06	2.08	-2.08	0.01	-0.01	0.34	-0.34	18.22	0.00	2,00	-	-	50	
	P31	20 x 40	5.85	8.06	0.00	1.39	0.00	-0.05	0.05	2.02	-2.02	-0.09	0.09	0.31	-0.31	16.91	0.00	2,00	-	-	50	
	P32	20 x 40	15.28	19.29	0.00	2.69	0.00	-0.64	0.64	-3.38	3.38	-0.72	0.72	-0.45	0.45	39.84	0.00	2,00	-	-	50	
	P33	20 x 40	18.43	23.87	0.00	3.63	0.00	-0.25	0.25	6.90	-6.90	-0.25	0.25	0.88	-0.88	51.75	0.00	2,00	-	-	50	
	P34	20 x 40	4.98	6.50	0.00	1.04	0.00	0.08	-0.08	2.36	-2.36	0.11	-0.11	0.33	-0.33	14.57	0.00	2,00	-	-	50	
	P35	20 x 40	6.00	8.52	0.00	1.42	0.00	-0.01	0.01	2.05	-2.05	0.02	-0.02	0.32	-0.32	17.56	0.00	2,00	-	-	50	
	P36	20 x 40	6.10	8.70	0.00	1.46	0.00	-0.04	0.04	1.86	-1.86	-0.01	0.01	0.33	-0.33	17.68	0.00	2,00	-	-	50	
	P37	20 x 40	4.40	4.91	0.00	0.79	0.00	0.03	-0.03	2.95	-2.95	0.14	-0.14	0.52	-0.52	12.81	0.00	2,00	-	-	50	
	P38	39 x 80	58.37	49.84	0.00	15.10	0.00	-0.69	0.69	7.23	-7.23	-1.20	1.20	1.57	-1.57	127.64	0.00	3,00	3,92	6,05		
	P39	40 x 80	94.80	93.03	0.00	33.61	0.00	0.35	-0.35	9.67	-9.67	0.16	-0.16	1.69	-1.69	227.24	0.00	3,00	29,14	44,86		
	P40	40 x 80	93.00	89.32	0.00	32.98	0.00	-0.26	0.26	10.17	-10.17	-0.47	0.47	1.57	-1.57	221.41	0.00	3,00	26,94	41,48		
	P41	40 x 80	64.07	53.19	0.00	18.73	0.00	-0.69	0.69	4.76	-4.76	-0.87	0.87	0.67	-0.67	138.85	0.00	3,00	4,27	6,58		
	P42	19 x 80	29.82	27.59	0.00	6.50	0.00	0.91	-0.91	6.85	-6.85	1.14	-1.14	0.82	-0.82	68.81	0.00	3,00	4,27	6,59	50	
	P43	19 x 80	30.61	28.32	0.00	6.81	0.00	-1.44	1.44	6.49	-6.49	-1.79	1.79	0.80	-0.80	70.17	0.00	3,00	4,27	6,59	50	
	P44	39 x 100	76.88	64.08	0.00	22.37	0.00	0.93	-0.93	5.94	-5.94	1.18	-1.18	0.81	-0.81	166.89	0.00	3,00	7,08	10,90	50	
	P45	40 x 80	91.47	88.45	0.00	31.97	0.00	0.52	-0.52	10.44	-10.44	0.79	-0.79	1.63	-1.63	218.16	0.00	3,00	25,71	39,60	50	
	P46	40 x 80	97.12	95.99	0.00	34.80	0.00	-0.30	0.30	10.04	-10.04	-0.11	0.11	1.81	-1.81	233.93	0.00	3,00	31,68	48,78	50	
	P47	39 x 80	60.98	53.17	0.00	16.40	0.00	0.53	-0.53	8.93	-8.93	1.01	-1.01	1.89	-1.89	135.90	0.00	3,00	31,68	48,78	50	
	P48	39 x 80	58.23	49.76	0.00	14.99	0.00	-0.67	0.67	9.05	-9.05	-1.27	1.27	1.76	-1.76	128.41	0.00	3,00	43,42	66,86	50	
	P49	40 x 80	94.48	92.82	0.00	33.41	0.00	0.43	-0.43	10.06	-10.06	0.21	-0.21	1.69	-1.69	226.75	0.00	3,00	28,95	44,58	50	
	P50	40 x 80	91.37	86.24	0.00	32.32	0.00	-0.27	0.27	9.39	-9.39	-0.48	0.48	1.42	-1.42	215.56	0.00	3,00	24,74	38,10	50	
	P51	40 x 80	65.09	52.74	0.00	19.20	0.00	-0.68	0.68	6.70	-6.70	-0.84	0.84	0.92	-0.92	141.06	0.00	3,00	4,34	6,69	50	

PILARES CENTRAIS DO EDIFÍCIO	P52	19 x 80	29.82	27.45	0.00	6.45	0.00	1.05	-1.05	5.14	-5.14	1.32	-1.32	0.60	-0.60	66.93	0.00	3,00	4,23	6,52	50
	P53	19 x 80	30.67	29.07	0.00	6.85	0.00	-1.12	1.12	5.95	-5.95	-1.35	1.35	0.74	-0.74	70.48	0.00				
	P54	40 x 80	72.43	66.71	0.00	22.23	0.00	0.62	-0.62	10.28	-10.28	0.83	-0.83	1.40	-1.40	167.54	0.00	3,00	7,31	11,25	50
	P55	40 x 80	91.66	88.65	0.00	32.09	0.00	0.05	-0.05	10.25	-10.25	0.22	-0.22	1.61	-1.61	218.56	0.00	3,00	25,86	39,83	50
	P56	40 x 80	92.91	90.93	0.00	32.63	0.00	-0.24	0.24	9.15	-9.15	-0.07	0.07	1.69	-1.69	221.97	0.00	3,00	27,15	41,80	50
	P57	40 x 80	59.88	51.51	0.00	15.45	0.00	0.66	-0.66	7.08	-7.08	1.07	-1.07	1.61	-1.61	131.09	0.00	3,00	4,03	6,22	50
	P58	39 x 80	60.62	42.94	0.00	17.04	0.00	-0.87	0.87	4.72	4.72	-0.92	0.92	-0.82	0.82	123.43	0.00	3,00	5,05	5,40	50
	P59	40 x 80	96.11	72.74	0.00	37.85	0.00	0.22	-0.22	4.66	4.66	0.42	-0.42	-0.85	0.85	209.50	0.00	3,00	22,48	34,62	50
	P60	40 x 80	96.50	73.36	0.00	37.96	0.00	-0.27	0.27	-5.59	5.59	-0.26	0.26	-0.83	0.83	211.18	0.00	3,00	23,11	35,58	50
	P61	40 x 80	75.11	55.98	0.00	25.38	0.00	-0.56	0.56	-7.21	7.21	-0.68	0.68	-0.93	0.93	160.80	0.00	3,00	4,95	7,63	50
	P62	19 x 80	33.15	28.26	0.00	7.96	0.00	1.23	-1.23	4.37	4.37	1.58	-1.58	-0.68	0.68	71.99	0.00	3,00	4,44	6,84	50
	P63	19 x 80	33.70	28.42	0.00	8.23	0.00	-1.58	1.58	-3.33	3.33	-2.01	2.01	-0.55	0.55	72.36	0.00				
	P64	39 x 100	83.63	58.80	0.00	27.93	0.00	0.64	-0.64	-2.89	2.89	0.80	-0.80	-0.34	0.34	172.09	0.00	3,00	8,91	13,72	50
	P65	40 x 80	93.84	70.84	0.00	36.45	0.00	0.61	-0.61	-5.49	5.49	0.70	-0.70	-0.80	0.80	204.42	0.00	3,00	20,60	31,72	50
	P66	40 x 80	98.24	74.53	0.00	39.12	0.00	-0.11	0.11	4.93	4.93	-0.27	0.27	-0.90	0.90	214.84	0.00	3,00	24,47	37,68	50
	P67	39 x 80	62.51	44.15	0.00	18.26	0.00	0.80	-0.80	4.86	4.86	0.84	-0.84	-0.91	0.91	127.83	0.00	3,00	38,24	58,88	50
	P68	39 x 80	60.42	42.85	0.00	16.94	0.00	-0.96	0.96	4.93	4.93	-1.01	1.01	-0.81	0.81	123.17	0.00				
	P69	40 x 80	95.73	72.46	0.00	37.62	0.00	0.23	-0.23	4.82	4.82	0.45	-0.45	-0.84	0.84	208.71	0.00	3,00	22,19	34,17	50
	P70	40 x 80	96.25	72.82	0.00	37.86	0.00	-0.29	0.29	-5.58	5.58	-0.29	0.29	-0.80	0.80	210.28	0.00	3,00	22,77	35,06	50
	P71	40 x 80	75.07	55.54	0.00	25.33	0.00	-0.58	0.58	-6.68	6.68	-0.73	0.73	-0.85	0.85	159.95	0.00	3,00	4,66	7,17	50
	P72	19 x 80	33.29	28.08	0.00	7.86	0.00	1.34	-1.34	4.33	4.33	1.68	-1.68	-0.67	0.67	71.83	0.00				
	P73	19 x 80	33.72	28.88	0.00	8.05	0.00	-1.33	1.33	4.09	4.09	-1.67	1.67	-0.61	0.61	73.11	0.00	3,00	4,46	6,87	50
	P74	40 x 80	76.20	57.46	0.00	25.80	0.00	0.62	-0.62	-5.96	5.96	0.72	-0.72	-0.78	0.78	163.04	0.00	3,00	5,73	8,83	50
	P75	40 x 80	93.49	70.90	0.00	36.11	0.00	0.19	-0.19	-5.07	5.07	0.16	-0.16	-0.79	0.79	203.54	0.00	3,00	20,28	31,22	50
	P76	40 x 80	94.06	71.01	0.00	36.59	0.00	-0.06	0.06	4.52	4.52	-0.18	0.18	-0.84	0.84	204.38	0.00	3,00	20,59	31,70	50
	P77	40 x 80	61.58	43.15	0.00	17.21	0.00	0.89	-0.89	4.48	4.48	0.96	-0.96	-0.86	0.86	124.63	0.00	3,00	3,83	5,91	50
	P78	40 x 80	65.02	51.45	0.00	16.89	0.00	-0.88	0.88	-6.13	6.13	-0.92	0.92	-1.07	1.07	137.03	0.00	3,00	4,21	6,50	50
	P79	40 x 80	106.09	97.53	0.00	38.06	0.00	0.20	-0.20	-6.09	6.09	0.46	-0.46	-1.14	1.14	245.34	0.00	3,00	36,05	55,51	50
	P80	40 x 80	106.60	97.97	0.00	38.38	0.00	-0.27	0.27	-7.34	7.34	-0.25	0.25	-1.07	1.07	247.35	0.00	3,00	36,83	56,70	50
	P81	40 x 80	83.26	73.79	0.00	26.30	0.00	-0.49	0.49	-8.74	8.74	-0.62	0.62	-1.10	1.10	188.60	0.00	3,00	14,82	22,81	50
	P82	19 x 80	35.67	32.53	0.00	8.34	0.00	1.27	-1.27	-5.56	5.56	1.68	-1.68	-0.92	0.92	79.87	0.00				
	P83	19 x 80	35.44	32.52	0.00	8.16	0.00	-1.29	1.29	-5.42	5.42	-1.70	1.70	-0.89	0.89	79.37	0.00	3,00	4,90	7,55	50
	P84	39 x 80	81.93	72.89	0.00	25.80	0.00	0.44	-0.44	-7.66	7.66	0.55	-0.55	-0.97	0.97	185.22	0.00	3,00	13,60	20,93	50
	P85	40 x 80	106.13	97.47	0.00	38.08	0.00	0.31	-0.31	-7.41	7.41	0.30	-0.30	-1.11	1.11	246.13	0.00	3,00	36,36	55,98	50
	P86	40 x 80	108.55	100.35	0.00	39.30	0.00	-0.08	0.08	-6.46	6.46	-0.29	0.29	-1.21	1.21	252.07	0.00	3,00	38,65	59,52	50
	P87	39 x 80	65.90	53.15	0.00	17.99	0.00	0.82	-0.82	-6.58	6.58	0.84	-0.84	-1.22	1.22	140.99	0.00				
	P88	39 x 80	63.63	51.06	0.00	16.76	0.00	-0.98	0.98	-6.61	6.61	-0.99	0.99	-1.09	1.09	135.42	0.00	3,00	48,19	74,2	50
	P89	40 x 80	105.70	97.16	0.00	37.88	0.00	0.20	-0.20	-6.33	6.33	0.48	-0.48	-1.13	1.13	244.55	0.00	3,00	35,75	55,04	50
	P90	40 x 80	106.57	97.86	0.00	38.37	0.00	-0.29	0.29	-7.16	7.16	-0.28	0.28	-1.03	1.03	247.10	0.00	3,00	36,73	56,56	50
	P91	40 x 80	83.02	73.31	0.00	26.16	0.00	-0.51	0.51	-8.24	8.24	-0.67	0.67	-1.02	1.02	187.45	0.00	3,00	14,4	22,17	50
	P92	19 x 80	35.69	32.34	0.00	8.23	0.00	1.35	-1.35	-5.71	5.71	1.77	-1.77	-0.92	0.92	79.69	0.00	3,00	4,5	6,92	50
	P93	19 x 80	35.75	32.47	0.00	8.27	0.00	-1.34	1.34	-5.49	5.49	-1.73	1.73	-0.89	0.89	79.79	0.00				
	P94	40 x 80	83.21	73.65	0.00	26.20	0.00	0.57	-0.57	-8.19	8.19	0.67	-0.67	-1.03	1.03	187.97	0.00	3,00	14,59	22,46	50
	P95	40 x 80	102.69	93.32	0.00	36.43	0.00	0.22	-0.22	-6.82	6.82	0.18	-0.18	-1.05	1.05	236.54	0.00	3,00	32,67	50,31	50
	P96	40 x 80	103.66	94.72	0.00	36.82	0.00	-0.04	0.04	-5.97	5.97	-0.20	0.20	-1.13	1.13	238.78	0.00	3,00	33,53	51,63	50
	P97	40 x 80	65.35	51.73	0.00	16.96	0.00	0.90	-0.90	-5.80	5.80	0.96	-0.96	-1.09	1.09	137.52	0.00	3,00	4,23	6,52	50
	P98	20 x 40	4.06	0.62	0.00	0.93	0.00	-0.07	0.07	-0.71	0.71	-0.06	0.06	-0.11	0.11	6.04	0.00	2,00	-	-	50
	P99	20 x 40	6.72	1.28	0.00	2.22	0.00	0.02	-0.02	-0.44	0.44	0.03	-0.03	-0.07	0.07	10.48	0.00	2,00	-	-	50
	P100	20 x 40	6.66	1.26	0.00	2.17	0.00	-0.02	0.02	-0.49	0.49	-0.01	0.01	-0.07	0.07	10.38	0.00	2,00	-	-	50
	P101	20 x 40	5.03	0.88	0.00	1.53	0.00	-0.11	0.11	-0.55	0.55	-0.14	0.14	-0.08	0.08	7.78	0.00	2,00	-	-	50
	P102	20 x 40	3.67	0.49	0.00	0.69	0.00	0.00	0.00	-0.86	0.86	0.00	0.00	-0.12	0.12	5.51	0.00	2,00	-	-	50
	P103	20 x 40	5.04	0.90	0.00	1.53	0.00	0.11	-0.11	-0.53	0.53	0.14	-0.14	-0.07	0.07	7.78	0.00	2,00	-	-	50
	P104	20 x 40	6.65	1.25	0.00	2.16	0.00	0.02	-0.02	-0.50	0.50	0.01	-0.01	-0.08	0.08	10.37	0.00	2,00	-	-	50
	P105	20 x 40	6.89	1.31	0.00	2.28	0.00	-0.01	0.01	-0.48	0.48	-0.02	0.02	-0.08	0.08	10.77	0.00	2,00	-	-	50
	P106	20 x 39	3.66	0.57	0.00	0.95	0.00	0.06	-0.06	-0.45	0.45	0.06	-0.06	-0.08	0.08	5.45	0.00	2,00	-	-	50

	P107	20 x 39	3.44	0.53	0.00	0.86	0.00	-0.07	0.07	-0.45	0.45	-0.07	0.07	-0.07	0.07	5.10	0.00	2,00	-	-	50
	P108	20 x 40	6.69	1.27	0.00	2.20	0.00	0.02	-0.02	-0.48	0.48	0.04	-0.04	-0.07	0.07	10.45	0.00	2,00	-	-	50
	P109	20 x 40	6.66	1.26	0.00	2.17	0.00	-0.02	0.02	-0.49	0.49	-0.01	0.01	-0.07	0.07	10.38	0.00	2,00	-	-	50
	P110	20 x 40	5.03	0.89	0.00	1.52	0.00	-0.11	0.11	-0.48	0.48	-0.14	0.14	-0.07	0.07	7.73	0.00	2,00	-	-	50
	P111	20 x 40	3.66	0.49	0.00	0.68	0.00	0.00	0.00	-0.81	0.81	0.00	0.00	-0.11	0.11	5.43	0.00	2,00	-	-	50
	P112	20 x 40	5.06	0.89	0.00	1.54	0.00	0.11	-0.11	-0.53	0.53	0.14	-0.14	-0.07	0.07	7.81	0.00	2,00	-	-	50
	P113	20 x 40	6.37	1.19	0.00	2.05	0.00	0.01	-0.01	-0.46	0.46	0.01	-0.01	-0.07	0.07	9.88	0.00	2,00	-	-	50
	P114	20 x 40	6.54	1.23	0.00	2.14	0.00	-0.01	0.01	-0.41	0.41	-0.02	0.02	-0.07	0.07	10.16	0.00	2,00	-	-	50
	P115	20 x 40	4.13	0.63	0.00	0.94	0.00	0.07	-0.07	-0.66	0.66	0.06	-0.06	-0.11	0.11	6.09	0.00	2,00	-	-	50
	TOTAL:																				



7.1.4. Recalque de fundações

Recalque é o deslocamento vertical ou inclinação que uma edificação sofre devido às deformações ocorridas no maciço de apoio de suas fundações. Toda edificação está sujeita a deslocamentos verticais (recalques), durante ou mesmo após a sua conclusão, por um determinado período de tempo, até que o equilíbrio entre o carregamento aplicado e o solo seja atingido. Esses movimentos podem provocar a ocorrência de falhas, evidenciadas pelos desnivelamentos de pisos, trincas e desaprumos da construção (CAPUTO, 2012).

Se a constituição do solo for uma argila dura ou uma areia compacta, os recalques decorrem principalmente de deformações por mudança de forma, função da carga atuante e do módulo de deformação do solo. Em solos fofos e moles, os recalques são provenientes da sua redução de volume, já que a água presente no bulbo de tensões das fundações tenderá a percolar para regiões sujeitas a pressões menores.

Recalque em solos colapsíveis (arenosos e argilo-arenosos):

Definidos como “materiais que apresentam uma estrutura metaestável, sujeita a rearranjo radical de partículas e grande variação (redução) volumétrica devido à saturação, com ou sem carregamento externo adicional” (MILITITSKY, CONSOLI e SCHNAID, 2008). De acordo com Ortigão (2007, p. 170), o fenômeno da colapsibilidade ocorre quando a lixiviação (solubilização de compostos pela água de chuva) provoca uma alteração estrutural por dissolução ou alteração do material de ligação entre os grãos do solo. A norma ABNT NBR 6122 também determina no item 7.5.3 que, em relação aos solos colapsíveis, deve ser considerada a possibilidade de ocorrer o encharcamento, devido a vazamentos de tubulações de água, elevação do lençol freático, infiltrações, etc. Com o aumento do teor de umidade até um valor crítico, estes solos podem perder sua estrutura de macrovazios por colapso estrutural (MILITITSKY, CONSOLI e SCHNAID, 2008). Em consequência, fundações apoiadas sobre solos colapsíveis podem sofrer recalques adicionais causados por saturação do solo, principalmente onde o solo está mais propenso à saturação pela água da chuva ou por vazamentos de canalizações.

Há situações que propiciam a ocorrência de recalque diferencial de fundações:

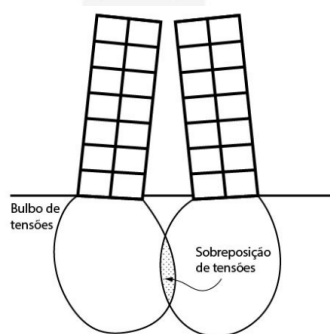
i. Presença de Solos Colapsíveis:

Solos colapsíveis quando em contato com a água têm sua cimentação intergranular destruída, resultando em um colapso súbito da estrutura desse solo. Esse colapso causa recalques, mesmo sem

haver aumento de pressões por carregamento externo (TEIXEIRA e GODOY, 1998). No caso de fundações profundas, se estas estiverem inteiramente embutidas em solos colapsíveis, há a perda de sua capacidade de carga, e se apenas o fuste da estaca estiver no solo onde ocorre a redução brusca do volume, ela será sobrecarregada por tensões de atrito lateral negativo (TEIXEIRA e GODOY, 1998). Os recalques nos solos arenosos são de forma imediata, ao contrário dos solos argilosos, onde o recalque acontece progressivamente ao longo do tempo.

ii. Superposição de pressões:

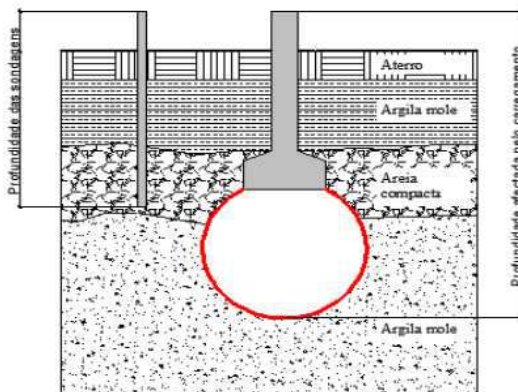
Ocorre uma fundação transfere carga ao solo e essa transferência é considerada de forma isolada. A existência de outra solicitação altera as tensões na massa de solo, provocando recalques (MILITITSKY, CONSOLI e SCHNAID, 2008).



Fonte: MILITITSKY, CONSOLI E SCHNAID, 2008

iii. Deficiência na investigação geotécnica:

Segundo Milititsky, Consoli e Schnaid (2008), a experiência dos mesmos, referendada pela estatística francesa Logeais (1982) citado por Milititsky, Consoli e Schnaid (2008, p. 28), em mais de 80% dos casos de mau desempenho de fundações de obras pequenas e médias, a ausência completa de investigações levou à adoção de soluções inadequadas de fundações. Alguns fatores são: número insuficiente de sondagens, não identificação de áreas propícias ao recalque, presença de matacões ou profundidade de investigação insuficiente, não abrangendo toda profundidade atingida pelas tensões distribuídas ao solo pelo carregamento da fundação.





Fonte: Schnaid et al., 2005, in Carvalho, 2010

iv. Infiltrações:

Com as infiltrações, o solo sob as fundações diretas pode ser carregado, provocando vazios que impedem a transmissão adequada de cargas ao solo (REBELLO, 2008).

v. Influência da vegetação:

O efeito da vegetação pode ocorrer por interferência física das raízes ou pela modificação no teor de umidade do solo, uma vez que as raízes extraem água do solo para manter seu crescimento, modificando o teor de umidade se comparado com o local onde as raízes não estão presentes (MILITITSKY, CONSOLI e SCHNAID, 2008).

Em solos argilosos, as variações de umidade provocam mudanças volumétricas. Logo, qualquer fundação localizada na área afetada apresentará movimento e provavelmente patologia da edificação por causa de recalques localizados (MILITITSKY, CONSOLI e SCHNAID, 2008).

A influência da vegetação às construções está associada a uma série de fatores, como o tipo de solo do local, o tipo de vegetação presente, a distância da vegetação, o clima, o nível da água.

Os recalques de fundações podem gerar fissuras devido à movimentação imposta na edificação proveniente do deslocamento do solo. Pfeiffermann (1968 apud LORDSLEEM JÚNIOR, 1997, p. 42) ressalta que:

“Como todo material de construção, o solo está sujeito a carregamentos, deformações elásticas e plásticas. Em geral, os solos constituem-se de partículas sólidas entre as quais existem poros de diversos tamanhos preenchidos por ar ou água. Sob a influência das cargas, as partículas sólidas se deslocam provocando a deformação do terreno.”

As fissuras provocadas por recalques de fundações geralmente são inclinadas, conforme afirma Thomaz (1989, p. 94):

“De maneira geral, as fissuras provocadas por recalques diferenciados são inclinadas, confundindo-se às vezes com as fissuras provocadas por deflexão de componentes estruturais. Em relação às primeiras, contudo, apresentam aberturas geralmente maiores, “deitando-se” em direção ao ponto onde ocorreu o maior recalque. Outra característica das fissuras provocadas por recalques é a presença de esmagamentos localizados, em forma de escamas, dando indícios das tensões de cisalhamento que as provocaram; além disso, quando os recalques são acentuados, observa-se nitidamente uma variação na abertura da fissura.”

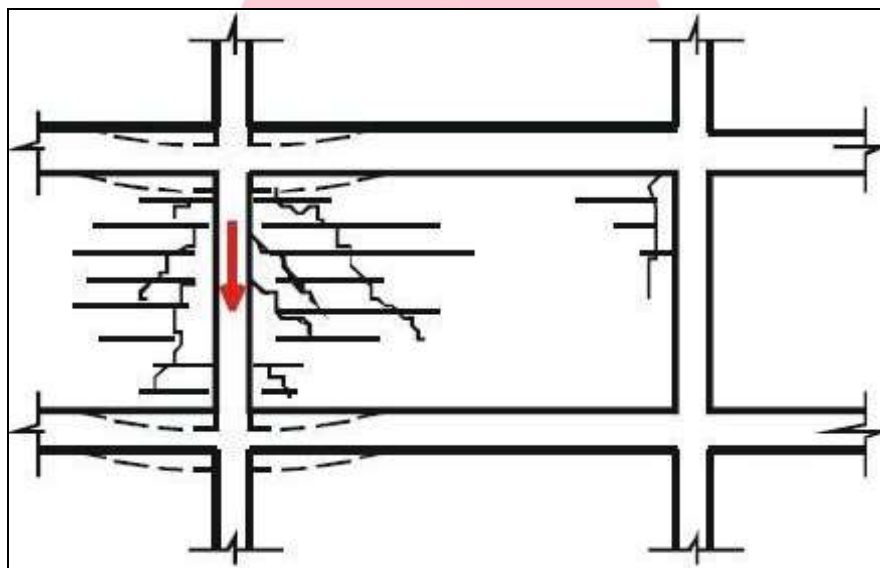
Segundo Duarte (1998, p. 24-25):

“As fissuras causadas por recalques de fundações com frequência tendem a se localizar próximas ao pavimento térreo da construção. Contudo, dependendo da gravidade do recalque e do tipo da construção, o grau de fissuração nos pavimentos superiores pode ser tão intenso quanto no pavimento térreo.”

Quando na ocorrência de recalques diferenciais em fundações, as construções apresentam fissuras nas alvenarias de fechamento e/ou nos componentes estruturais. A fissura ocorre devido à distorção excessiva da estrutura, que ocasiona uma deformação específica de tração nas paredes. Essa tração atua favorecendo a abertura de fissuras típicas de recalque de fundação, com um padrão de inclinação em 45° nas paredes. Segundo a regra da Mediatriz (Dickran Barberian), a tensão máxima de tração, ocorre em geral no ponto médio da trinca de tração (a 45°), cuja inclinação estará voltada sobre o ponto em deslocamento, indicado pela mediatriz. Mostram também que as trincas tendem “a apontar” para a parte da estrutura de fundação que não sofreu recalque, veja as figuras a seguir com as setas vermelhas indicando o afirmado. Esta observação pode ser um indicativo, para o perito, sabendo a parte da estrutura que não sofreu abalos, indicar assim por exclusão onde pode ter ocorrido o abalo.

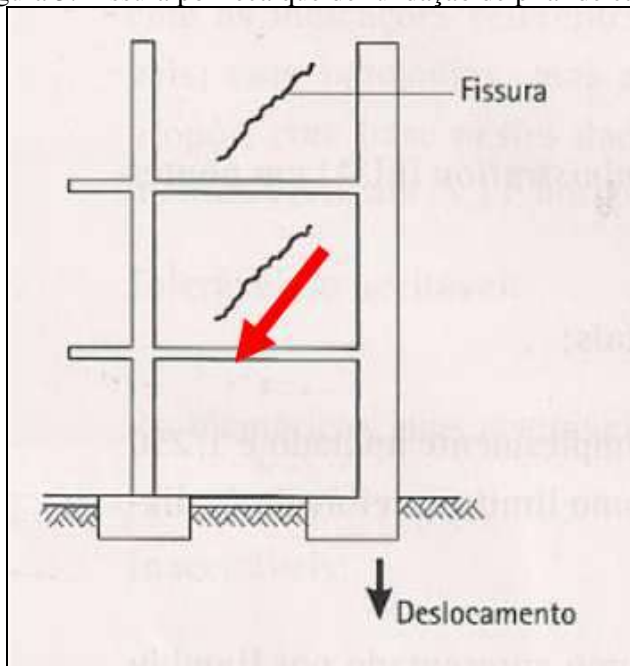
Geralmente, as configurações das fissuras provocadas por recalques diferenciais são normalmente inclinadas, muito parecidas com fissuras provocadas por deflexão de componentes estruturais. Observam-se também outras características das trincas de recalque que são esmagamentos localizados em forma de escamas e variação nas aberturas das fissuras.

Figura 4: Fissuras ocasionadas por recalques diferenciais entre pilares



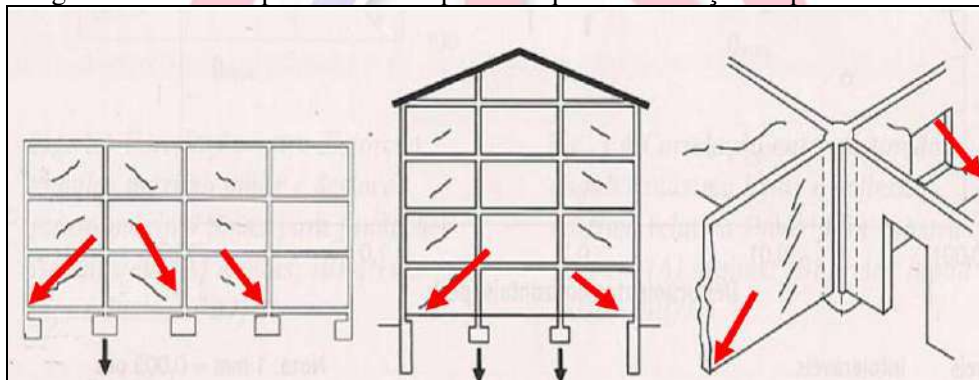
Fonte: (THOMAZ, 1989)

Figura 5: Fissura por recalque de fundação de pilar de canto



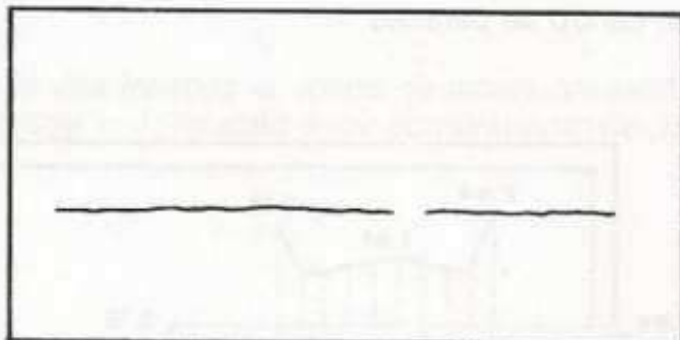
Fonte: MILITITSKY, Jarbas; apud Ureil Ortiz, 1983

Figura 6: Fissuras típicas causadas por recalques de fundação de pilares internos



Fonte: MILITITSKY, Jarbas; CONSOLI, Nilo Cesar; SCHNAID, Fernando; Patologia das Fundações, pág. 24, São Paulo, 2008)

Figura 7: Trincas horizontais na alvenaria provenientes de sobrecarga e deformações em elementos estruturais



Fonte: Thomaz (1989)



7.2. Fissuras e trincas em Alvenarias

Sabbatini (1984 apud LORDSLEEM JÚNIOR, 1997, p. 17) define alvenaria de vedação como “[...] um componente complexo, utilizado na construção e conformado em obra, constituído por tijolos ou blocos unidos entre si por juntas de argamassa que formam um conjunto rígido e coeso, não sendo dimensionada para resistir cargas além de seu peso próprio”.

Medeiros e Franco (1999, p. 4) citam requisitos fundamentais que se esperam das alvenarias de vedação em edifícios:

- i. estanqueidade;
- ii. isolamento térmico e acústico;
- iii. segurança ao fogo;
- iv. estética
- v. durabilidade;

Lordsleem Júnior e Franco (1998, p. 1) afirmam que “[...] a fissura pode ser entendida como a manifestação patológica resultante do alívio das tensões entre as partes de um mesmo elemento ou entre dois elementos em contato.”. A fissuração é uma manifestação patológica que alerta para a existência de outros problemas, conforme afirma Thomaz (1989, p. 15):

“Dentre os inúmeros problemas patológicos que afetam os edifícios, sejam eles residenciais, comerciais ou institucionais, particularmente importante é o problema das trincas, devido a três aspectos fundamentais: o aviso de um eventual estado perigoso para a estrutura, o comprometimento do desempenho da obra em serviço (estanqueidade à água, durabilidade, isolamento acústica etc.), e o constrangimento psicológico que a fissuração do edifício exerce sobre seus usuários.”

As fissuras em alvenarias podem ser classificadas segundo diferentes critérios. Grim (1997 apud DUARTE, 1998, p. 11) afirma que as fissuras em alvenaria com aberturas menores que 0,1 mm, chamadas fissuras capilares, “[...] são insignificantes do ponto de vista da durabilidade, porque são praticamente impermeáveis à chuva dirigida pela pressão do vento”. A tabela a seguir classifica a nomenclatura das aberturas segunda a espessura da abertura.

ANOMALIAS	ABERTURA (mm)
Fissura	até 0,5
Trinca	de 0,5 de 1,5
Rachadura	de 1,5 a 5,0
Fenda	de 5,0 a 10,0
Brecha	acima e 10,0

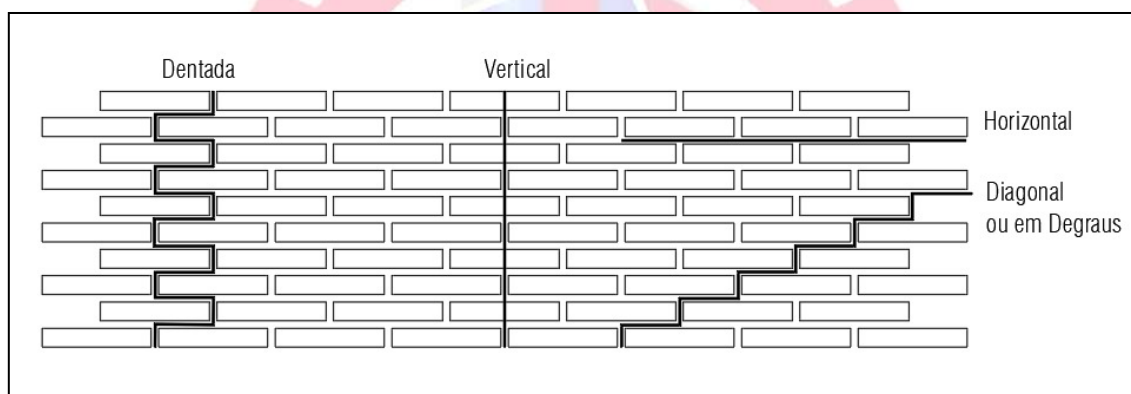
Fonte: UFMG

Duarte (1998, apud TAGUCHI, 2010, p. 30) classifica as fissuras, segundo sua atividade, em:

- i. ativas: fissuras que apresentam variações de abertura ao longo do tempo;
- ii. estabilizadas ou inativas: fissuras que não apresentam variações de abertura ou comprimento ao longo do tempo.

Segundo Lordsleem Júnior (1997, p. 55), “A direção preferencial das fissuras é resultante do sentido das forças que atuam sobre a parede. Desse modo, a direção das fissuras também auxilia no processo de formação do diagnóstico.”. Conforme Eldridge (1982 apud LORDSLEEM JÚNIOR, 1997, p. 55), as fissuras podem se apresentar sob as seguintes configurações:

- i. vertical;
- ii. horizontal;
- iii. denteada e diagonal;
- iv. em degraus.



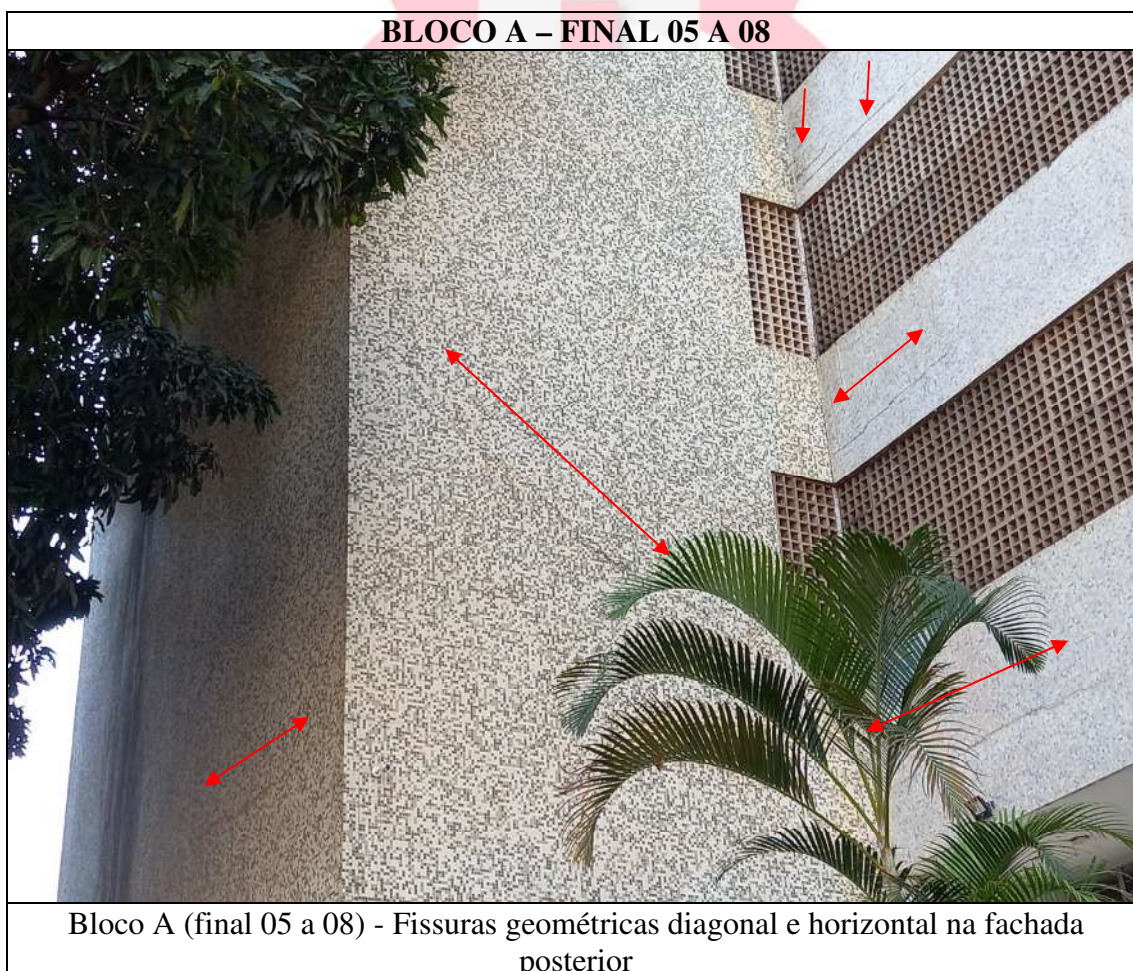
Fonte: Eldridge (1982 apud LORDSLEEM Jr, 1997) – adaptado pelo autor

Em suma, as acomodações do solo e as deflexões dos componentes estruturais introduzirão tensões nas paredes de fechamento que, em função da natureza do seu material constituinte e da própria intensidade da movimentação, poderão ser absorvidas.

Sempre que houver, entretanto, incompatibilidade entre as deformações impostas e as admitidas pela parede, pode surgir fissuração da parede ou o seu destacamento do componente estrutural. Esta deformação do edifício pode criar tensões na alvenaria que, quando não são completamente absorvidas, podem ser transferidas aos revestimentos. Estes, por sua vez, podem não resistir ao nível de tensões, rompendo -se e, muitas vezes, destacando -se do substrato.

Abertura da fissura (mm)	Intensidade dos danos			Efeito na estrutura e no uso do edifício
	Residencial	Comercial ou público	Industrial	
< 0,1	Insignificante	Insignificante	Insignificante	Nenhum
0,1 a 0,3	Muito leve	Muito leve	Insignificante	Nenhum
0,3 a 1	Leve	Leve	Muito leve	Apenas estética; deterioração acelerada do aspecto externo.
1 a 2	Leve a moderada	Leve a moderada	Muito leve	
2 a 5	Moderada	Moderada	Leve	Utilização do edifício será afetada e, no limite superior, a estabilidade também pode estar em risco.
5 a 15	Moderada a severa	Moderada a severa	Moderada	
15 a 25	Severa a muito severa	Severa a muito severa	Moderada a severa	
> 25	Muito severa a perigosa	Severa a perigosa	Severa a perigosa	Cresce o risco de a estrutura tornar-se perigosa

Fonte: (Thornburn e Hutchinson, 1985) citado por (VELLOSO e LOPES, 2011)





Bloco A (final 05 a 08) – Fissuras geométricas na fachada posterior



Bloco A (final 05 a 08) – Fissuras geométricas na fachada posterior



Bloco A (final 05 a 08) – Fissuras geométricas horizontais lineares próximo às vigas



Bloco A (final 05 a 08) - Fissuras geométricas horizontais lineares próximo às vigas



Bloco A (final 05 a 08) – Fissuras geométricas horizontal/diagonal na fachada posterior



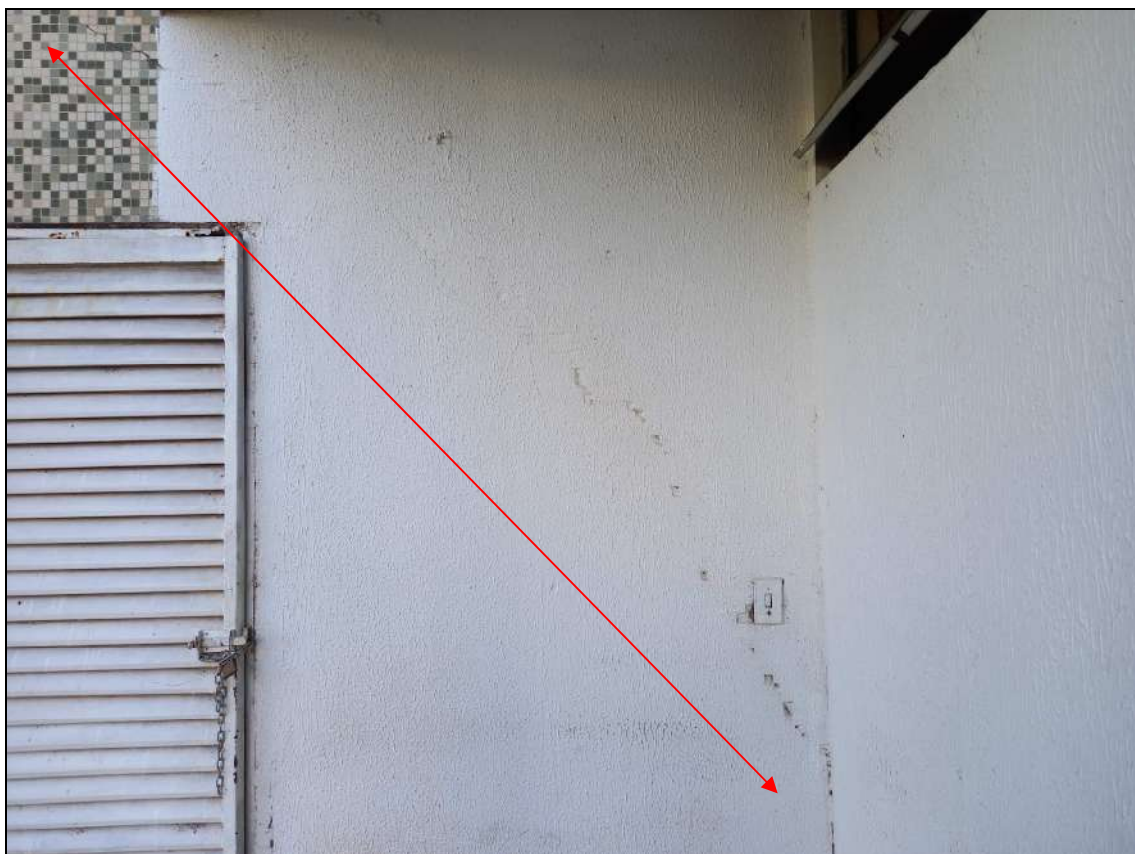
Bloco A (final 05 a 08) - Fissuras geométricas horizontais lineares próximo às vigas –
Fachada posterior



Bloco A (final 05 a 08) - Fissuras geométricas na fachada principal



Bloco A (final 05 a 08) – Fissura geométrica diagonal a 45°, fachada posterior



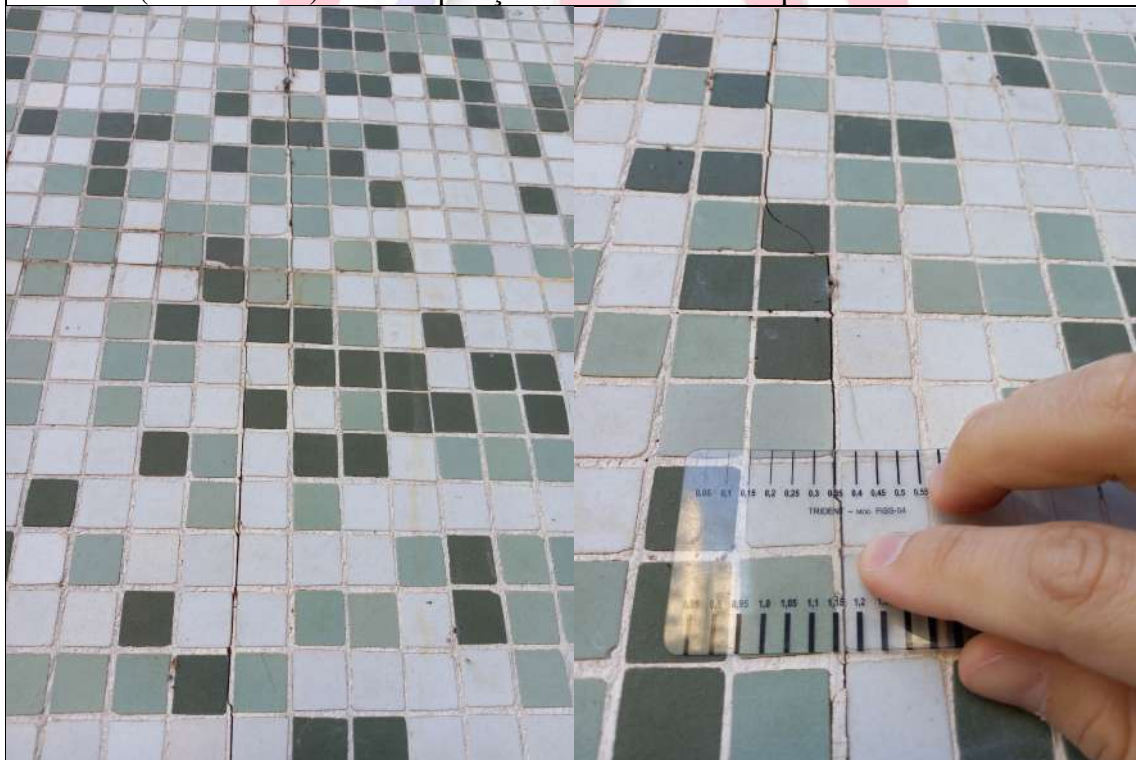
Bloco A (final 05 a 08) – Fissura geométrica diagonal na fachada posterior



Bloco A (final 05 a 08) - Fissura geométrica diagonal – continuação imagem anterior



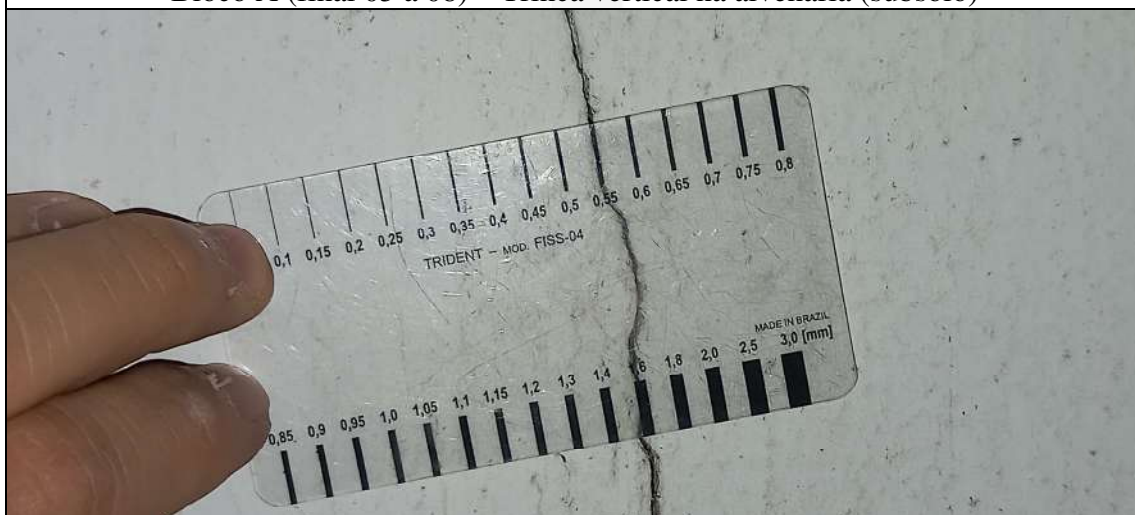
Bloco A (final 05 a 08) - Recomposição do revestimento – preenchimento das fissuras



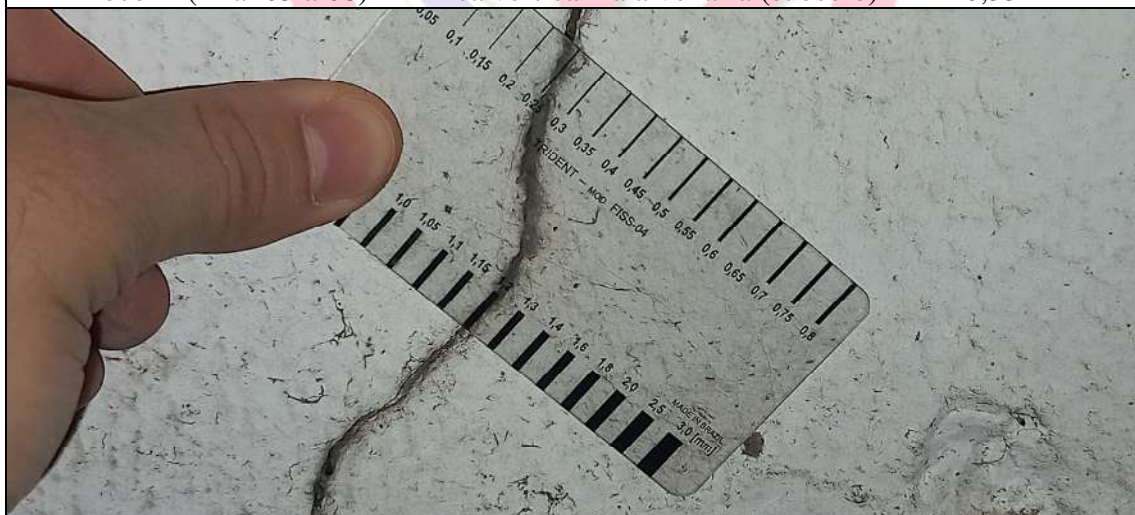
Bloco A (final 05 a 08) – Fissura vertical na caixa de escada $E=0,35$ mm



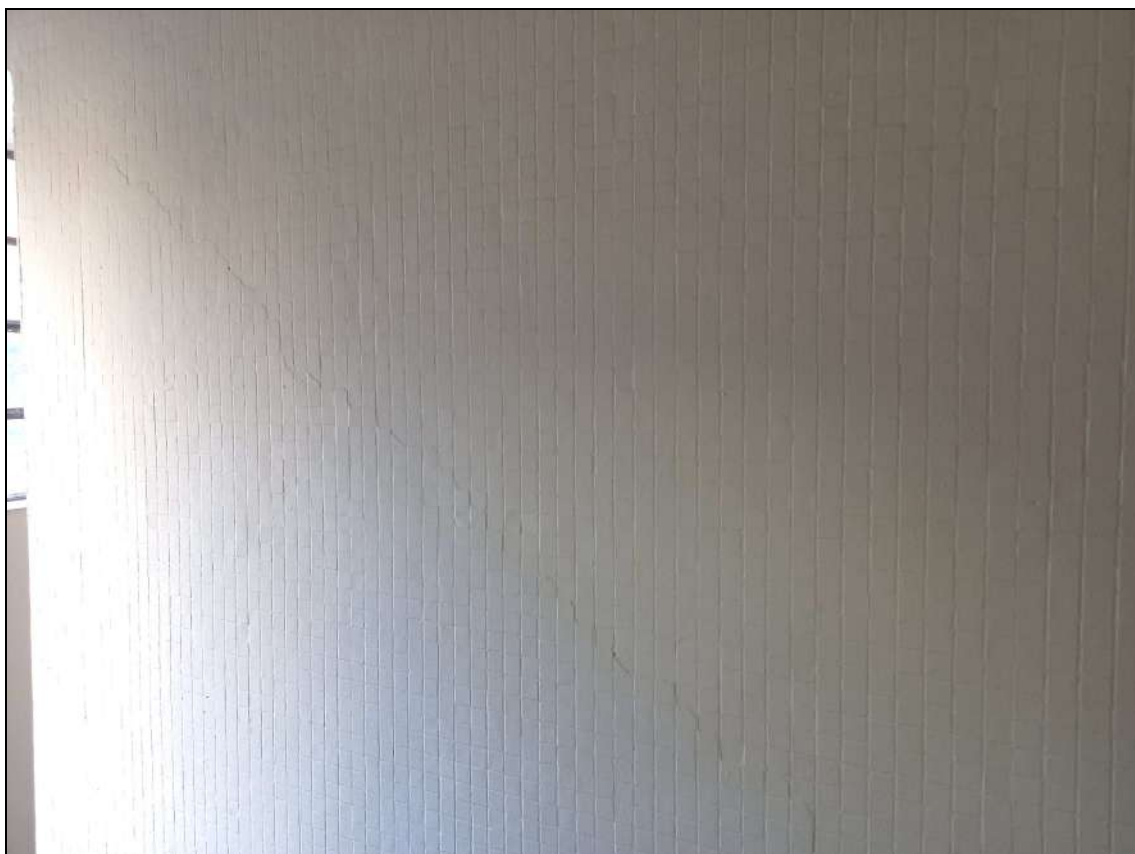
Bloco A (final 05 a 08) – Trinca vertical na alvenaria (subsolo)



Bloco A (final 05 a 08) – Trinca vertical na alvenaria (subsolo) – E = 0,55 mm



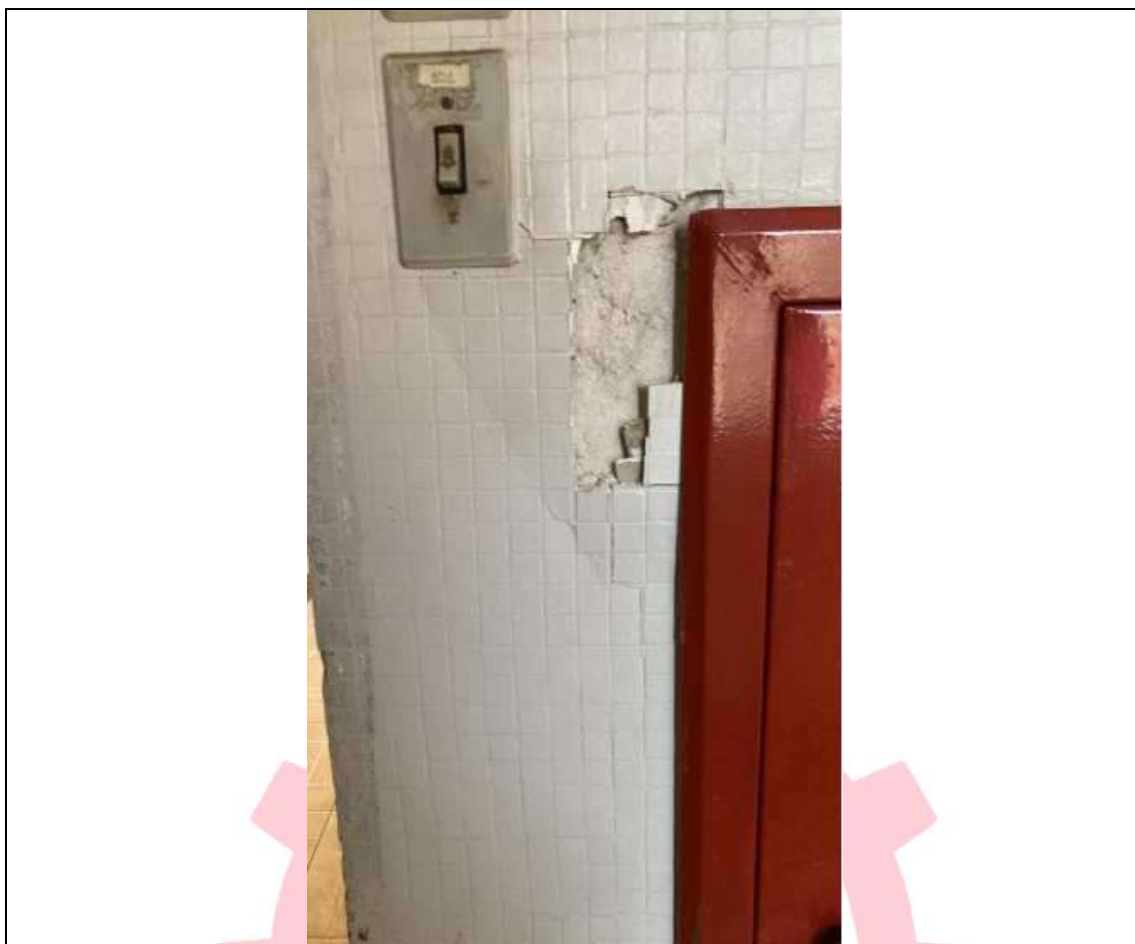
Bloco A (final 05 a 08) – Trinca vertical na alvenaria (subsolo) – E = 1,2 mm



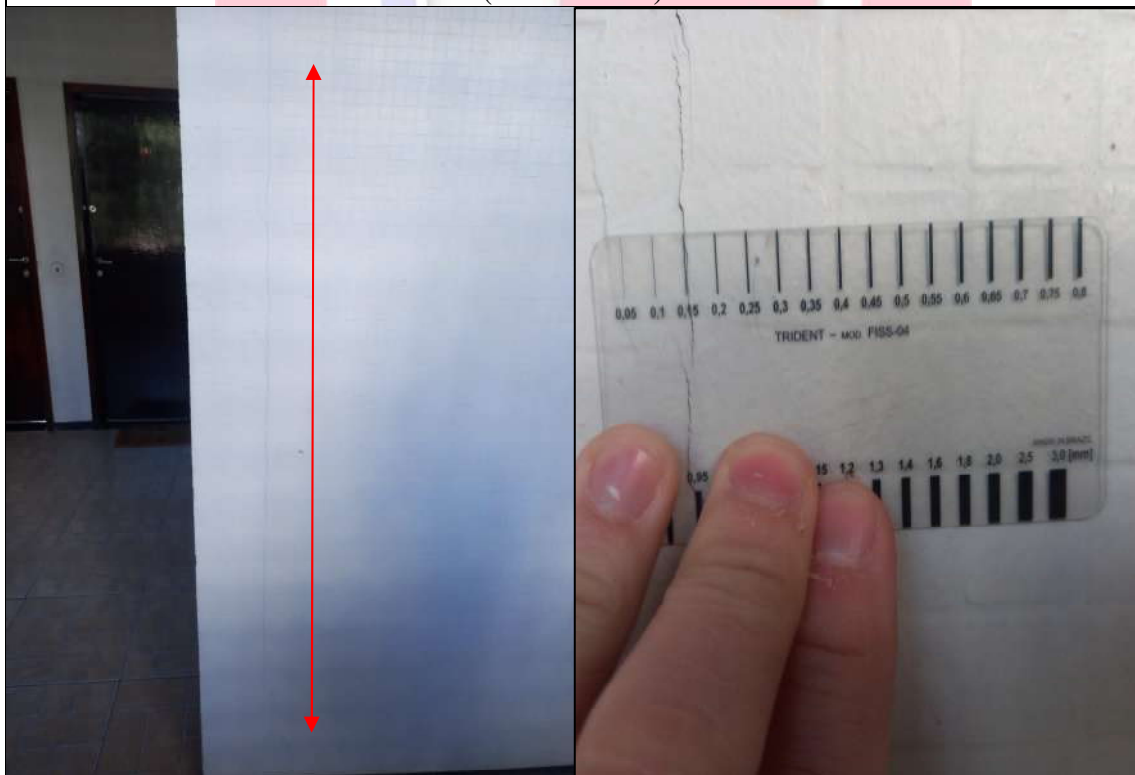
Bloco A (final 05 a 08) – Fissura diagonal na caixa de escada subsolo/térreo



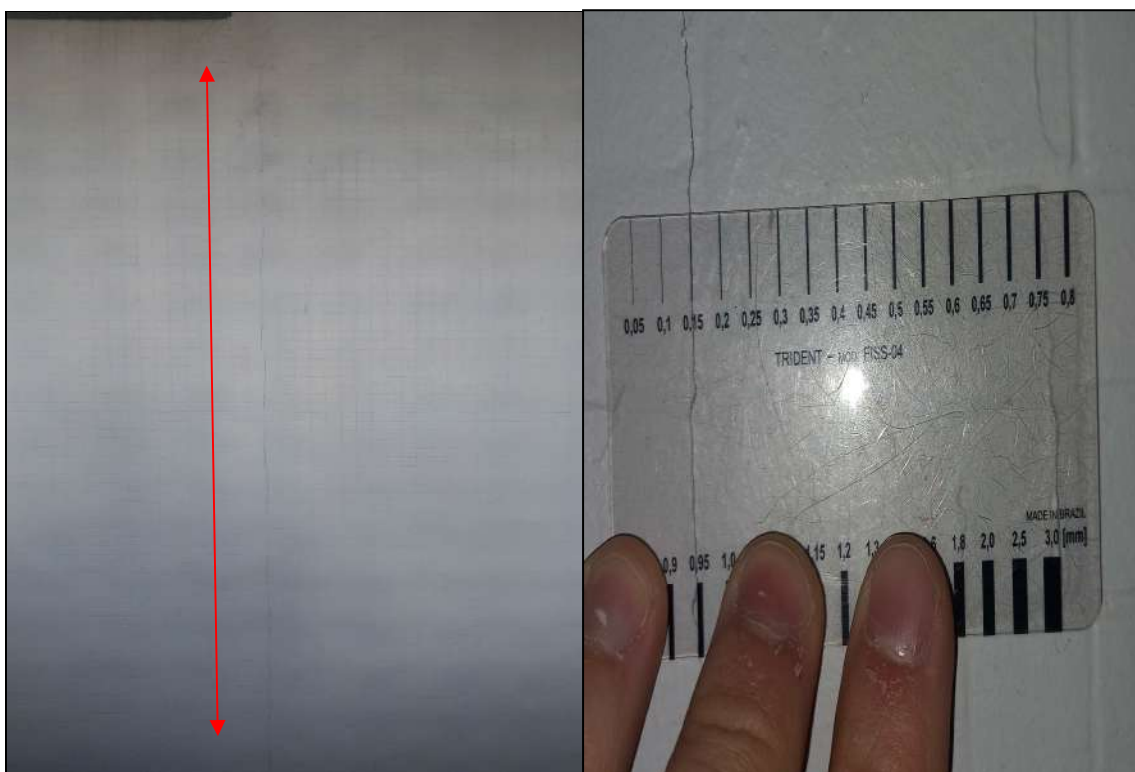
Bloco A (final 05 a 08) – Fissura vertical na caixa de escada - E = 0,1 mm



Térreo Bloco A (final 05 a 08): Hall de entrada



1º Pavimento Bloco A (final 05 a 08): Hall dos apartamentos – lado esquerdo E=15mm



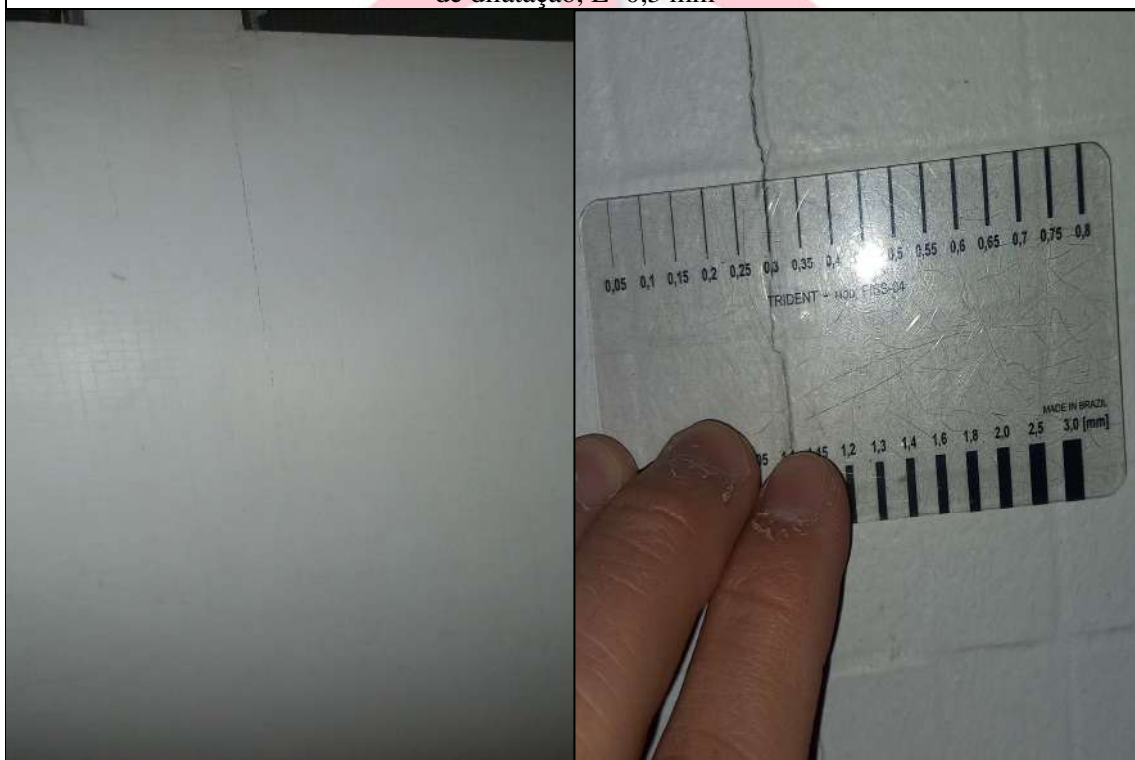
1º Pavimento Bloco A (final 05 a 08): Hall dos apartamentos – fissura vertical abaixo da janela E=15mm



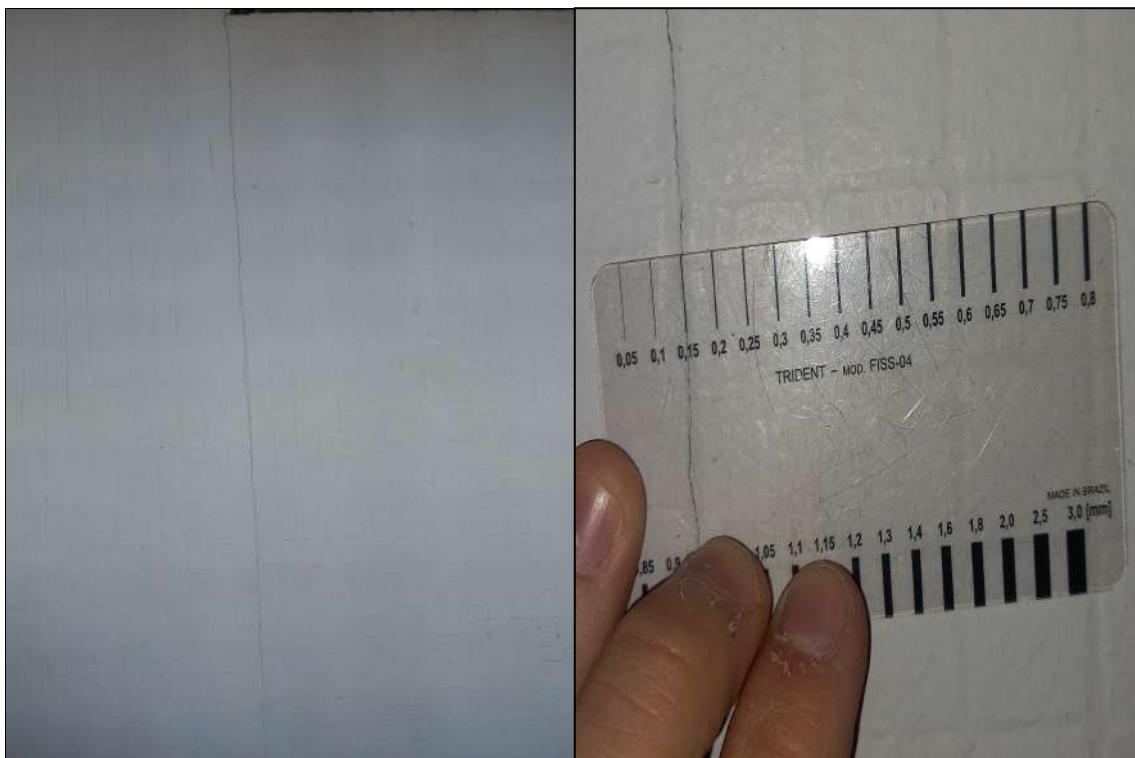
1º Pavimento Bloco A (final 05 a 08): Hall dos apartamentos – fissura em mureta, E=0,15 mm
continuidade da fissura para o cobogó



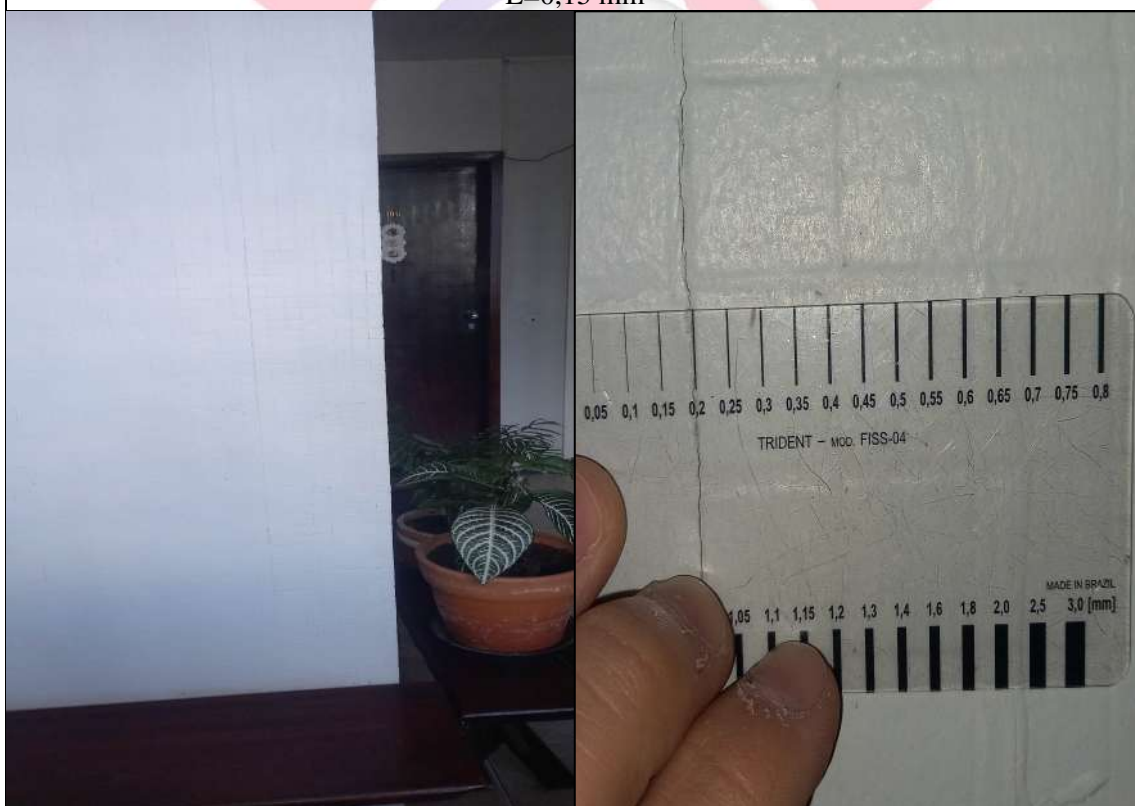
1º Pavimento Bloco A (final 05 a 08): Hall dos apartamentos – fissura vertical próximo à junta de dilatação, $E=0,3$ mm



1º Pavimento Bloco A (final 05 a 08): Hall dos apartamentos – fissura vertical abaixo da janela, $E=0,3$ mm



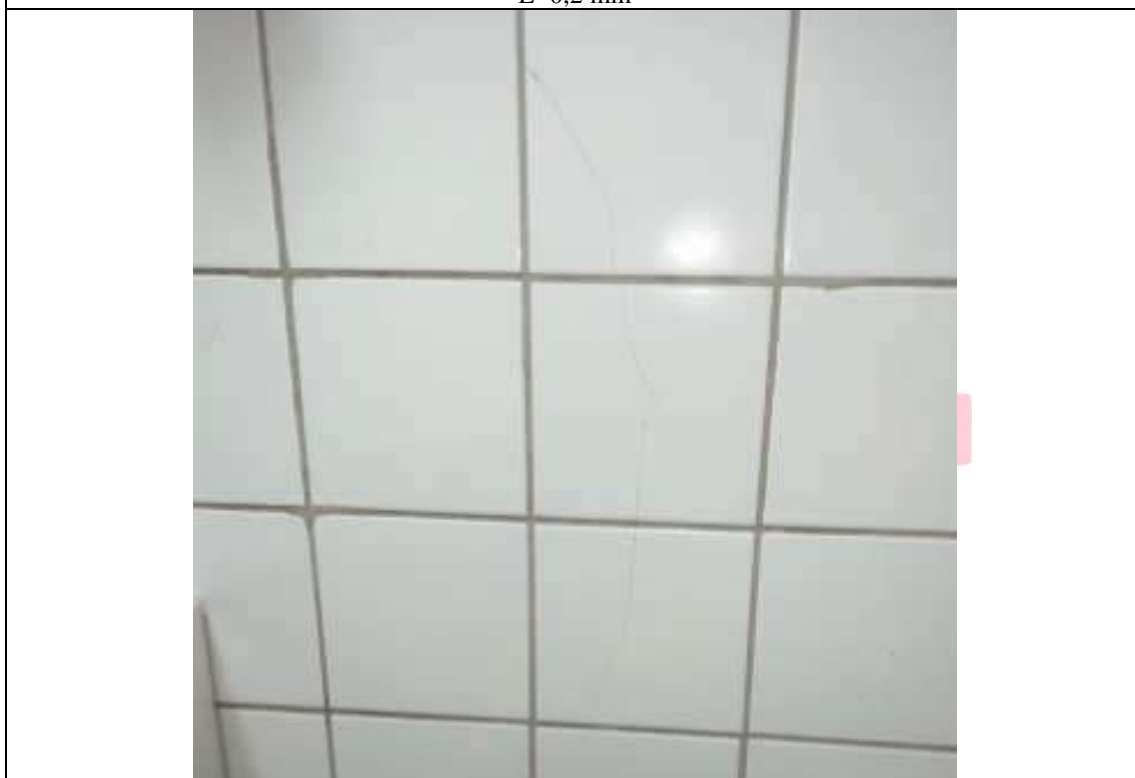
1º Pavimento Bloco A (final 05 a 08): Hall dos apartamentos – fissura vertical abaixo da janela,
 $E=0,15$ mm



1º Pavimento Bloco A (final 05 a 08): Hall dos apartamentos – fissura vertical no final do
corredor, $E=0,2$ mm



1º Pavimento Bloco A (final 05 a 08): Hall dos apartamentos – fissura diagonal em frente ao elevador, E=0,2 mm



2º Pavimento Bloco A (Apto 206): Fissuras no banheiro social



2º Pavimento Bloco A (Apto 206): Fissuras no banheiro social



2º Pavimento Bloco A (Apto 206): Fissuras no banheiro social



2º Pavimento Bloco A (Apto 206): Fissuras no banheiro social



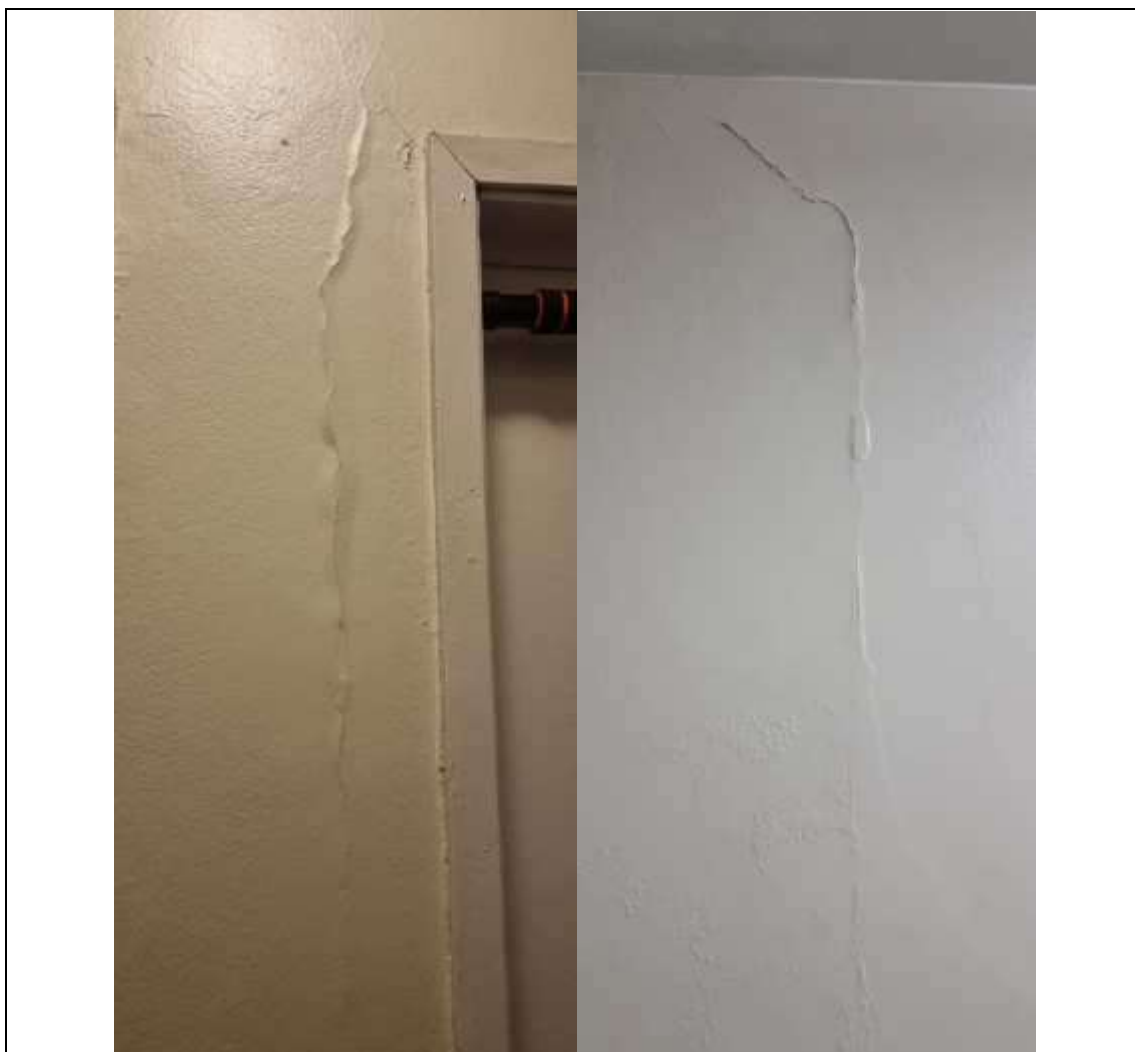
2º Pavimento Bloco A (Apto 206): Fissuras no banheiro social



2º Pavimento Bloco A (Apto 207): Fissuras no banheiro social



3º Pavimento Bloco A (Apto 306): Fissuras na alvenaria - cozinha



5º Pavimento Bloco A (Apto 508): Fissuras na alvenaria - Sala



Fissuras na alvenaria da casa de máquina - Bloco A (final 05 a 08)



Trincas na alvenaria da casa de máquina - Bloco A (final 05 a 08)



Trincas na alvenaria da casa de máquina - Bloco A (final 05 a 08)



Trincas na alvenaria da casa de máquina - Bloco A (final 05 a 08)



Trincas na alvenaria da casa de máquina - Bloco A (final 05 a 08)



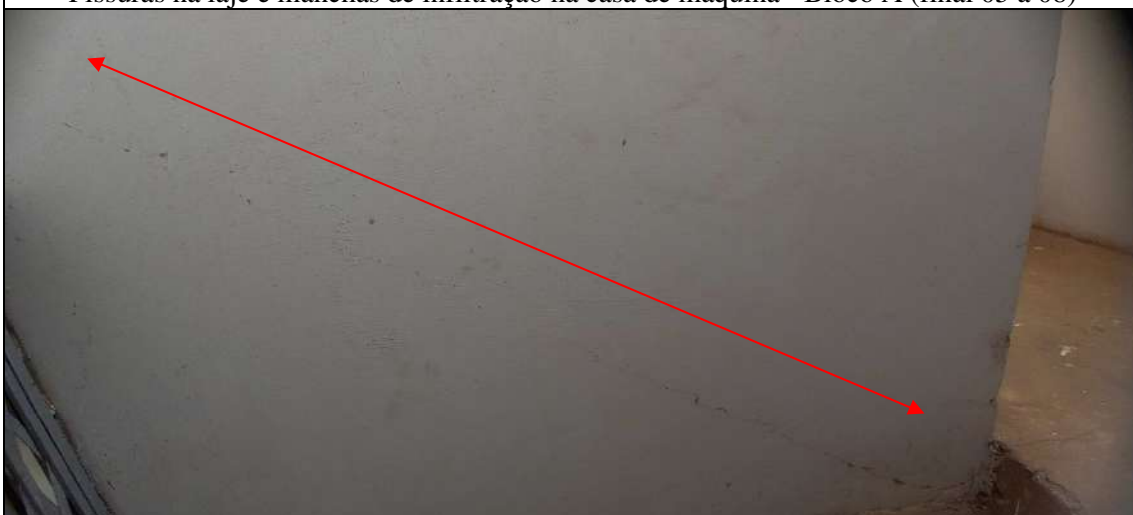
Trincas na alvenaria da casa de máquina - Bloco A (final 05 a 08) | E=0,55 mm



Fissuras na laje e manchas de infiltração na casa de máquina - Bloco A (final 05 a 08)



Fissuras na laje e manchas de infiltração na casa de máquina - Bloco A (final 05 a 08)



Fissuras na alvenaria da casa de máquina - Bloco A (final 05 a 08)



Fissuras na alvenaria e piso da casa de máquina, próximo à escada - Bloco A (final 05 a 08)



Fissuras na alvenaria da casa de máquina | E=0,3 mm - Bloco A (final 05 a 08)



Fissuras na alvenaria da casa de máquina | E=0,2 mm - Bloco A (final 05 a 08)



Trinca no piso da casa de máquina | E=0,65 mm - Bloco A (final 05 a 08)



BLOCO A – FINAL 01 A 04



Fissuras na fachada e recomposição de revestimento- Bloco A (final 01 a 04)



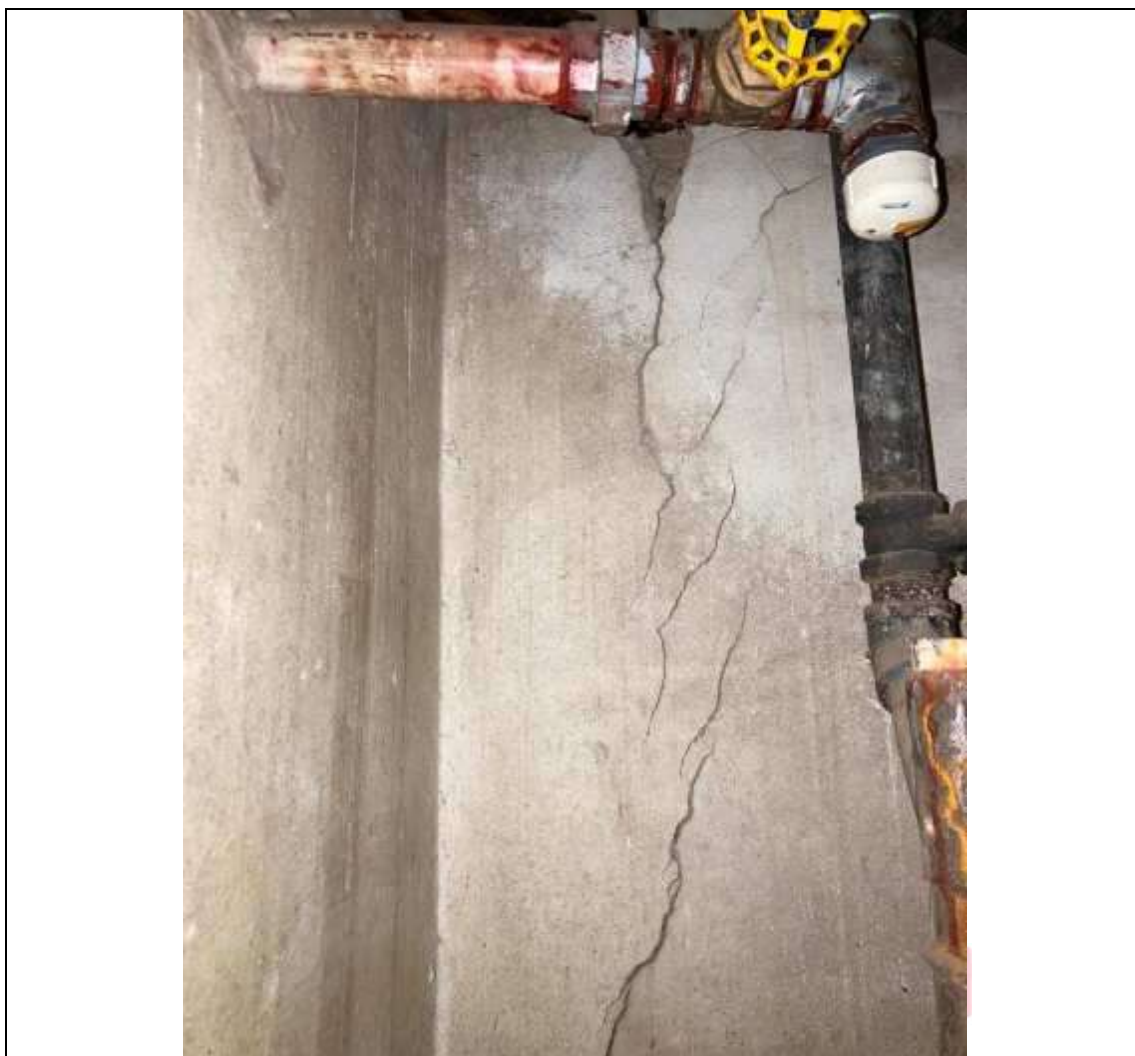
Bloco A (final 01 a 04) – Fissuras na alvenaria próximo ao bicicletário



Bloco A (final 01 a 04) - Fissuras na alvenaria próximo ao bicicletário



Bloco A (final 01 a 04) - Fissuras na alvenaria próximo ao bicicletário (interno)



Bloco A (final 01 a 04) - Fissuras na alvenaria próximo ao bicicletário (interno)



Bloco A (final 01 a 04) - Fissuras na alvenaria próximo ao bicicletário



Bloco A (final 01 a 04) - Fissuras na alvenaria próximo ao bicicletário $E=0,8$ mm



Bloco A (final 01 a 04) - Fissuras na alvenaria próximo ao bicicletário



Bloco A (final 01 a 04) - Fendas na alvenaria próximo ao bicicletário



Bloco A (final 01 a 04) - Fendas na alvenaria próximo ao bicicletário



Bloco A (final 01 a 04) - Fissuras na alvenaria - hall de elevador 6º pavimento



Bloco A (final 01 a 04) - Fissuras na alvenaria - hall de elevador 5º pavimento

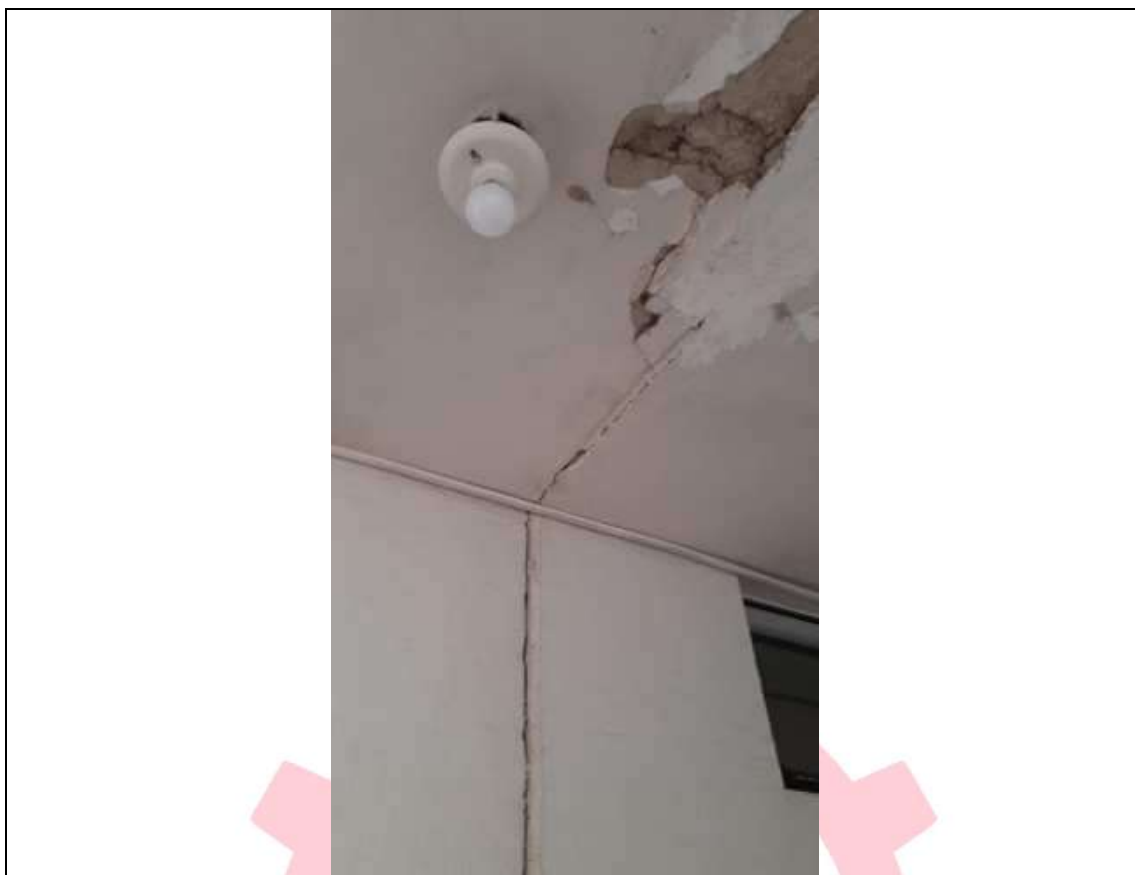


Bloco A (final 01 a 04) - Fissuras na alvenaria - hall de elevador 4º pavimento



4º Pavimento Bloco A (Apto 403): Fissuras no banheiro social





4º Pavimento Bloco A (Apto 403): Fissuras externas ao banheiro social (lado oposto da imagem anterior)



Bloco A (final 01 a 04) - Fissuras na alvenaria - hall de elevador 1º pavimento



Bloco E (Apto 105) - Fissuras na alvenaria do banheiro social



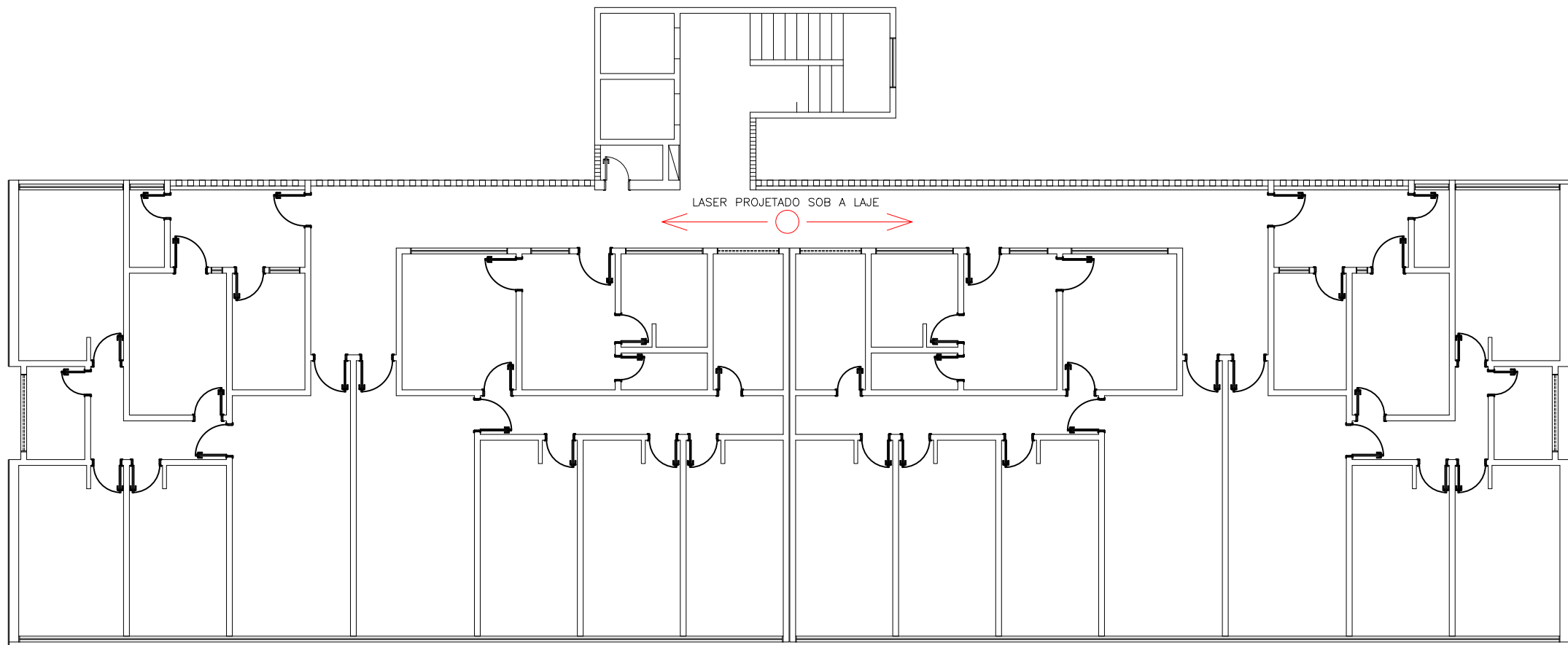


7.3. Desaprumo

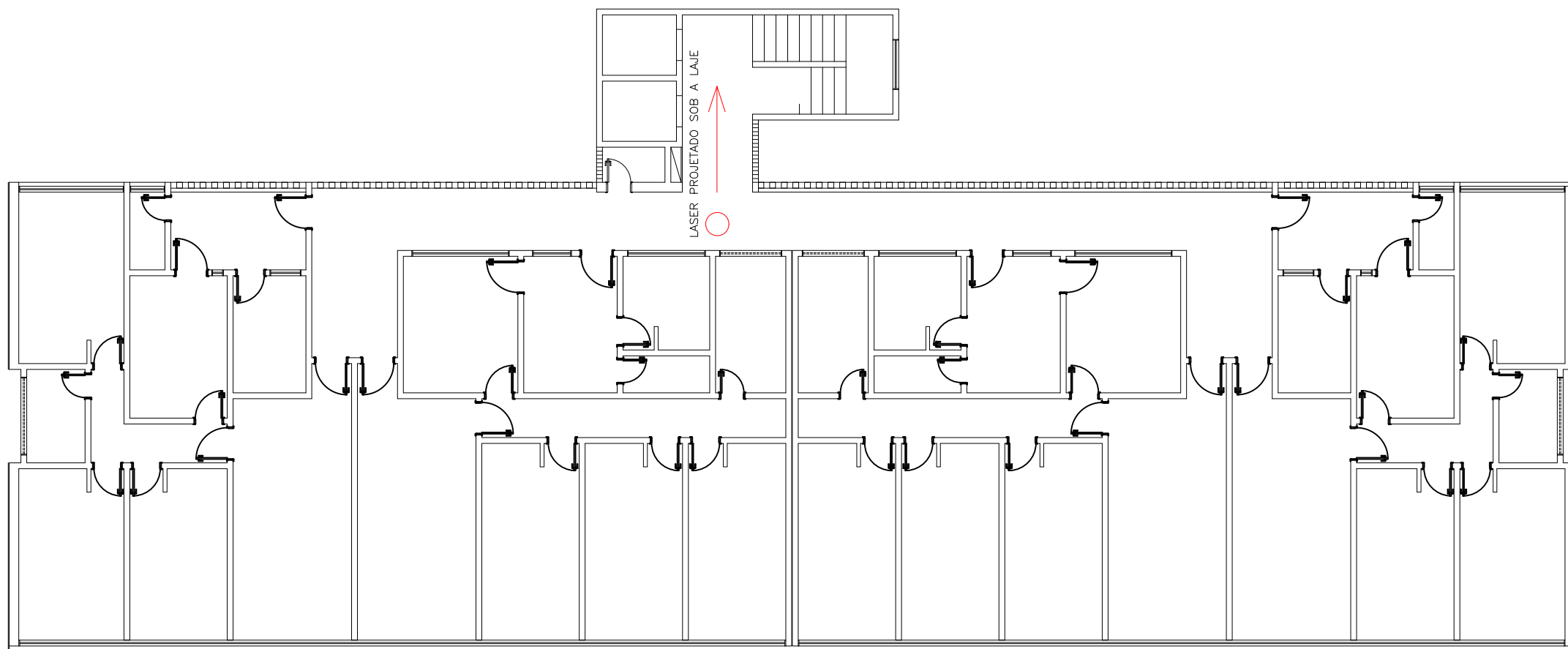
O desaprumo de edifícios é uma patologia que pode se originar devido ao recalque diferencial das fundações. Além de afetar o caráter estético, a inclinação das construções também contribui para o acréscimo de cargas na estrutura, que por sua vez é transmitida para as fundações, podendo ocasionar um aumento significativo no recalque já existente, podendo atingir valores que ocasionam o colapso do edifício.

Para estimar o desaprumo foi utilizado um laser, posicionado rente à laje e projetado na alvenaria, eliminando as possibilidades de desnível de contrapiso. Após a projeção da luz, foi aferido a diferença entre a face inferior da laje e a projeção do laser. Essa diferença de nivelamento é um indicativo do sentido do recalque distorcional sofrido pela estrutura. Em todos os pavimentos a instrumentação foi posicionada no mesmo ponto, de forma que o laser fosse projetado para duas alvenarias em sentidos ortogonais, conforme o esquema a seguir:





SENTIDO DO EIXO DE MEDIÇÃO
DO DESAPRUMO



SENTIDO DO EIXO DE MEDIÇÃO
DO DESAPRUMO

JUNTA DE DILATAÇÃO
BLOCO E 01 A 04 BLOCO E 05 A 08

JUNTA DE DILATAÇÃO
BLOCO E BLOCO A

INCLINAÇÃO -0,23°

ESPAÇAMENTO ENTRE JUNTAS 80 mm

BLOCO A 01 A 04 BLOCO A 05 A 08

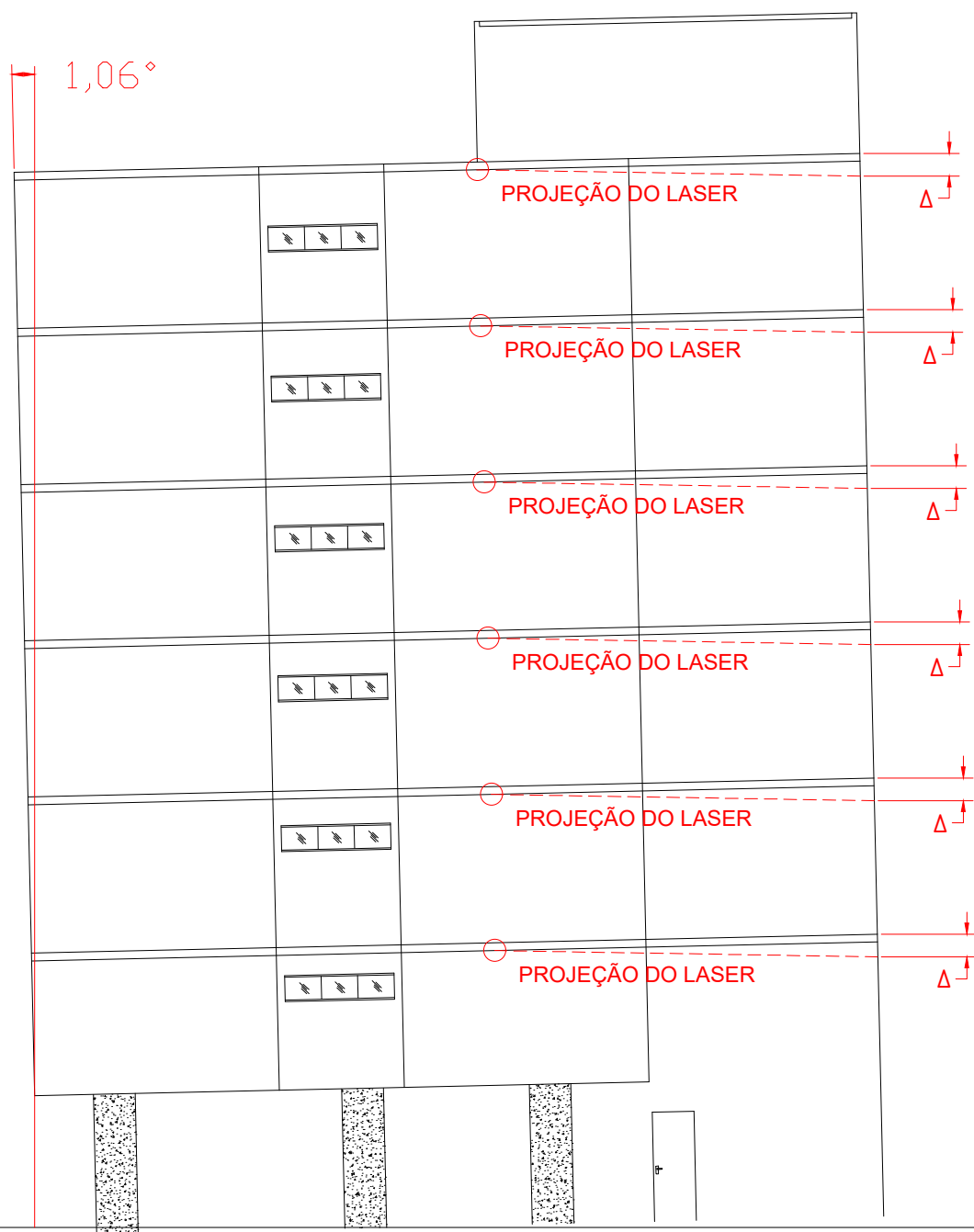
JUNTA DE DILATAÇÃO
BLOCO A

6,5 cm

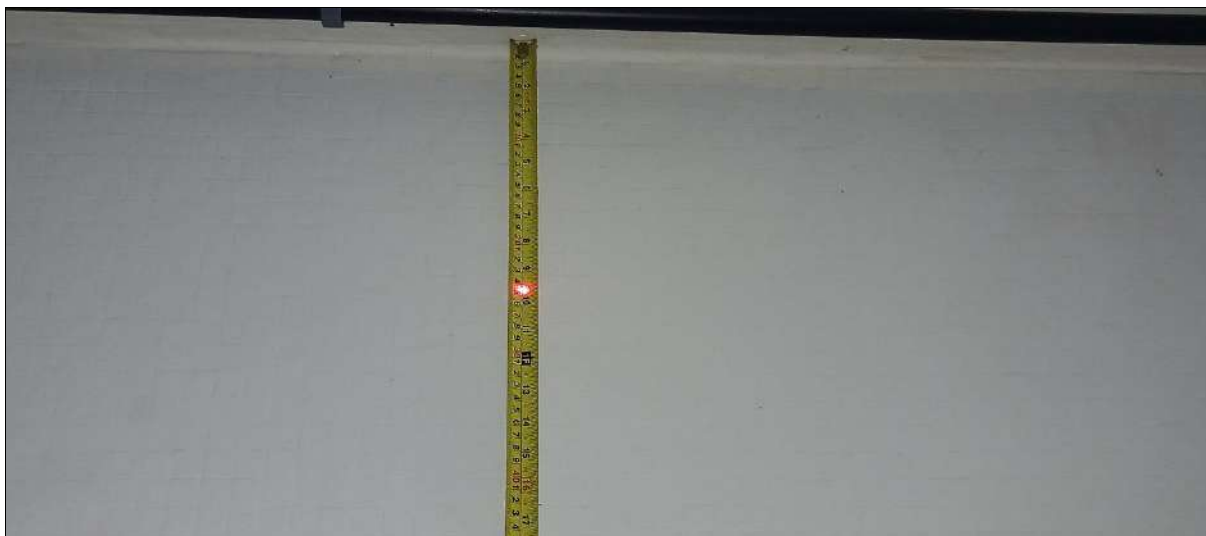
PROJEÇÃO DO LASER

PROJEÇÃO DO LASER

SENTIDO DO EIXO DE MEDIÇÃO
DO DESAPRUMO



SENTIDO DO EIXO DE MEDIÇÃO
DO DESAPRUMO



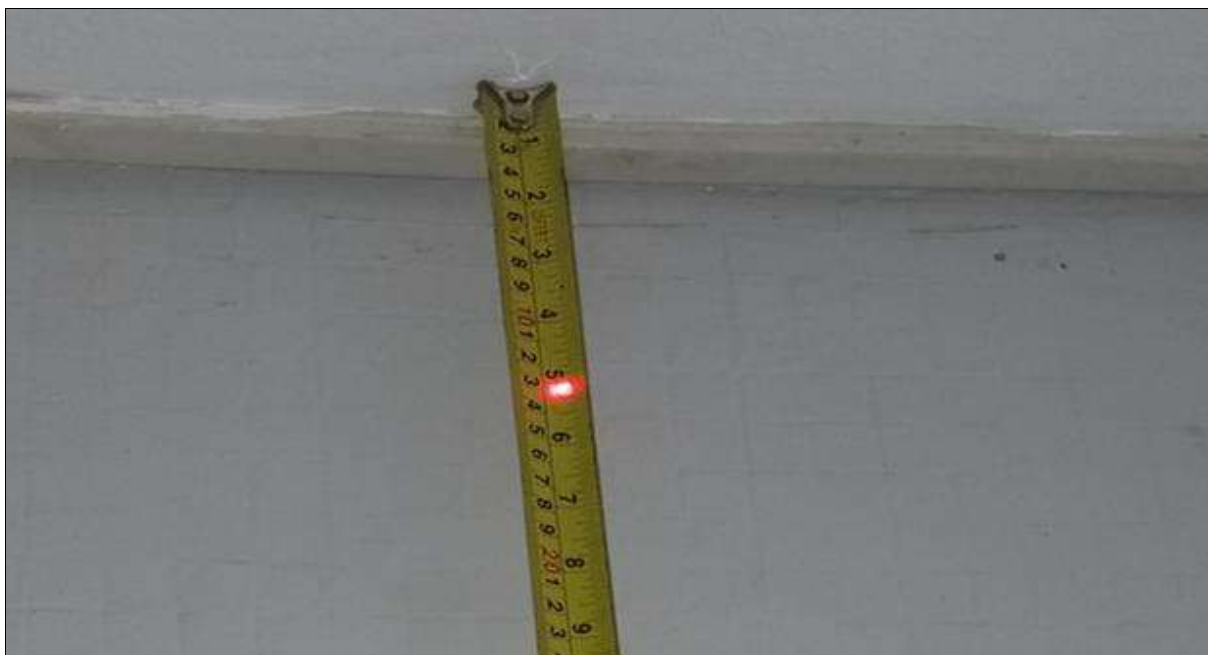
1º Pavimento $\Delta=24,5$ cm



1º Pavimento $\Delta = 0$ cm



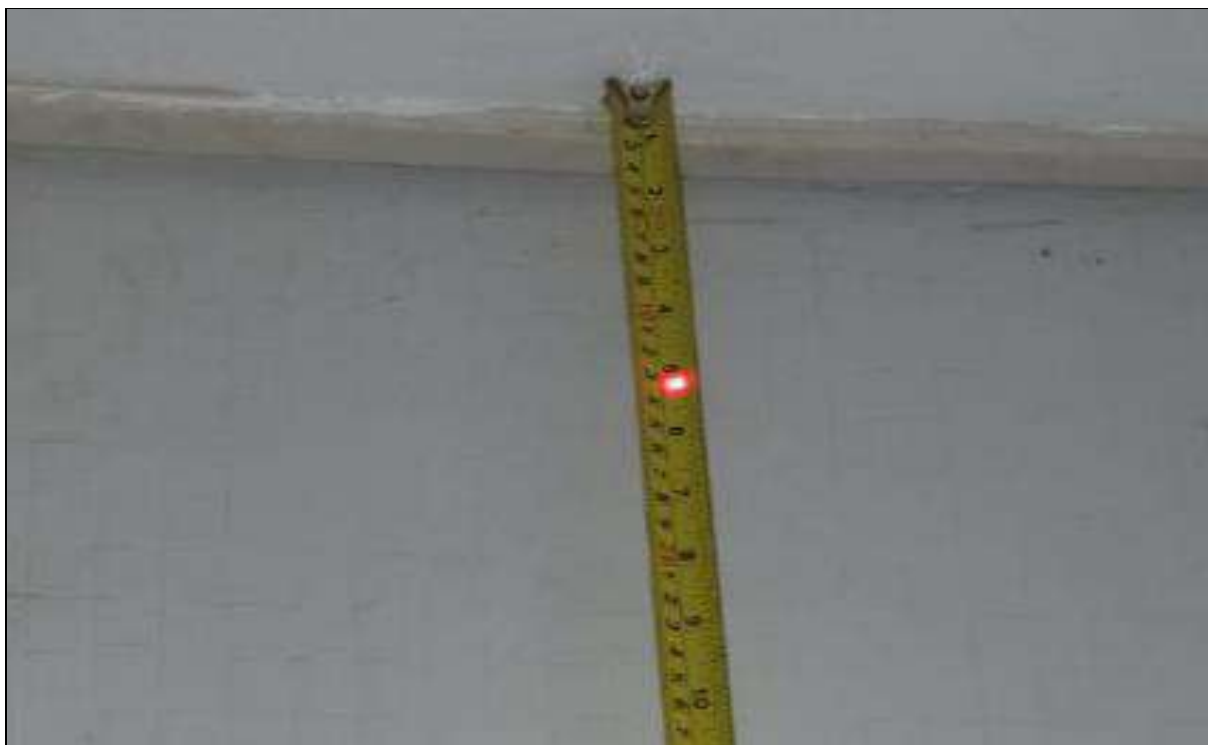
2º Pavimento $\Delta = 16,8$ cm



2º Pavimento $\Delta = 13,0$ cm



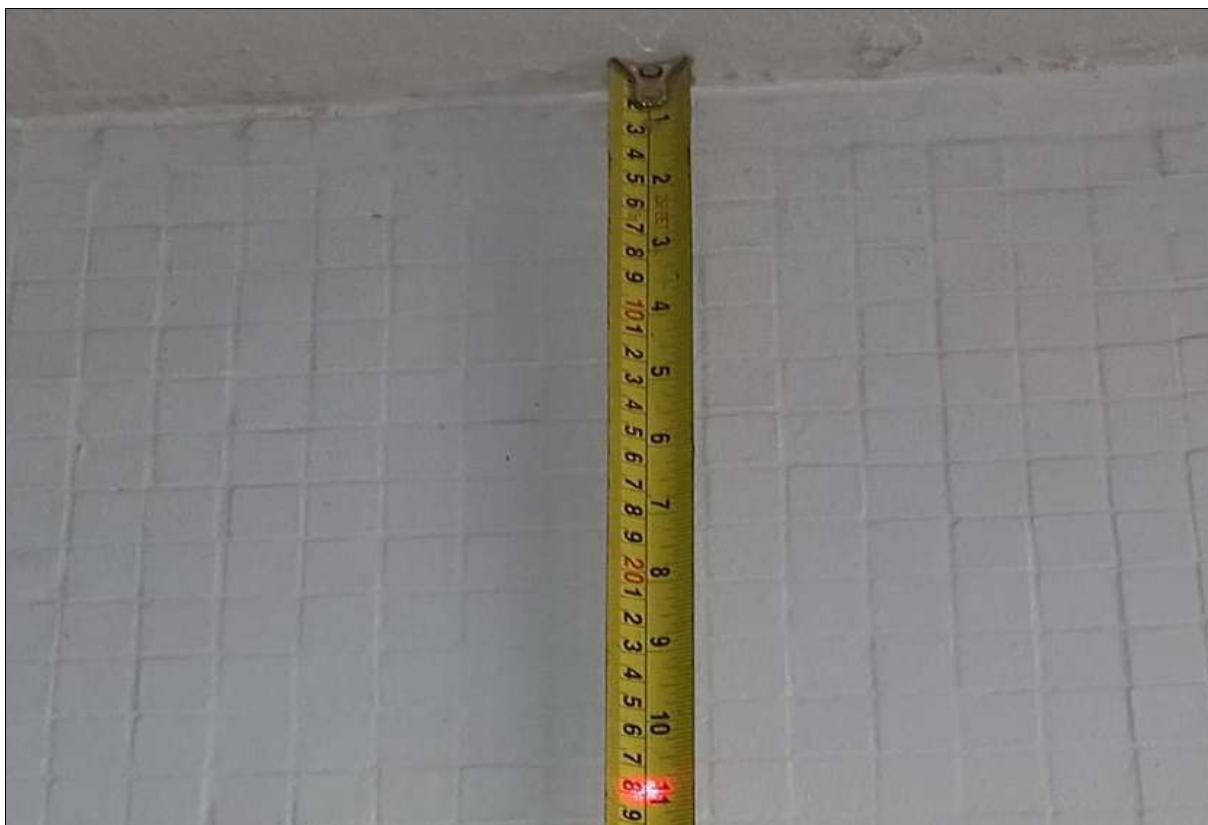
3º Pavimento $\Delta = 0$



3º Pavimento $\Delta = 13,2$



3º Pavimento elevador $\Delta = 25,5$ cm



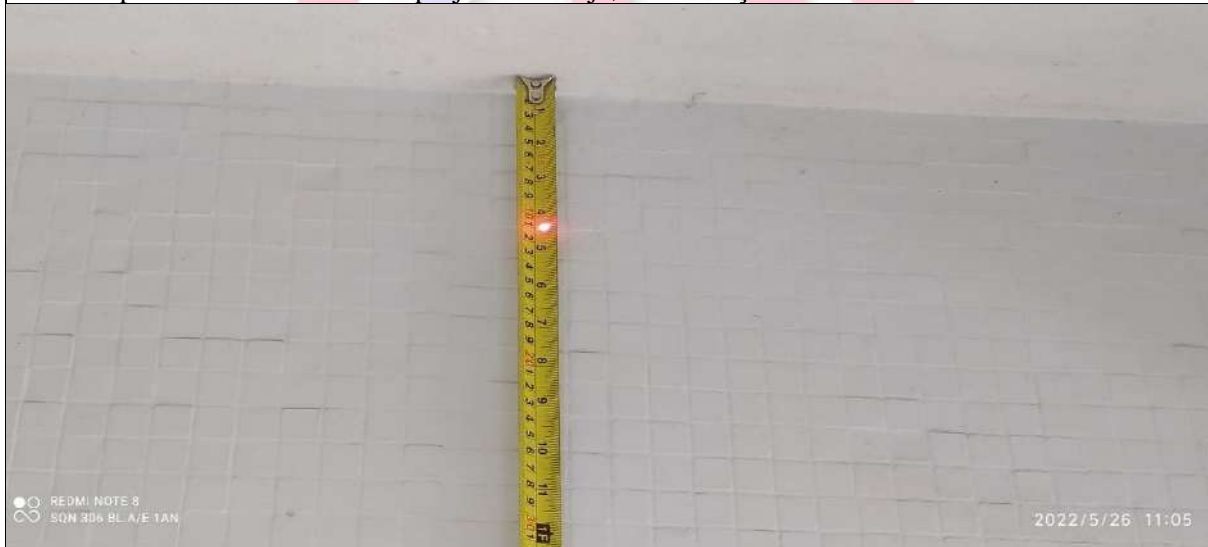
4º pavimento $\Delta = 28,0$ cm



4º pavimento $\Delta = 21,6$ cm



4º pavimento $\Delta = 0$ Laser é projetado na laje, não alcança a alvenaria: não retilinearidade



5º pavimento $\Delta = 11,0$ cm



5º pavimento $\Delta = 17,5$ cm



6º pavimento $\Delta = 15,0$ cm



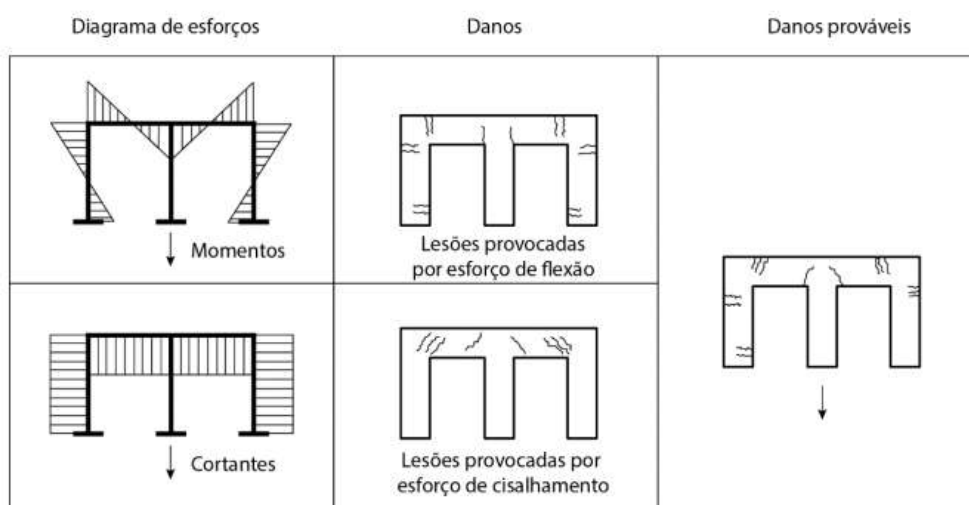
6º pavimento $\Delta = 8,7$ cm

7.4. Estrutura

Segundo Berberian (2001), em estruturas similares, as tolerâncias às deformações não são obrigatoriamente as mesmas. O agravamento do processo de recalques tende a fazer com que as fissuras progridam das paredes para as vigas, rompendo-as. Em seguida seguem para as barras de aço, estriccionando-as e rompendo-as. Vale observar que em estruturas muito rígidas elas podem tombar como um todo sem, entretanto, apresentar um quadro considerável de fissuração.

Fissuras em estruturas de concreto por recalque de pilar central

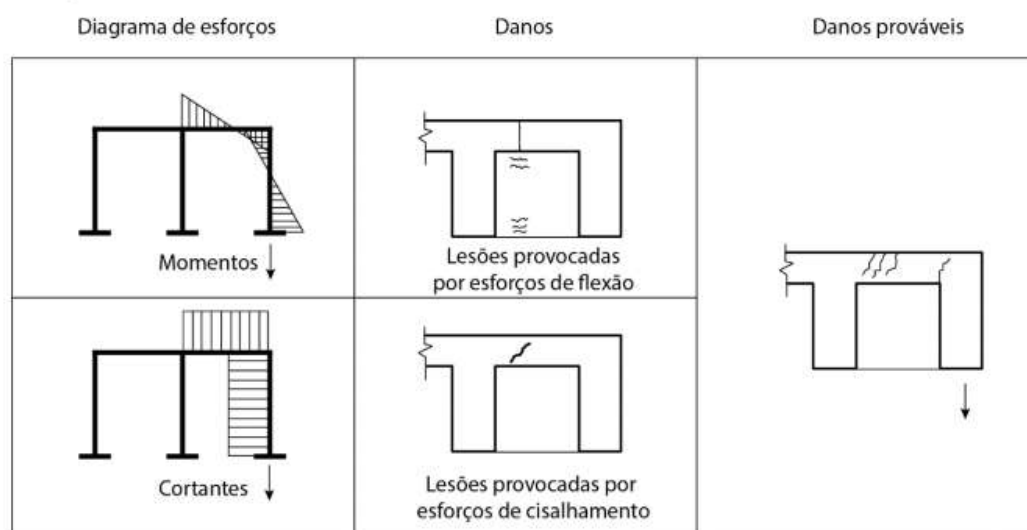
Recalque Central



Fonte: adaptado (MILITITSKY, CONSOLI e SCHNAID, 2008).

Fissuras por recalque de pilar de extremidade

Recalque na extremidade



Fonte: adaptado (MILITITSKY, CONSOLI e SCHNAID, 2008).



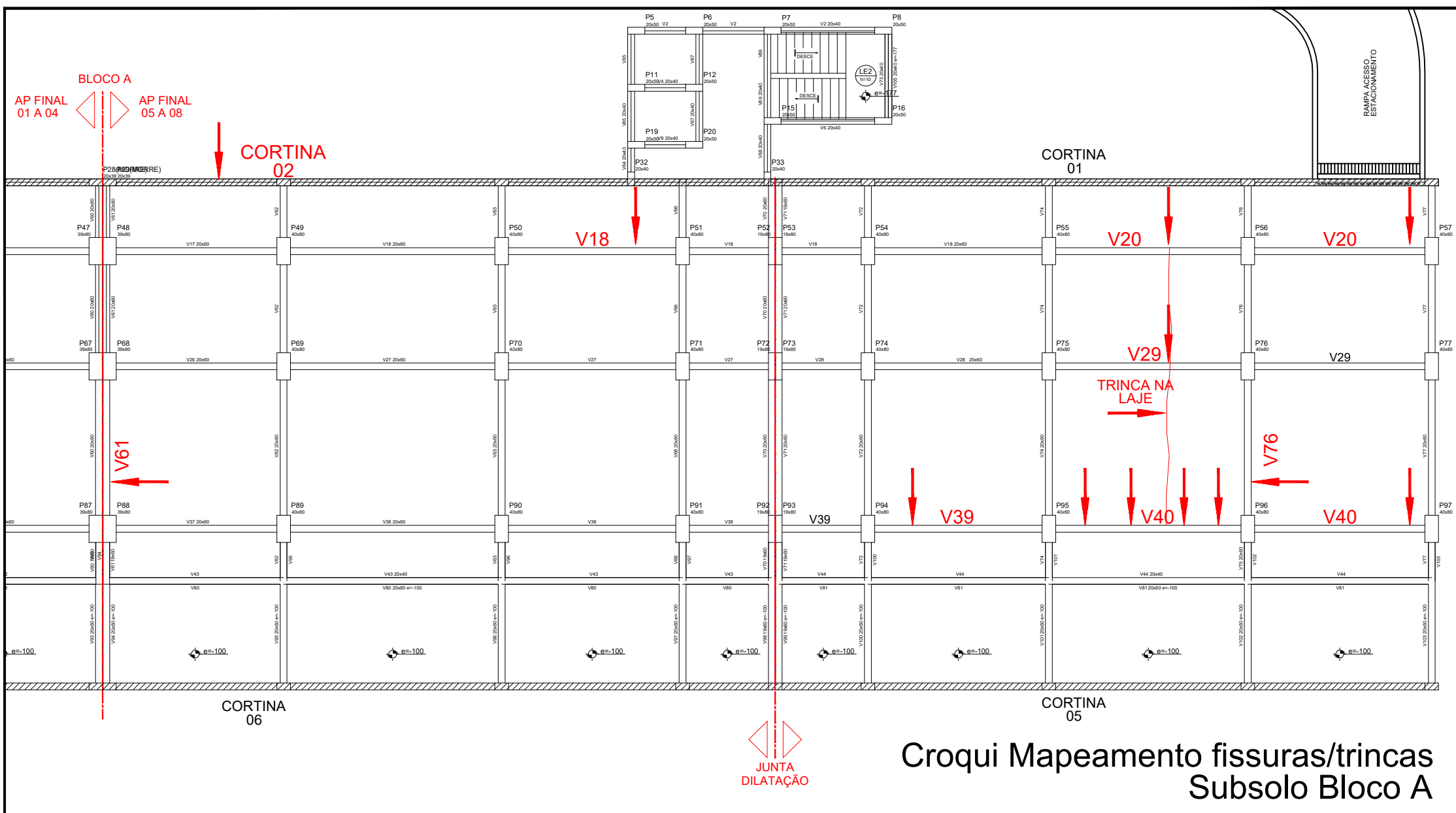
A formação de fissuras ocorre pelo recalque diferencial do edifício e a estrutura tenta reagir, distribuindo - face a sua rigidez - mais carga para as partes da construção que menos recalçaram. Tal redistribuição das cargas provoca trações e cisalhamentos na estrutura, que, ultrapassando a resistência dos materiais, ocasionam fissuras. Essas, por sua vez, diminuem a rigidez da construção, que passa a experimentar maiores recalques diferenciais, gerando-se uma redistribuição das tensões de contato, até que, rompido o novo estado de equilíbrio, novas fissuras se produzem e assim por diante.

Em estruturas rígidas, como no edifício SQN bloco AE, as fissuras representam instabilidade para a construção, uma vez que podem destruir o conjunto estático previsto e conduzir a solicitações na estrutura muito maiores do que as calculadas, com perigo de colapso da construção. No caso de fissuras devidas a recalques, elas tendem a se estabilizar caso se trate de adensamento do solo, mas é muito mais perigosa a hipótese de escoamento ou colapso do solo, em que tal estabilização não se dá, pois ocorre em solos colapsáveis.

7.4.1. Fissuração em elementos de concreto armado

Foi constatado a fissuração em elementos estruturais, principalmente em vigas e o monitoramento das fissuras e trincas na estrutura foram feitos com lâminas de vidro ancoradas nos elementos estruturais com cola PUR (cola de poliuretano) nas vigas do subsolo. É um material frágil e quebradiço, de modo a não resistir ao nível de tensões, rompendo -se e, muitas vezes, destacando -se do substrato. Tal fato evidencia o agravamento do processo de recalque e deste modo há de se enfatizar a importância do monitoramento das vigas frente à alvenaria.

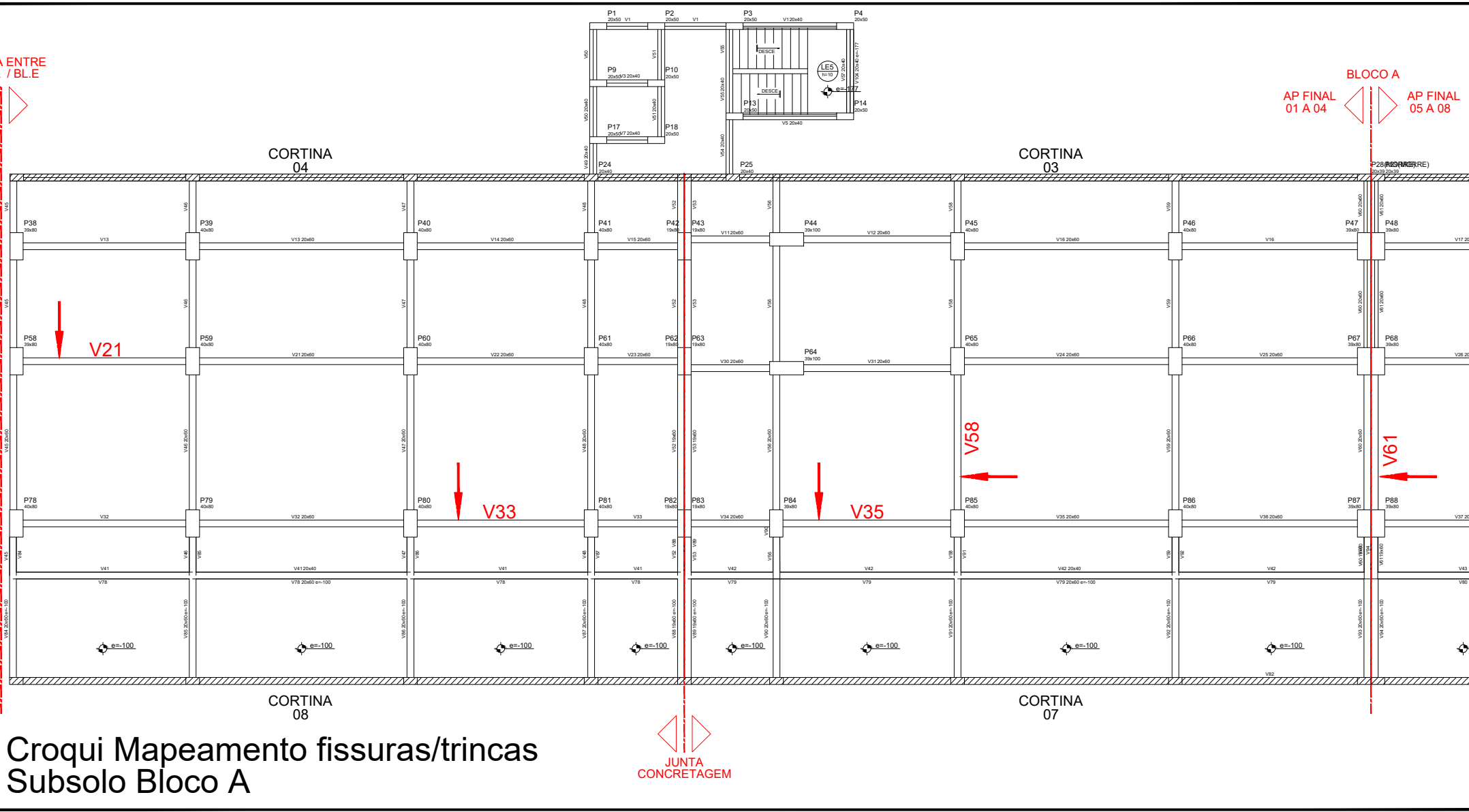
As principais trincas/fissuras e rachaduras foram catalogadas e aferidas por meio de um fissurômetro para abertura até 3,0 mm e paquímetro digital, para aberturas maiores que estas, ou seja, rachaduras e fendas. O croqui de mapeamento das manifestações patológicas indica a localização das principais aberturas.



JUNTA ENTRE
BL. A / BL.E



BLOCO A
AP FINAL
01 A 04 AP FINAL
05 A 08



Croqui Mapeamento fissuras/trincas
Subsolo Bloco A

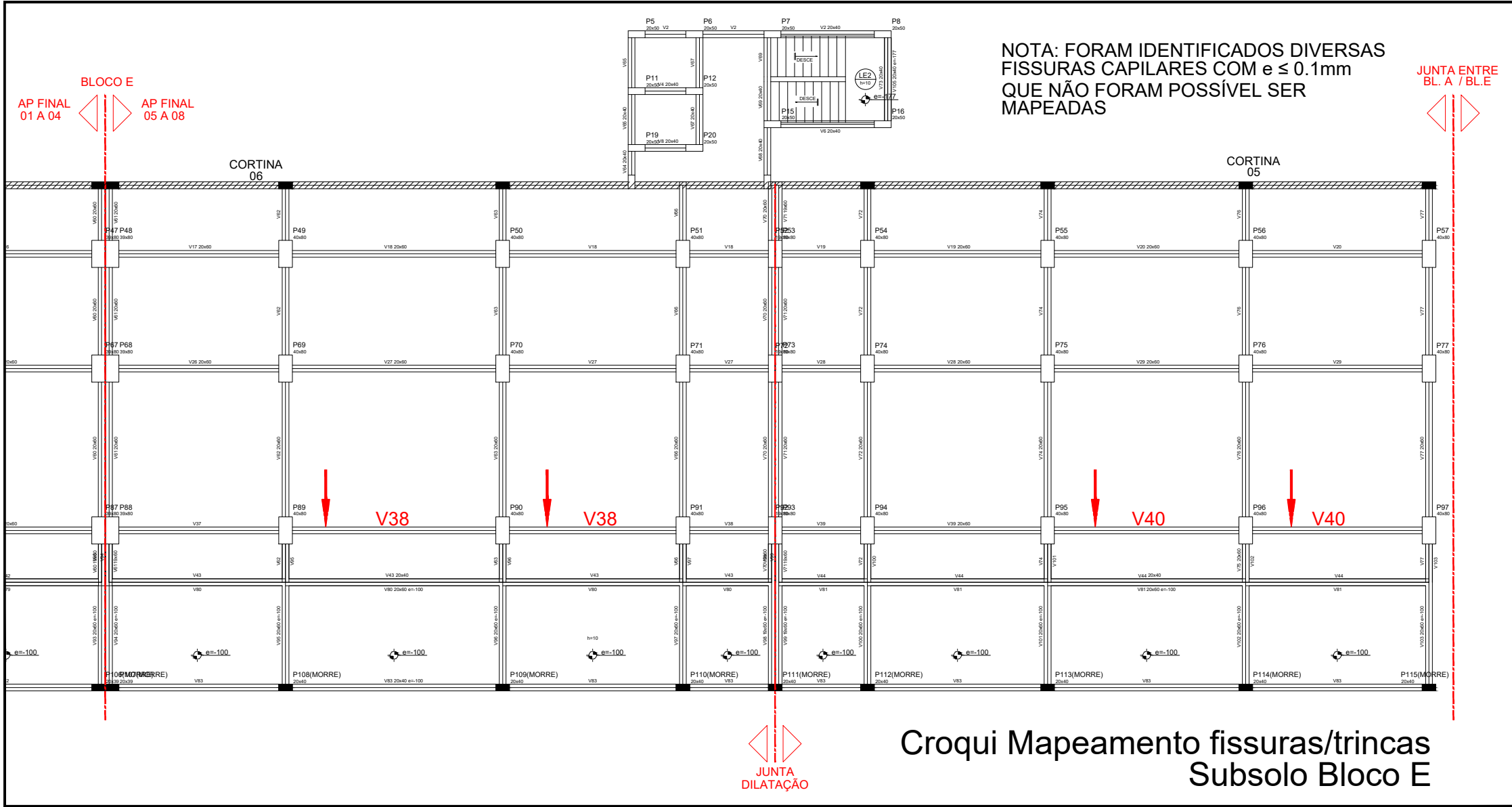
BLOCO E

AP FINAL
01 A 04

AP FINAL
05 A 08

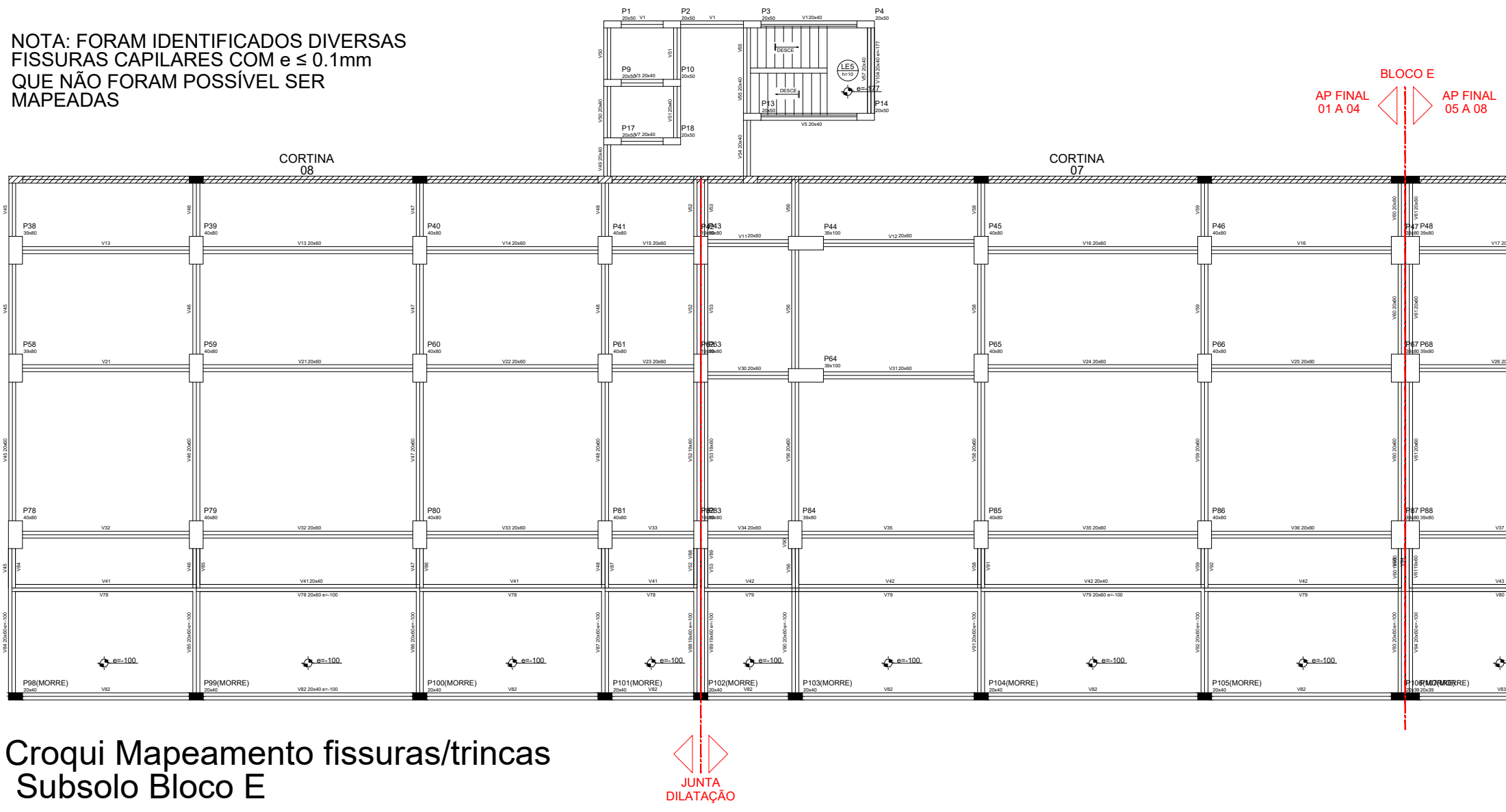
NOTA: FORAM IDENTIFICADOS DIVERSAS
FISSURAS CAPILARES COM $e \leq 0.1\text{mm}$
QUE NÃO FORAM POSSÍVEL SER
MAPEADAS

JUNTA ENTRE
BL. A / BL.E



Croqui Mapeamento fissuras/trincas
Subsolo Bloco E

NOTA: FORAM IDENTIFICADOS DIVERSAS
FISSURAS CAPILARES COM $e \leq 0.1\text{mm}$
QUE NÃO FORAM POSSÍVEL SER
MAPEADAS



Croqui Mapeamento fissuras/trincas
Subsolo Bloco E



Fissuras na Viga V40: pelo menos 3 pontos de fissuração – Subsolo Bloco A



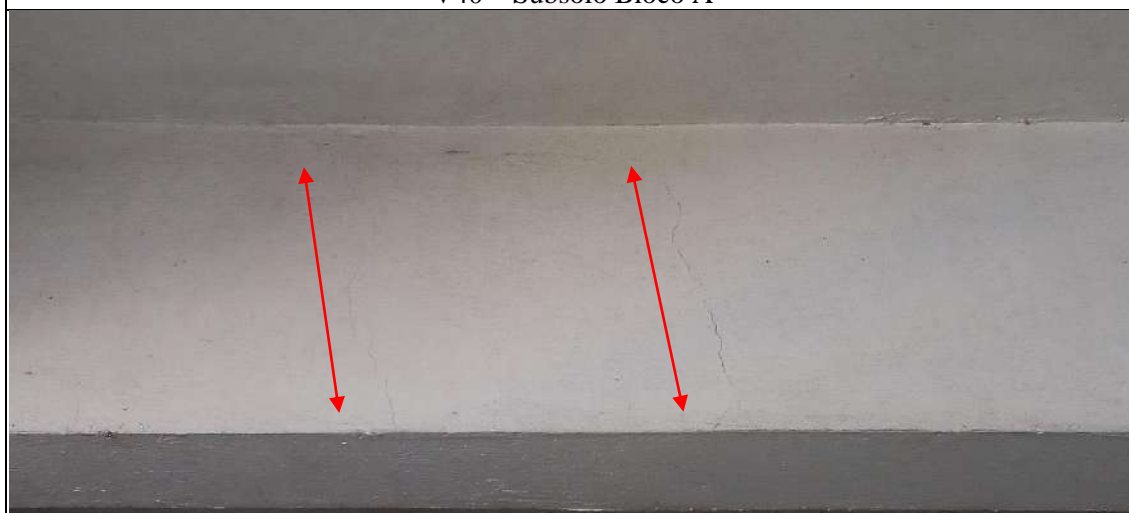
V40 – Subsolo Bloco A | E=0,35 mm



V40 – Subsolo Bloco A | E=0,2 mm



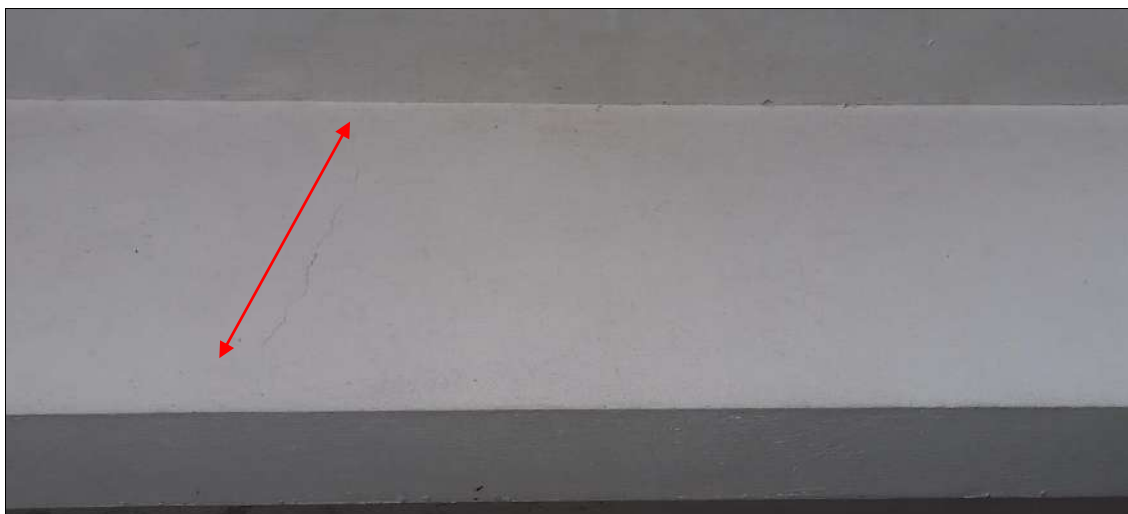
V40 – Subsolo Bloco A



V40 – Subsolo Bloco A



V40 – Subsolo Bloco A: Instalação de lamínulas de vidro



V40 – Subsolo Bloco A



V40 – Subsolo Bloco A | E= 0,15 mm



V40 – Subsolo Bloco A: Instalação de lamínulas de vidro



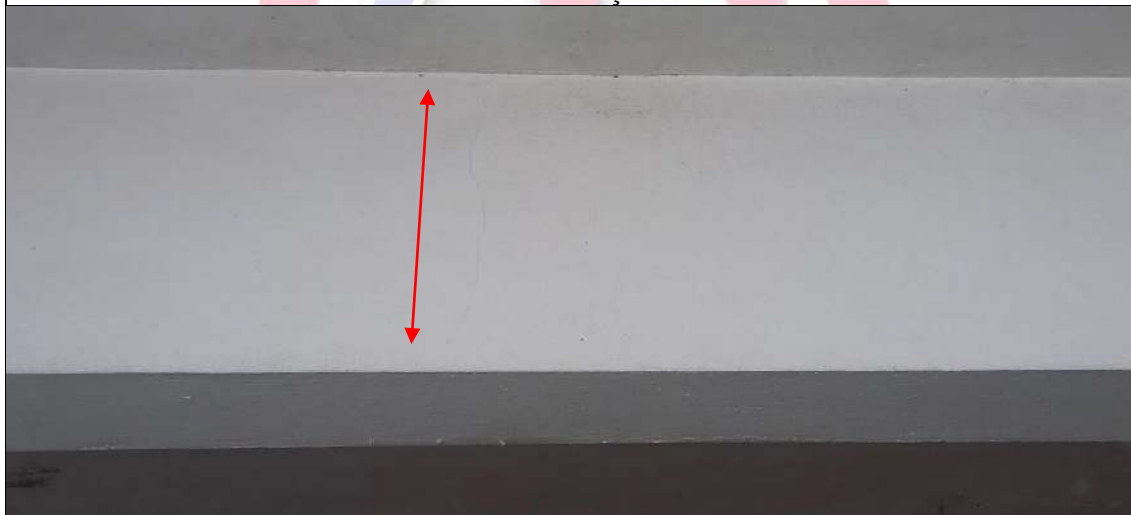
V40 – Subsolo Bloco A



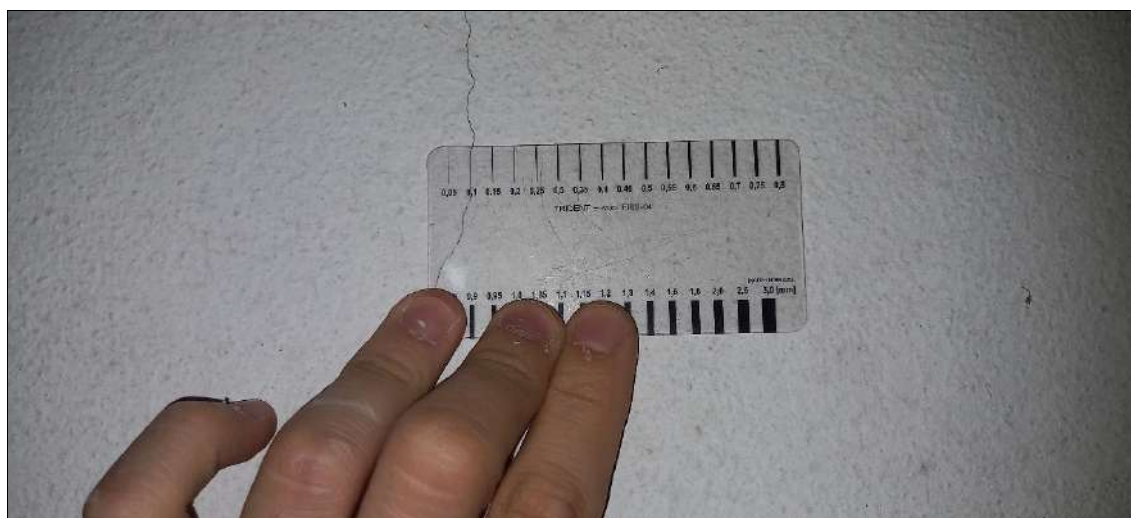
V40 – Subsolo Bloco A | E= 0,35 mm



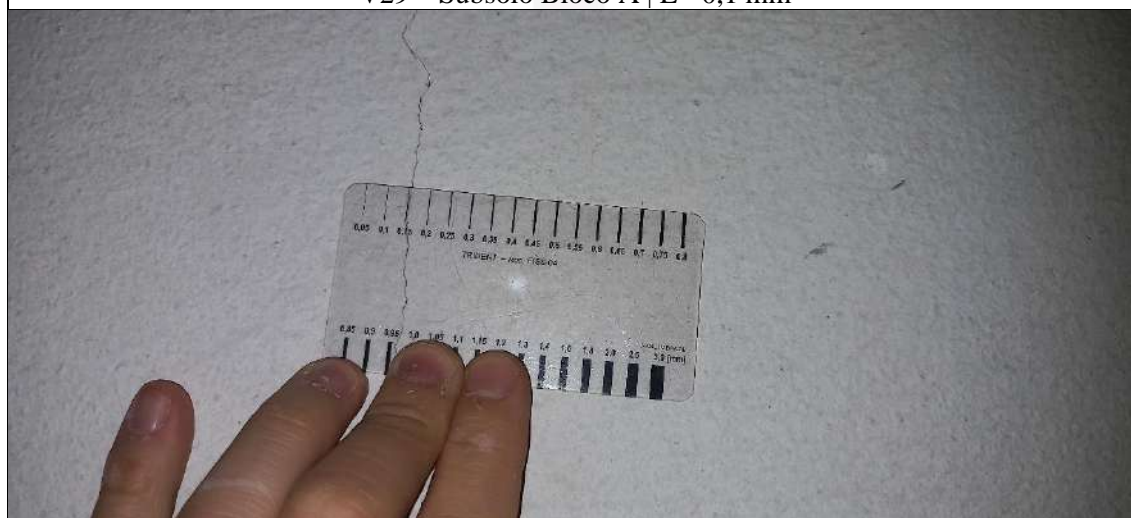
V40 – Subsolo Bloco A: Instalação de lamínulas de vidro



V29 – Subsolo Bloco A



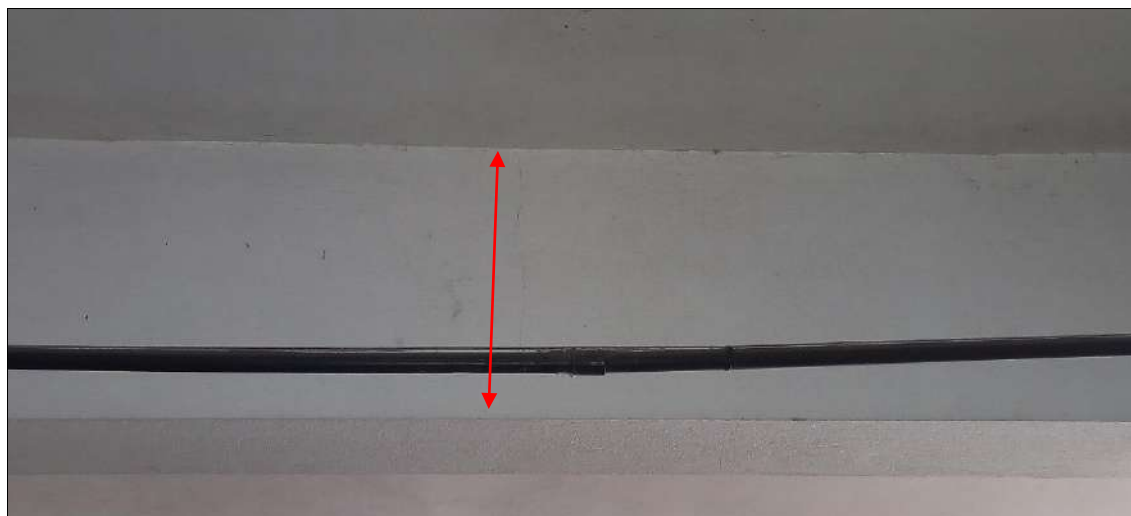
V29 – Subsolo Bloco A | E= 0,1 mm



V29 – Subsolo Bloco A | E= 0,15 mm



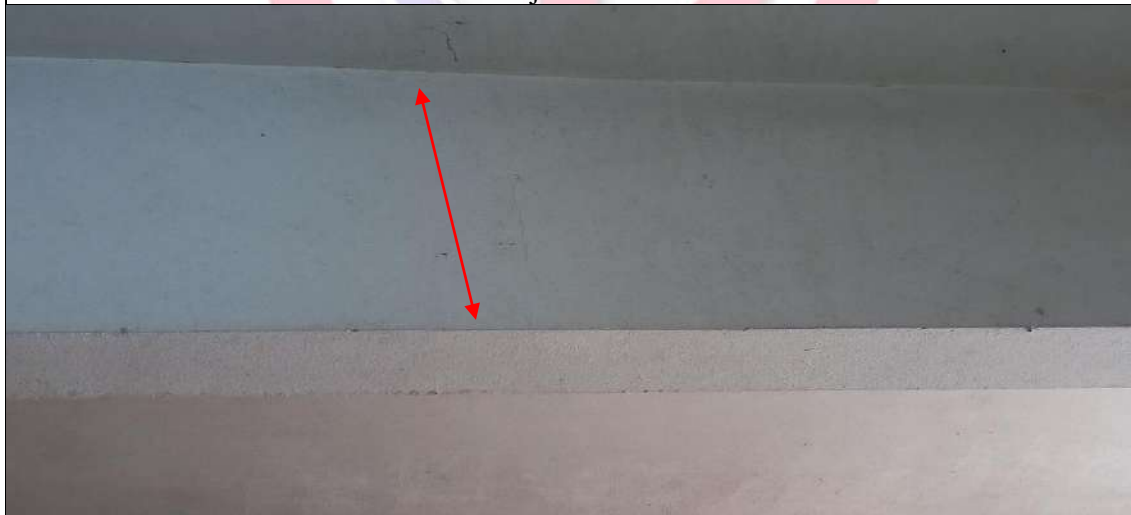
V29 – Subsolo Bloco A: Instalação de laminulas de vidro



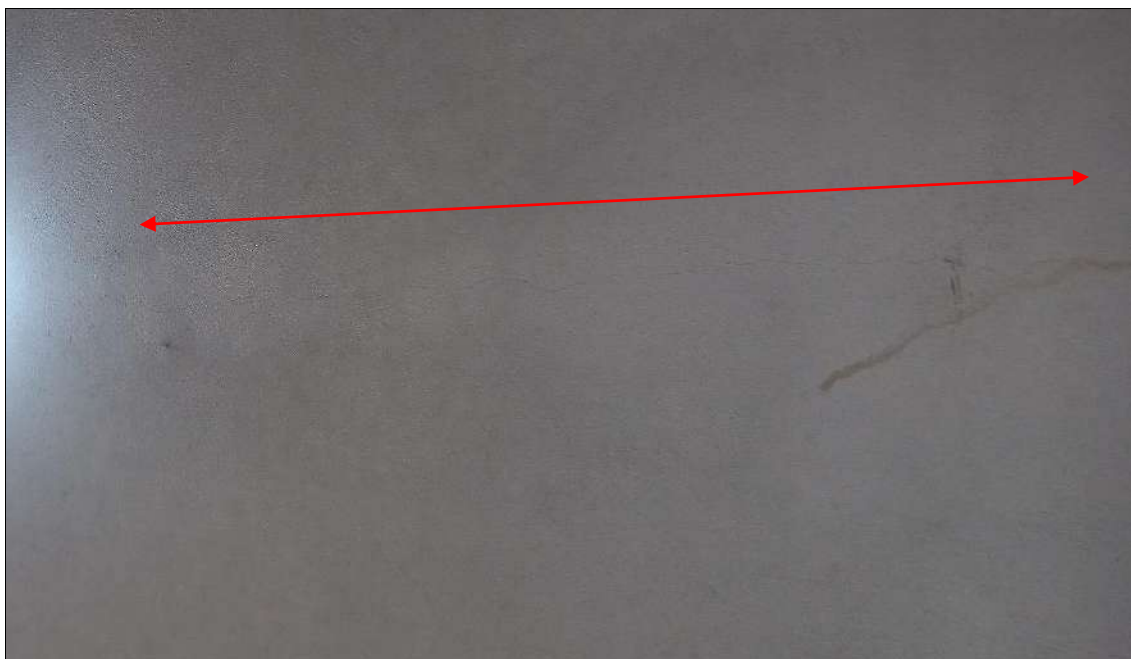
V29 – Subsolo Bloco A



Trinca na laje entre V29 e V40



V20 – Subsolo Bloco A



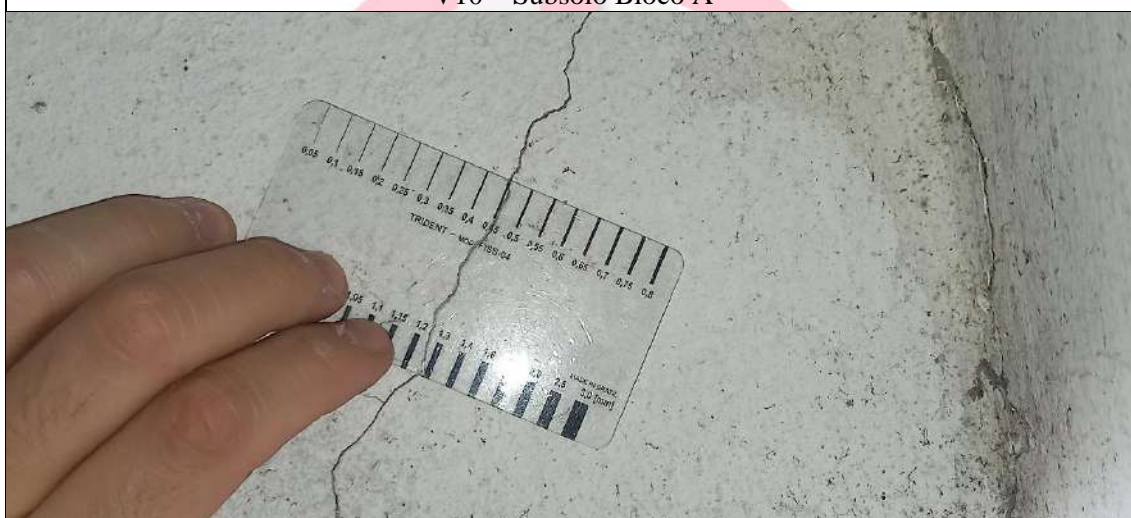
Trinca na laje entre V20 e V29



V10 – Subsolo Bloco A



V10 – Subsolo Bloco A



V10 – Subsolo Bloco A | E= 0,45 mm



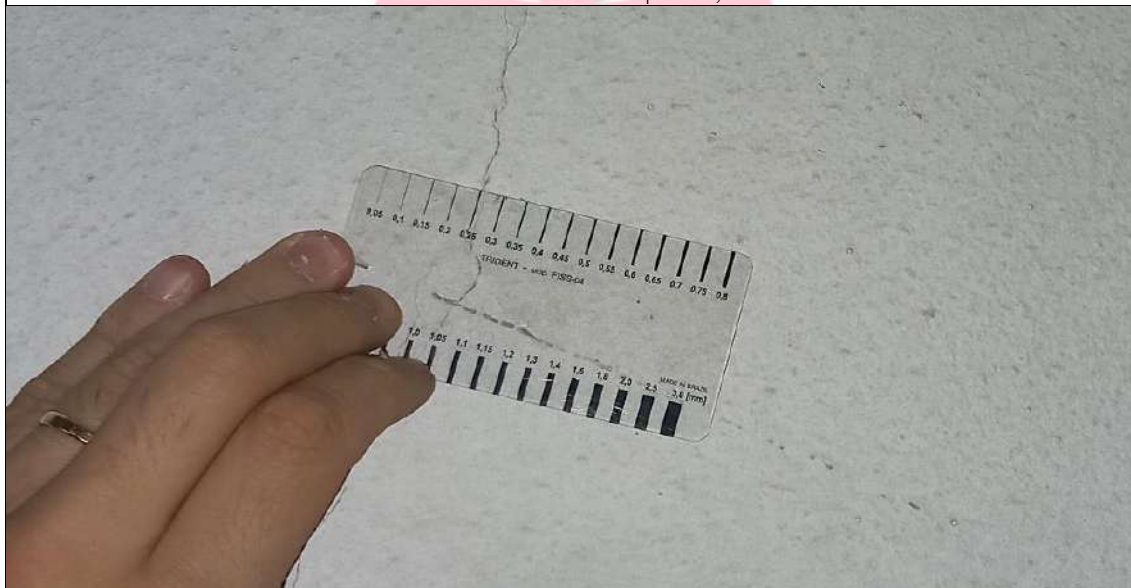
V39 – Subsolo Bloco A



V39 – Subsolo Bloco A



V39 – Subsolo Bloco A | E= 0,3 mm



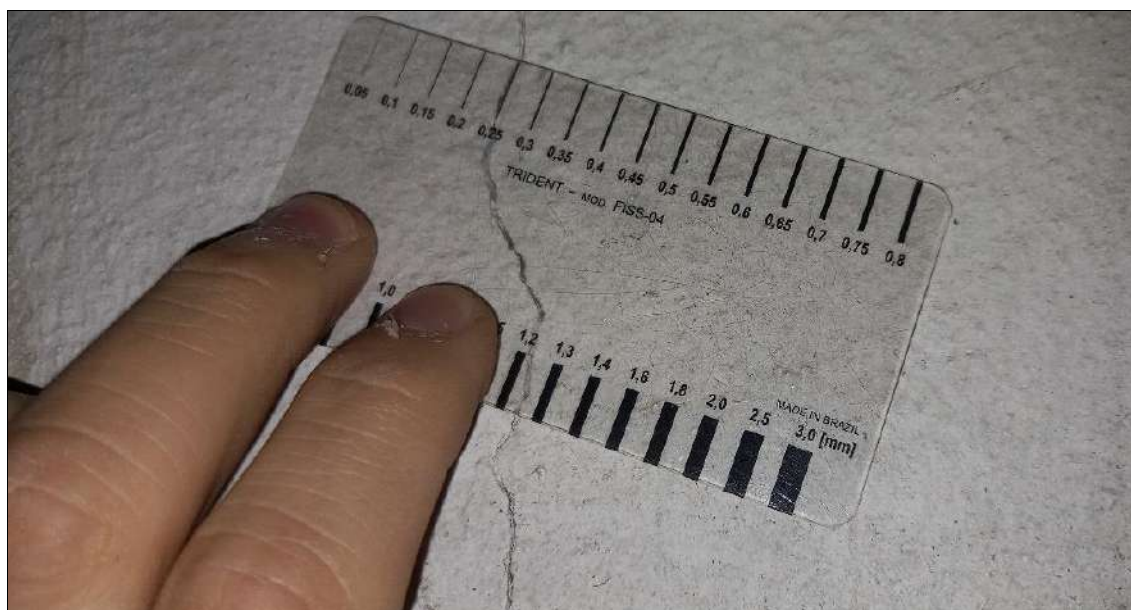
V39 – Subsolo Bloco A | E= 0,25 mm



V39 – Subsolo Bloco A: Instalação de lamínulas de vidro



V76 Fissuração vista nas 3 faces da viga – Subsolo Bloco A



V76 – Subsolo Bloco A | E= 0,25 mm



V76 – Subsolo Bloco A | E= 0,3 mm



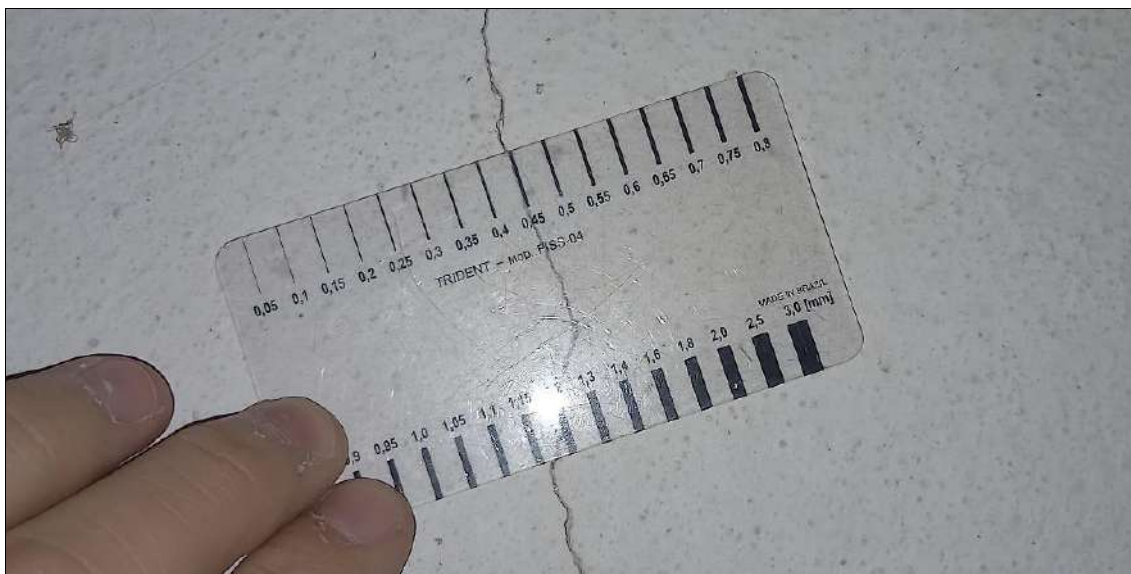
V76 Fissuração vista nas 3 faces da viga – Subsolo Bloco A



V76 – Subsolo Bloco A: Instalação de lamínulas de vidro



V18 – Subsolo Bloco A



V18 – Subsolo Bloco A | E= 0,45 mm



V18 – Subsolo Bloco A: Instalação de lamínulas de vidro



Fissuração na laje próximo a V18



V61 – Subsolo Bloco A



V61 – Subsolo Bloco A | E= 0,35 mm



V61 – Subsolo Bloco A: Instalação de lamínulas de vidro



V58 – Fissuração nas 3 faces da viga - Subsolo Bloco A



V58 – Subsolo Bloco A



V58 – Subsolo Bloco A | E= 0,45 mm



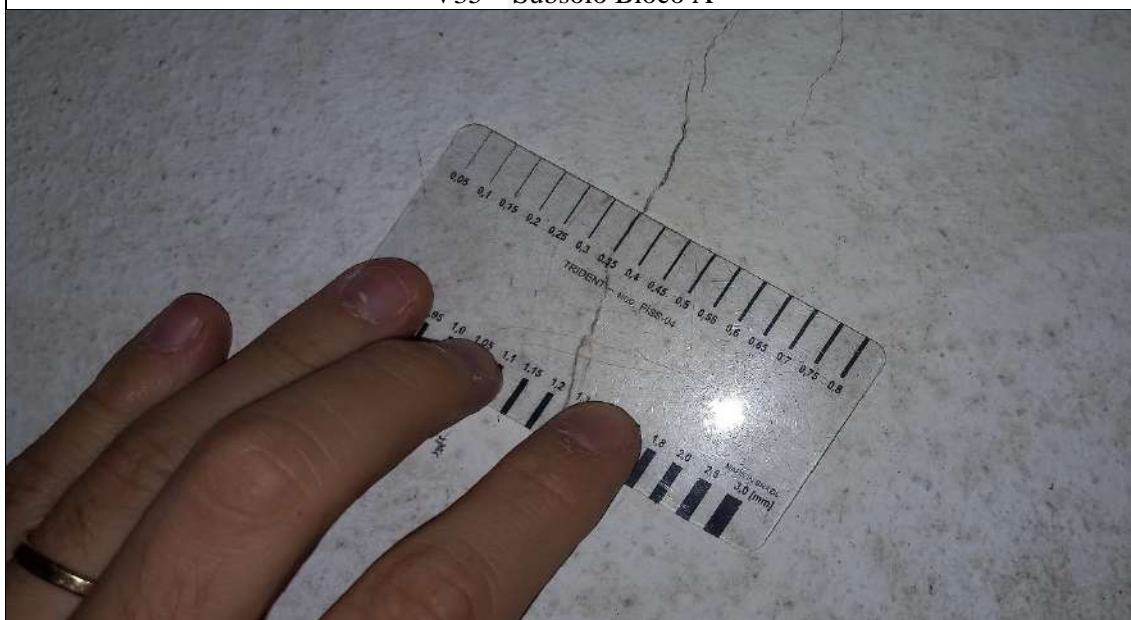
V58 – Subsolo Bloco A | E= 0,85 mm



V58 – Subsolo Bloco A: Instalação de lamínulas de vidro



V35 – Subsolo Bloco A



V35 – Subsolo Bloco A | E= 0,35 mm



V35 – Subsolo Bloco A



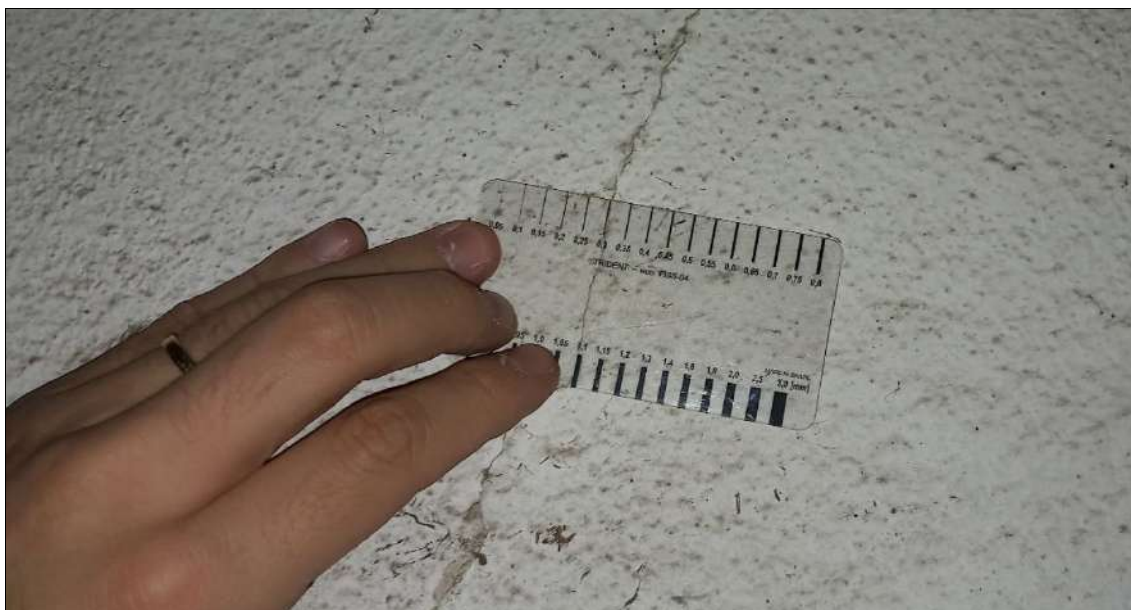
V35 – Subsolo Bloco A



V35 – Subsolo Bloco A



V33 – Subsolo Bloco A



V33 – Subsolo Bloco A | E=0,3 mm



V33 – Subsolo Bloco A: Instalação de lamínulas de vidro



V40 – Subsolo Bloco A | E=0,2 mm



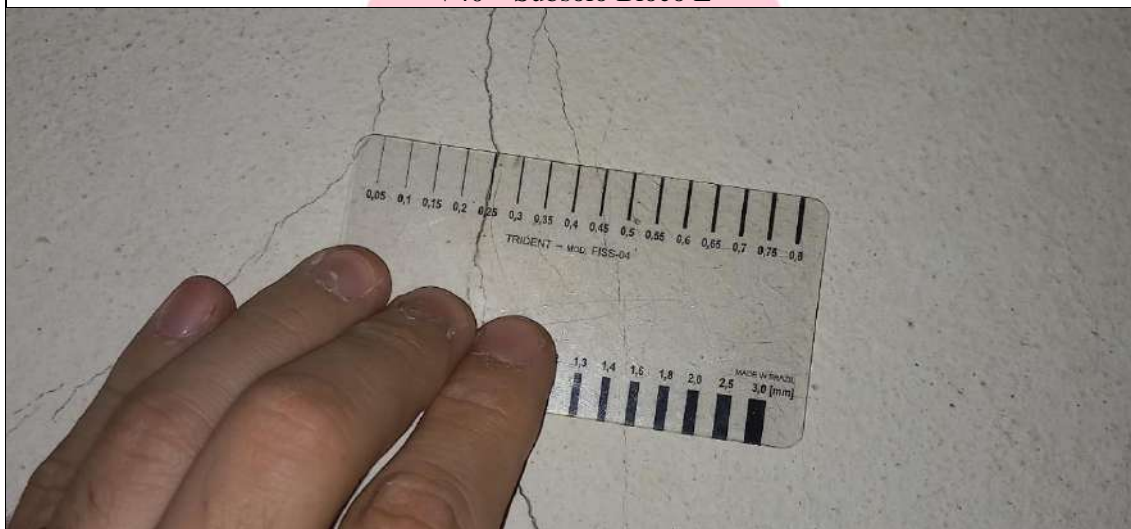
V40 – Subsolo Bloco A: Instalação de lamínulas de vidro



V21 – possível fissuração por carbonatação - Subsolo Bloco E



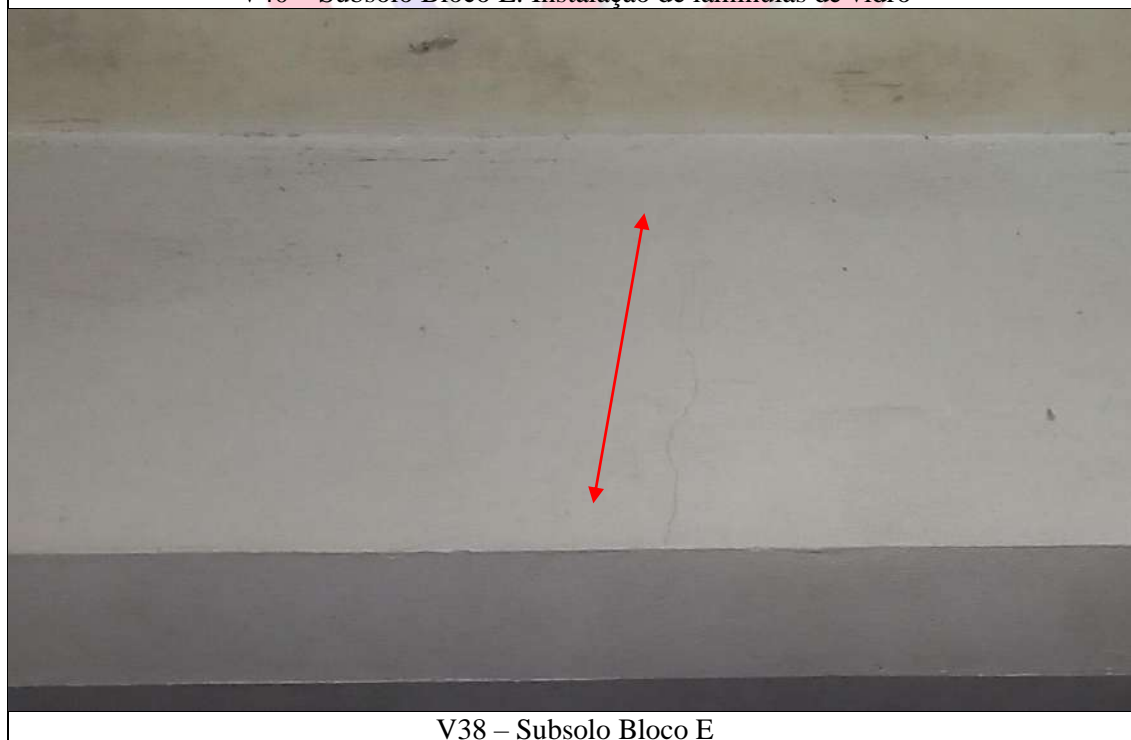
V40 – Subsolo Bloco E



V40 – Subsolo Bloco E | E=0,25 mm



V40 – Subsolo Bloco E: Instalação de lamínulas de vidro



V38 – Subsolo Bloco E



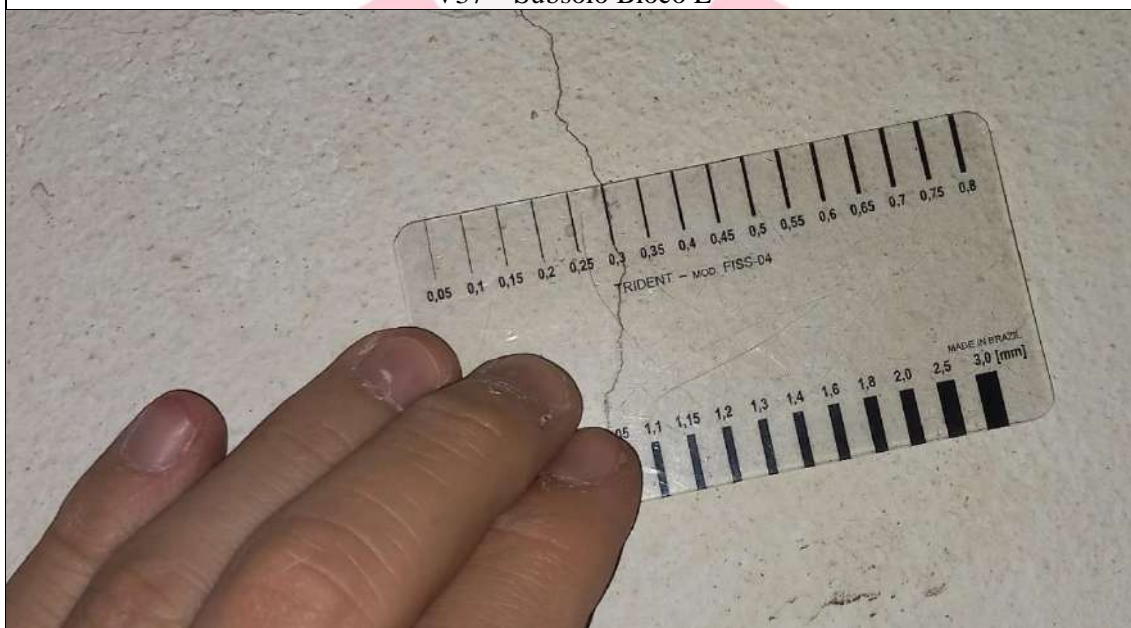
V38 – Subsolo Bloco E | E= 0,25 mm



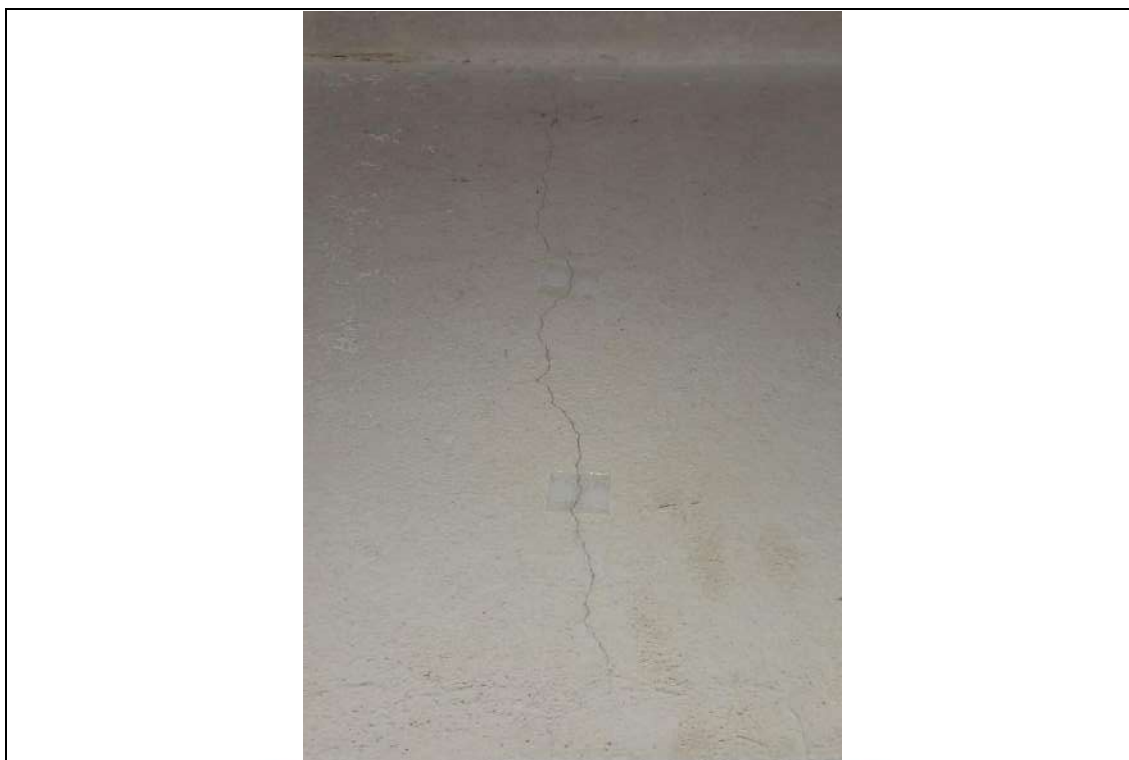
V38 – Subsolo Bloco E: Instalação de lamínulas de vidro



V37 – Subsolo Bloco E



V37 – Subsolo Bloco E | E=0,3 mm



V37 – Subsolo Bloco E: Instalação de lamínulas de vidro

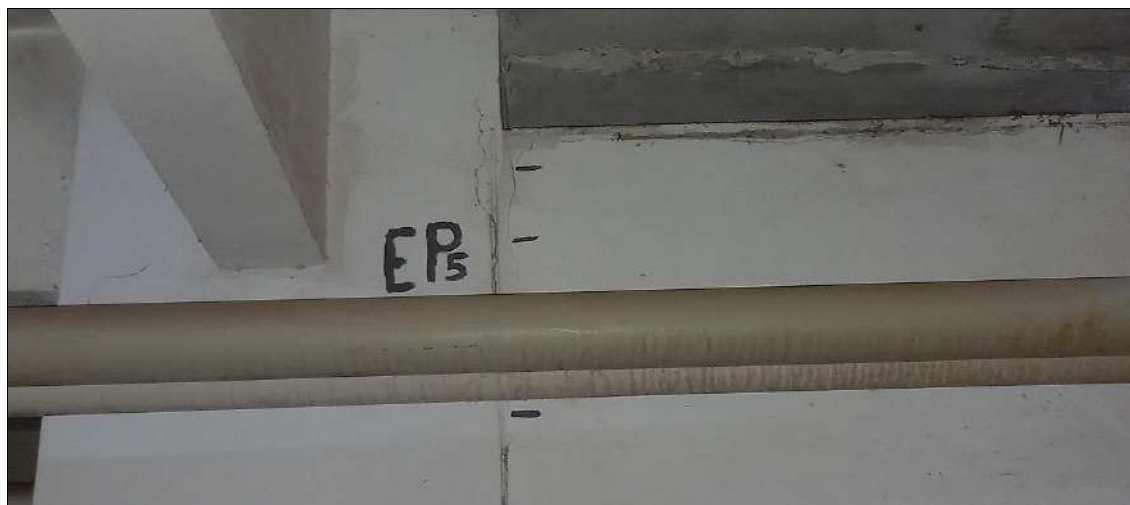
TRINCAS NO ENCONTRO DE PILARES E VIGAS DO ESTACIONAMENTO

Mapeamento existente. Pilares sem reforço. Sinais de agravamento da abertura.

















Pilares com execução de reforço estrutural.

7.4.2. Deformabilidade excessiva em estruturas de concreto armado

As lajes são estruturas sujeitas a maiores deformações, segundo Marcelli (2007), principalmente quando os panos de laje são grandes e não possuem a rigidez suficiente para suportarem as cargas a que serão submetidas. Condições de apoio e ancoragem insuficientes também acentuam estas deformações. Foi constatado que as lajes possuem inclinação visível e desconforto ao usuário ao andar, além de desprendimento da alvenaria/laje, conforme as imagens a seguir.



2º Pavimento Bloco A (Apto 206): Deformação nas lajes



2º Pavimento Bloco A (Apto 206): Deformação nas lajes



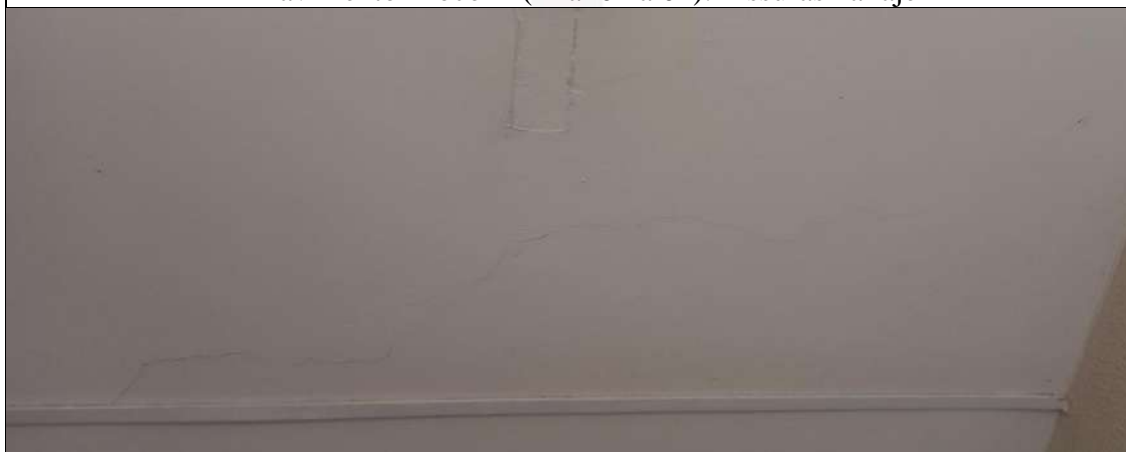
2º Pavimento Bloco A (Apto 206): Deformação nas lajes



1º Pavimento Bloco A (final 01 a 04): Fissuras na laje



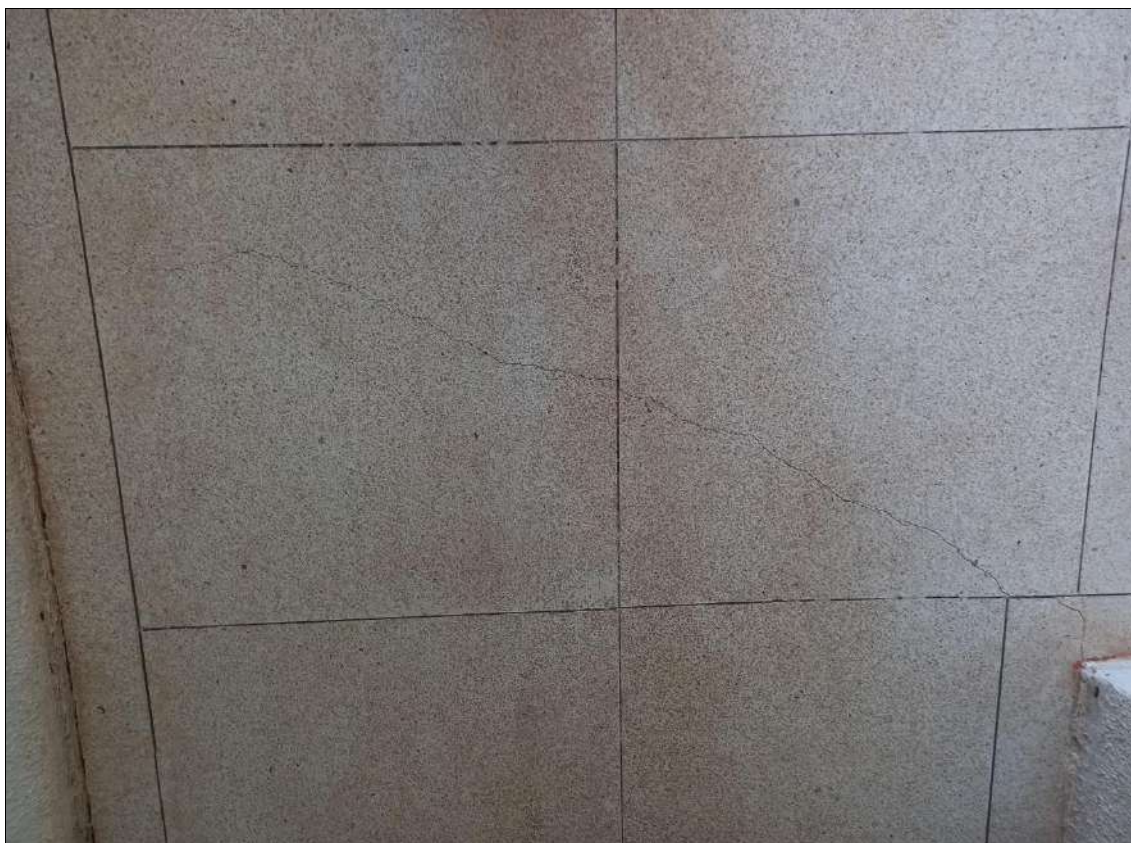
1º Pavimento Bloco A (final 01 a 04): Fissuras na laje



1º Pavimento Bloco A (final 01 a 04): Fissuras na laje



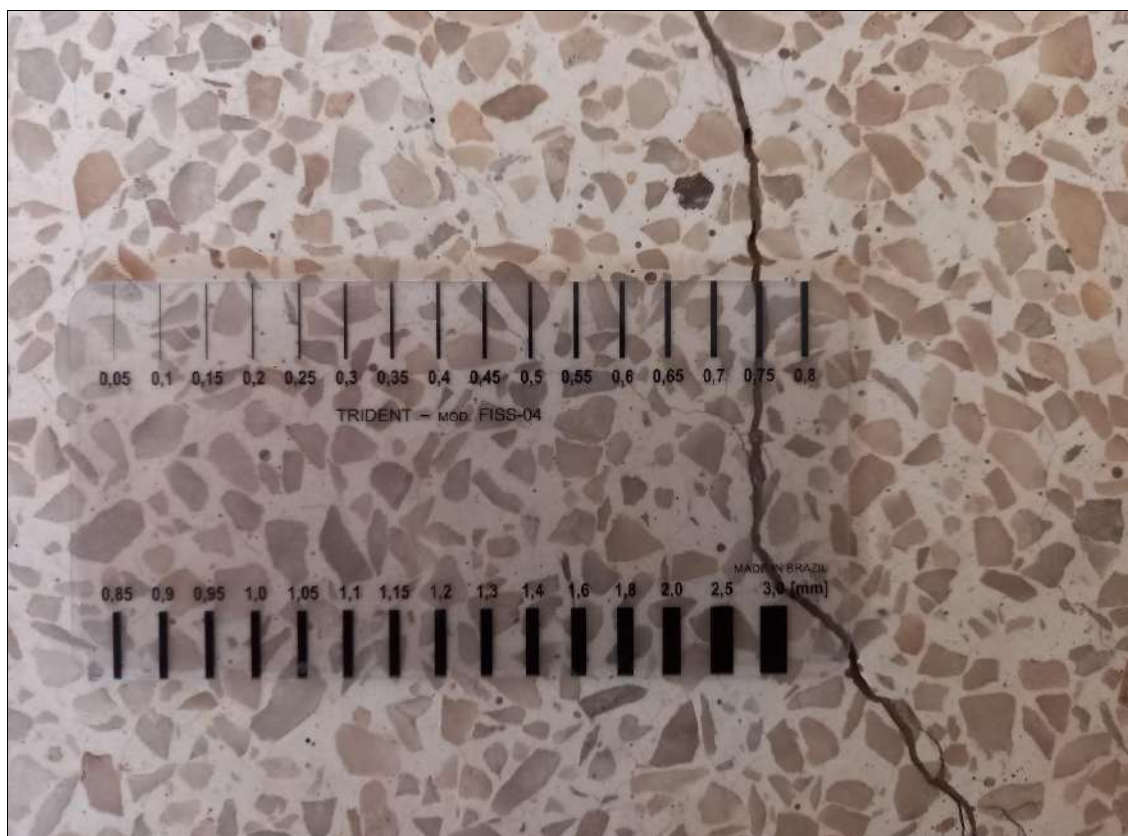
1º Pavimento Bloco A (final 01 a 04): Fissuras na laje



Pavimento Térreo Bloco A (final 05 a 08): Fissuras no piso



Pavimento Térreo Bloco A (final 05 a 08): Fissuras no piso



Pavimento Térreo Bloco A (final 05 a 08): Fissuras no piso | E=0,75 mm



3º Pavimento - Bloco A (final 05 a 08): Fissuras no piso

7.4.3. Juntas de dilatação

A análise do bloco A pode ser considerada como se fosse constituído por dois blocos: O bloco de Final 01 a 04, próximo ao bicicletário e Final 05 a 08, extremidade do edifício; os blocos estão separados por uma junta de dilatação. Existe uma junta de dilatação que subdivide o edifício nos blocos A e E, próximo às caixas de escada.



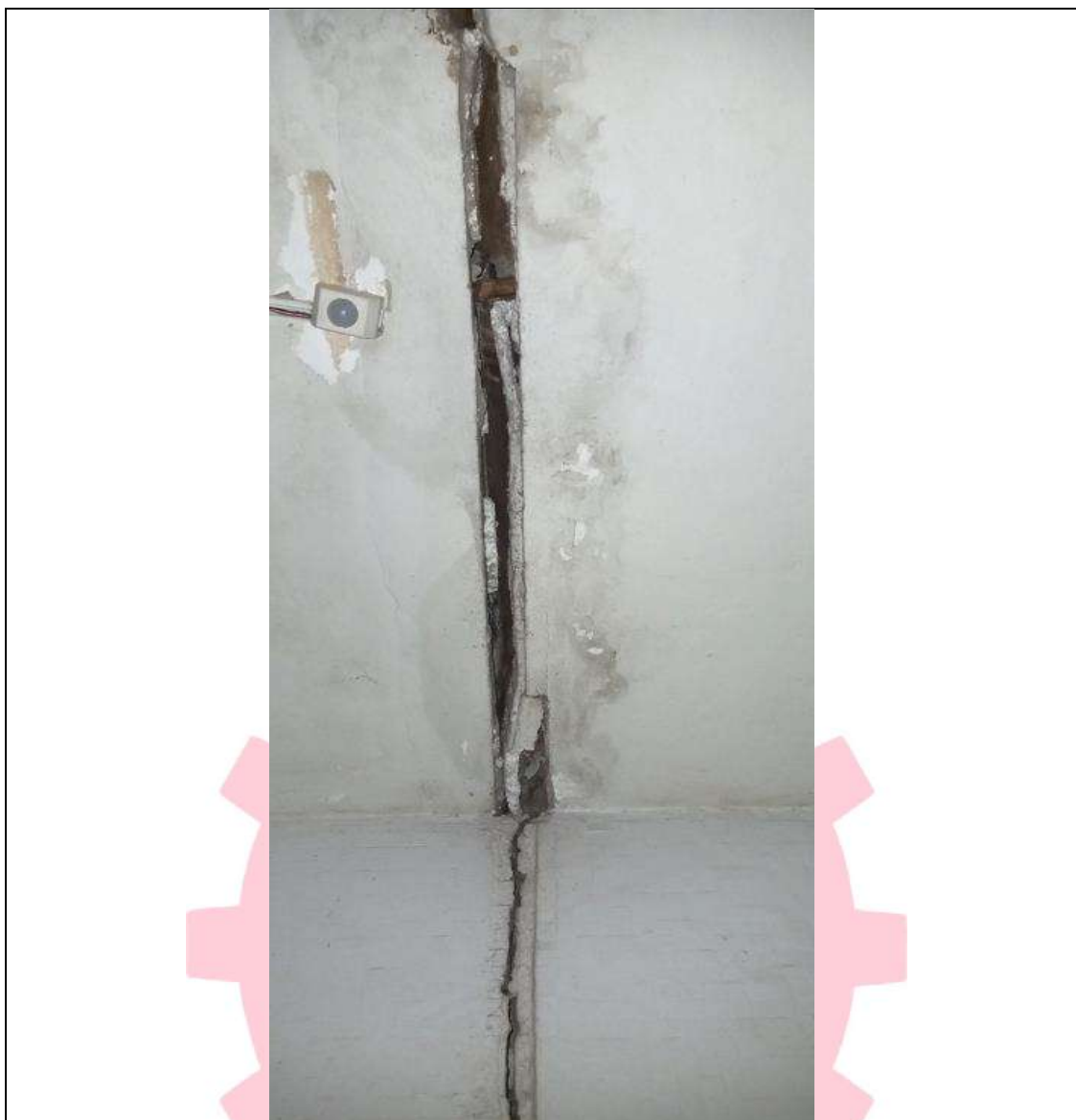
Pavimento Subsolo - Junta de dilatação– Bloco A (Final 05 a 08)



Pavimento Subsolo - Junta de dilatação– Bloco A (Final 05 a 08) | E = 4,0 cm;
E = 2,0 cm



Pavimento Subsolo - Junta de dilatação– Bloco A (Final 05 a 08) | E= 2,0 cm;
E= 2,6 cm





Junta de dilatação 1º Pavimento – Bloco A (Final 05 a 08)



Junta de dilatação 1º Pavimento – Bloco A (Final 05 a 08)



Junta de dilatação 1º Pavimento – Bloco A (Final 05 a 08) | E= 4,0 cm



Junta de dilatação 1º Pavimento – Bloco A (Final 05 a 08) |E= 3,0 cm



Junta de dilatação 2º Pavimento – Bloco A (Final 05 a 08) |E= 4,0 cm



Junta de dilatação 2º Pavimento – Bloco A (Final 05 a 08)



Junta de dilatação 2º Pavimento – Bloco A (Final 05 a 08)



Junta de dilatação 2º Pavimento – Bloco A (Final 05 a 08)



Junta de dilatação 2º Pavimento – Bloco A (Final 05 a 08) | E= 7,6 cm



Junta de dilatação 3º Pavimento – Bloco A (Final 05 a 08)



Junta de dilatação 3º Pavimento – Bloco A (Final 05 a 08) | E= 8,0 cm



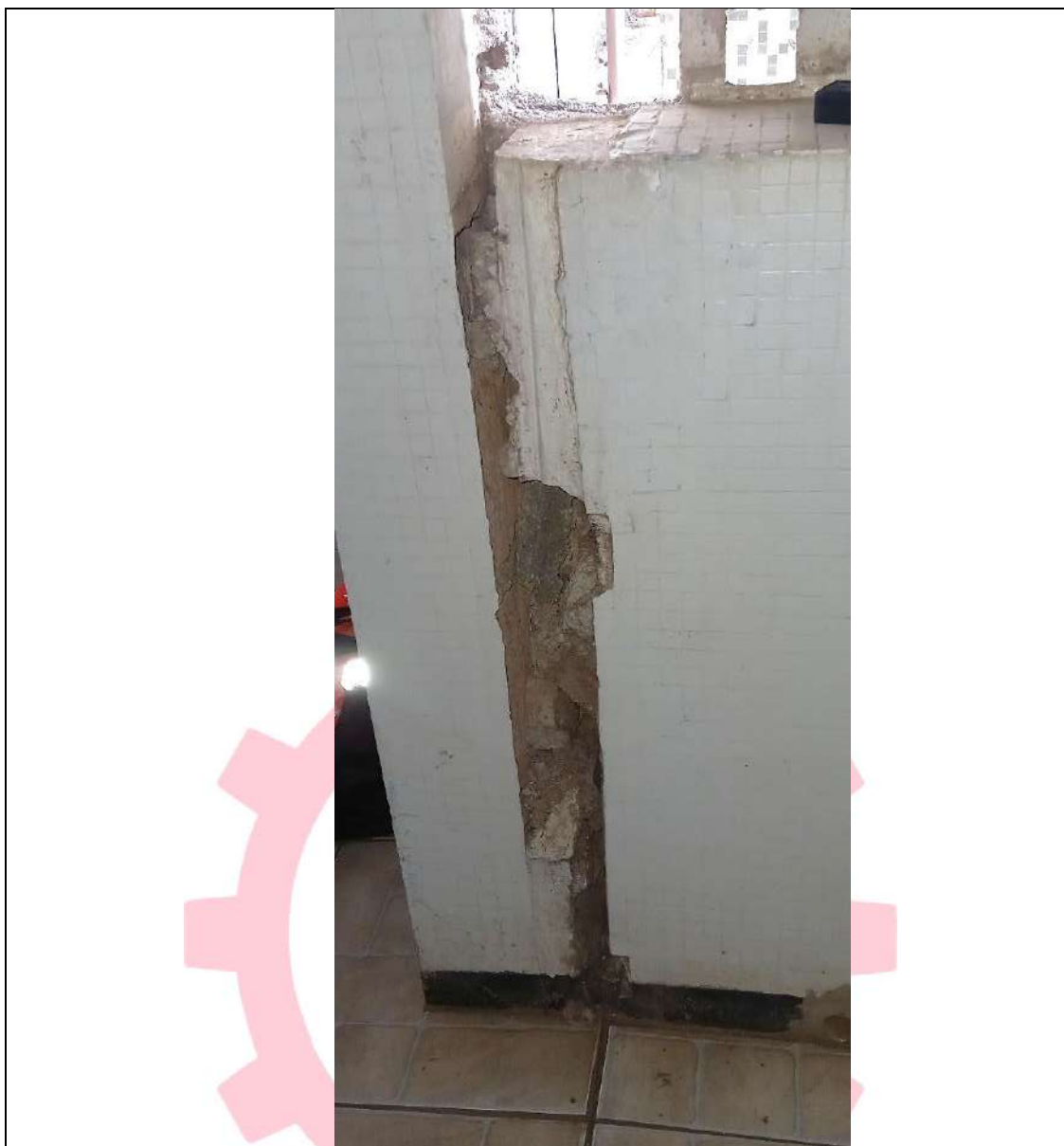
Junta de dilatação 3º Pavimento – Bloco A (Final 05 a 08) |E= 6,6 cm



Junta de dilatação 3º Pavimento – Bloco A (Final 05 a 08)



Junta de dilatação 3º Pavimento – Bloco A (Final 05 a 08)



Junta de dilatação 4º Pavimento – Bloco A (Final 05 a 08)



Junta de dilatação 4º Pavimento – Bloco A (Final 05 a 08) | E= 9,7 cm



Junta de dilatação 4º Pavimento – Bloco A (Final 05 a 08) | E= 6,5 cm



Junta de dilatação 5º Pavimento – Bloco A (Final 05 a 08)



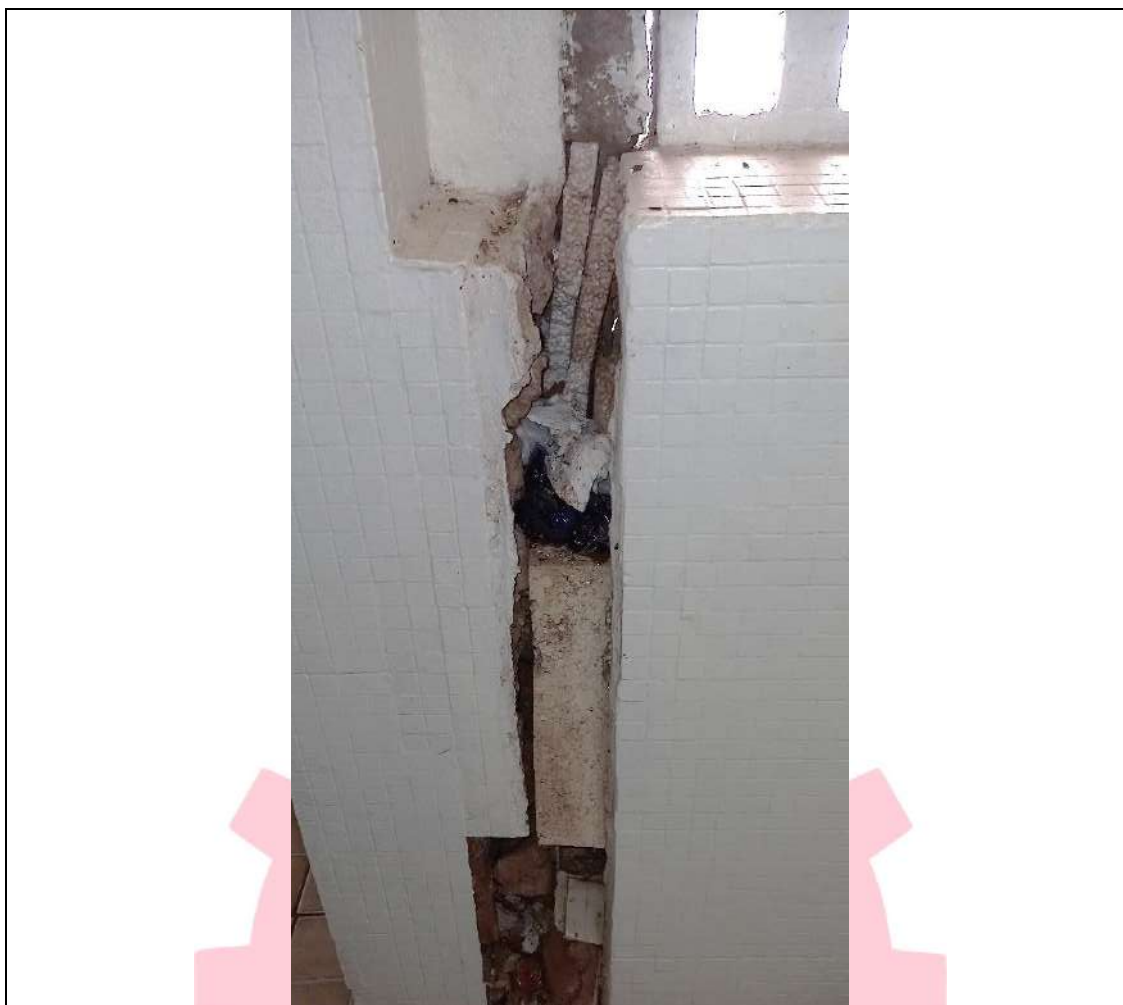
Junta de dilatação 5º Pavimento – Bloco A (Final 05 a 08) | E=5,5 cm



Junta de dilatação 5º Pavimento – Bloco A (Final 05 a 08)



Junta de dilatação 5º Pavimento – Bloco A (Final 05 a 08) | E= 8,5 cm



Junta de dilatação 6º Pavimento – Bloco A (Final 05 a 08)



Junta de dilatação 6º Pavimento – Bloco A (Final 05 a 08)



Junta de dilatação 6º Pavimento – Bloco A (Final 05 a 08) |E= 8,0 cm



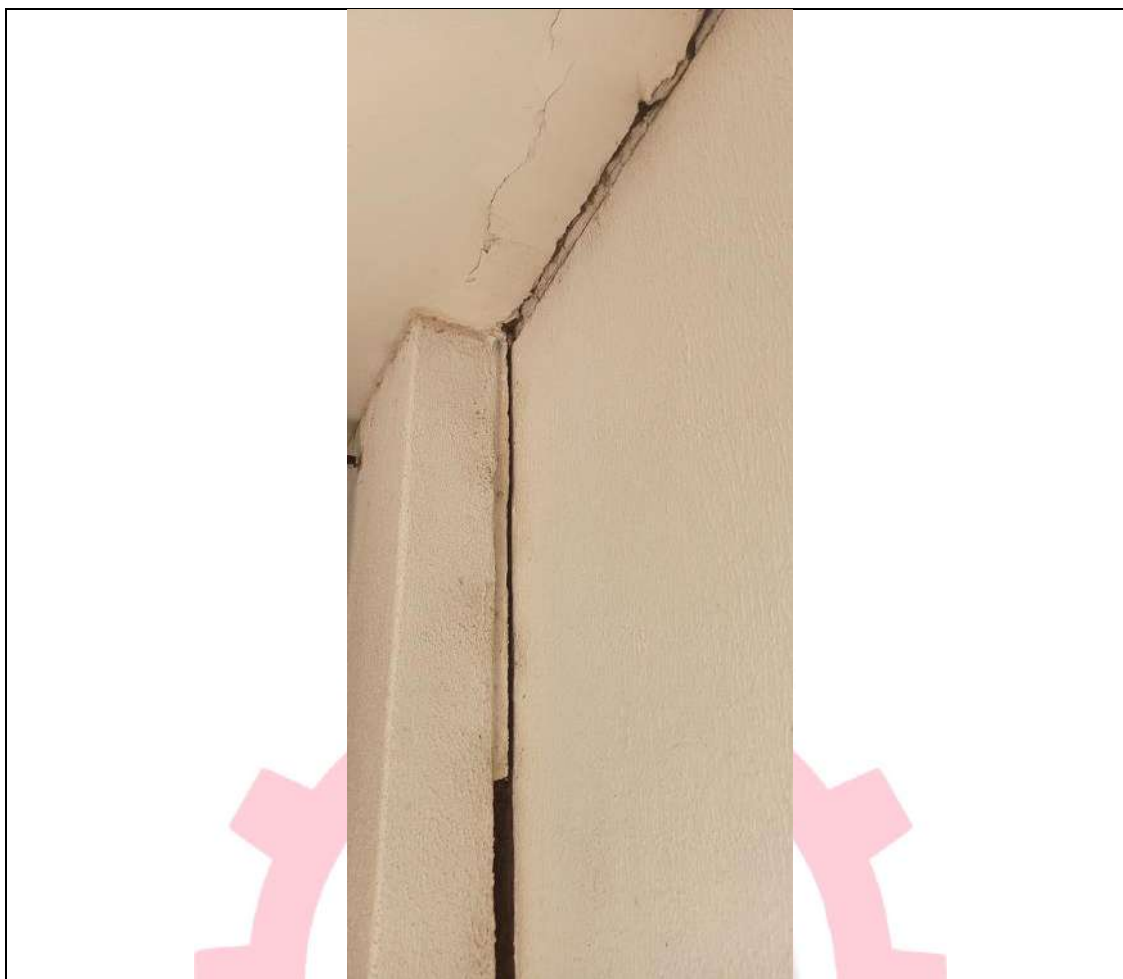
Junta de dilatação 6º Pavimento – Bloco A (Final 05 a 08)



Junta de dilatação 6º Pavimento – Bloco A (Final 05 a 08) |Aferição do desnível entre as lajes



Junta de dilatação 6º Pavimento – Bloco A (Final 05 a 08) |Aferição do desnível entre as lajes | E = 6,0 cm



Junta de dilatação Pavimento Térreo – Bloco A (Final 01 a 04)



Junta de dilatação Pavimento Térreo – Bloco A (Final 01 a 04)



Junta de dilatação 1º Pavimento – Bloco A (Final 01 a 04)



Junta de dilatação 1º Pavimento – Bloco A (Final 01 a 04)



Junta de dilatação 2º Pavimento – Bloco A (Final 01 a 04)



Junta de dilatação 2º Pavimento – Bloco A (Final 01 a 04)



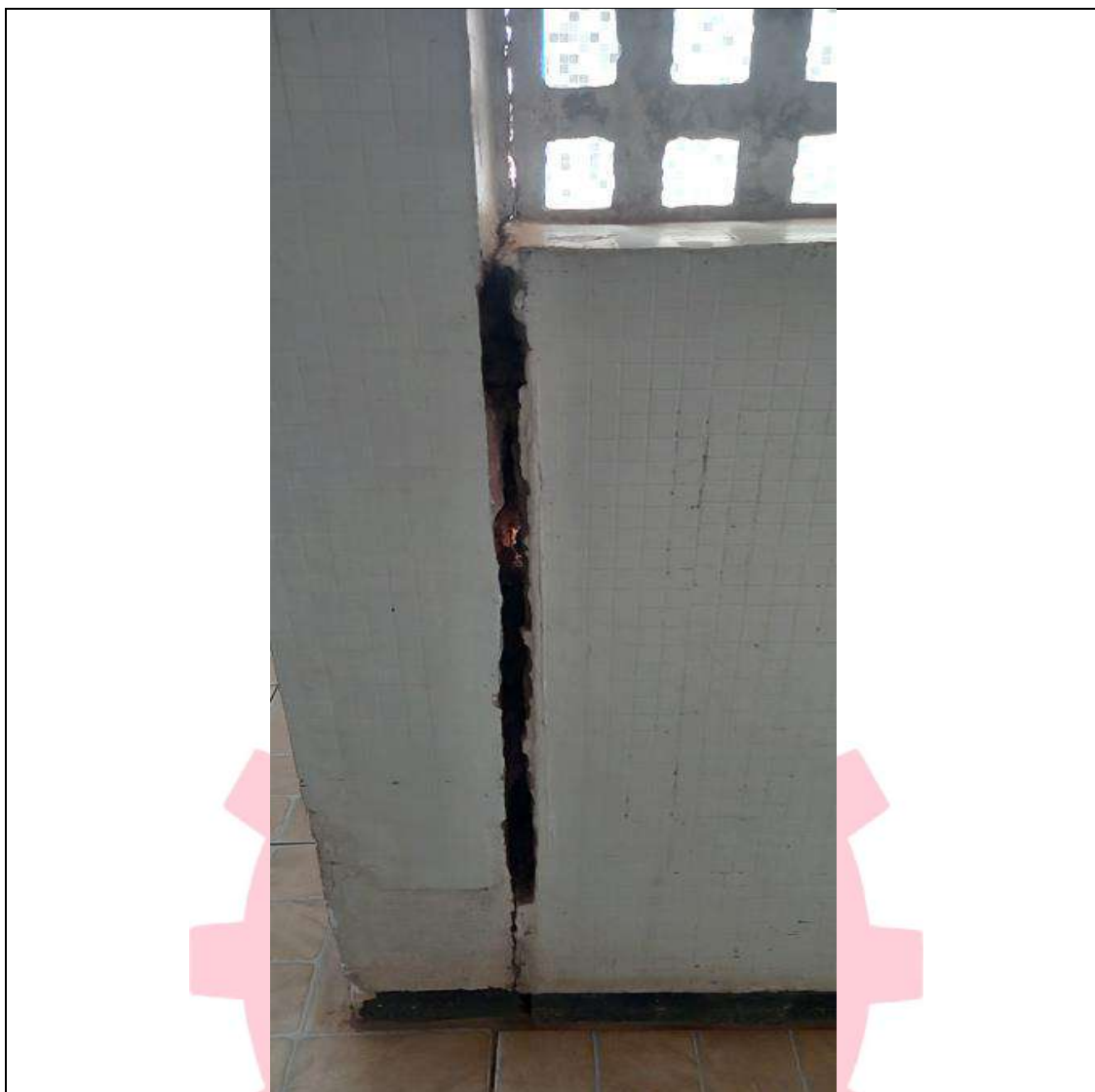
Junta de dilatação 3º Pavimento – Bloco A (Final 01 a 04)



Junta de dilatação 3º Pavimento – Bloco A (Final 01 a 04)



Junta de dilatação 3º Pavimento – Bloco A (Final 01 a 04)



Junta de dilatação 4º Pavimento – Bloco A (Final 01 a 04)



Junta de dilatação 4º Pavimento – Bloco A (Final 01 a 04)



Junta de dilatação 5º Pavimento – Bloco A (Final 01 a 04)



Junta de dilatação 5º Pavimento – Bloco A (Final 01 a 04)





Junta de dilatação 6º Pavimento – Bloco A (Final 01 a 04)



Junta de dilatação 6º Pavimento – Bloco A (Final 01 a 04)

7.4.4. Estruturas de contenção



Fissura em Cortina de contenção – Próximo ao portão da garagem (Bloco A Final 05 a 08)



Fissura em Cortina de contenção – Próximo ao portão da garagem (Bloco A Final 05 a 08)



Fenda em cortina de contenção



Fenda em cortina de contenção (1)



Fenda em cortina de contenção (2)



Aferição de fenda em cortina de contenção (1)



Aferição de fenda em cortina de contenção (1)



Aferição de fenda em cortina de contenção (1)



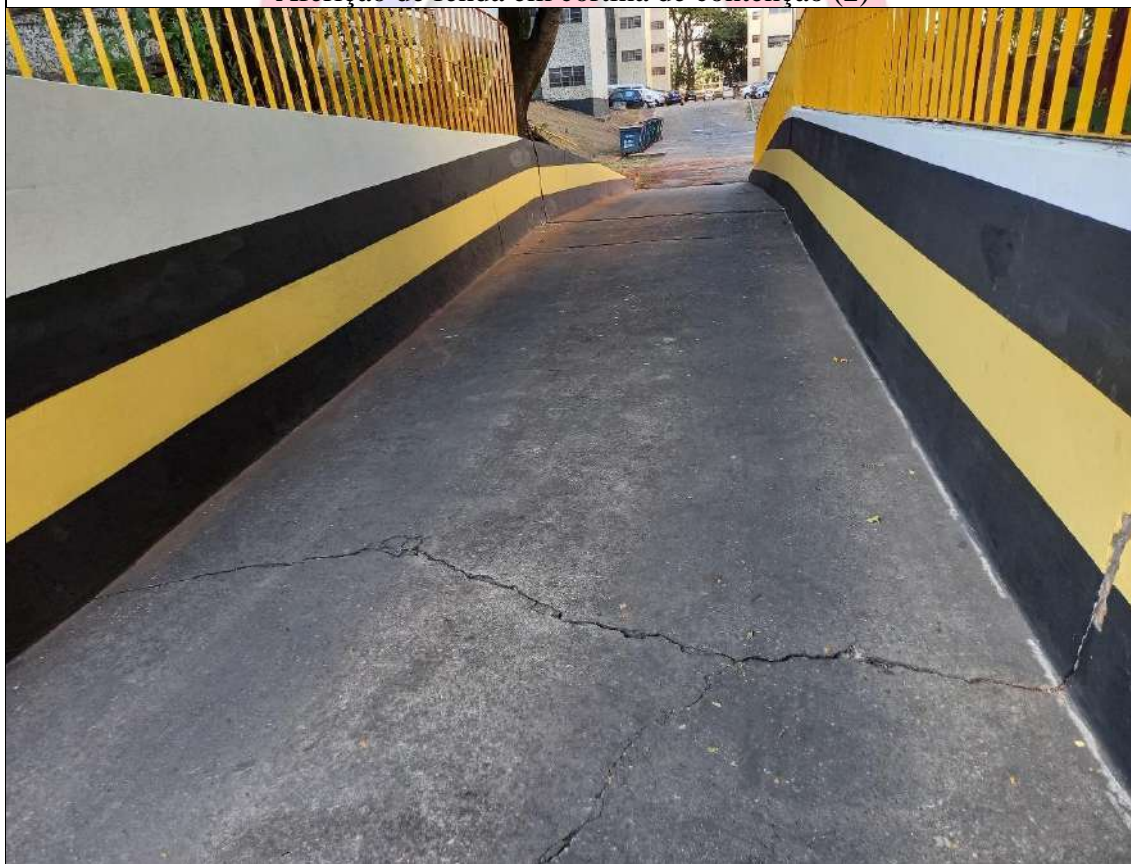
Aferição de fenda em cortina de contenção (1)



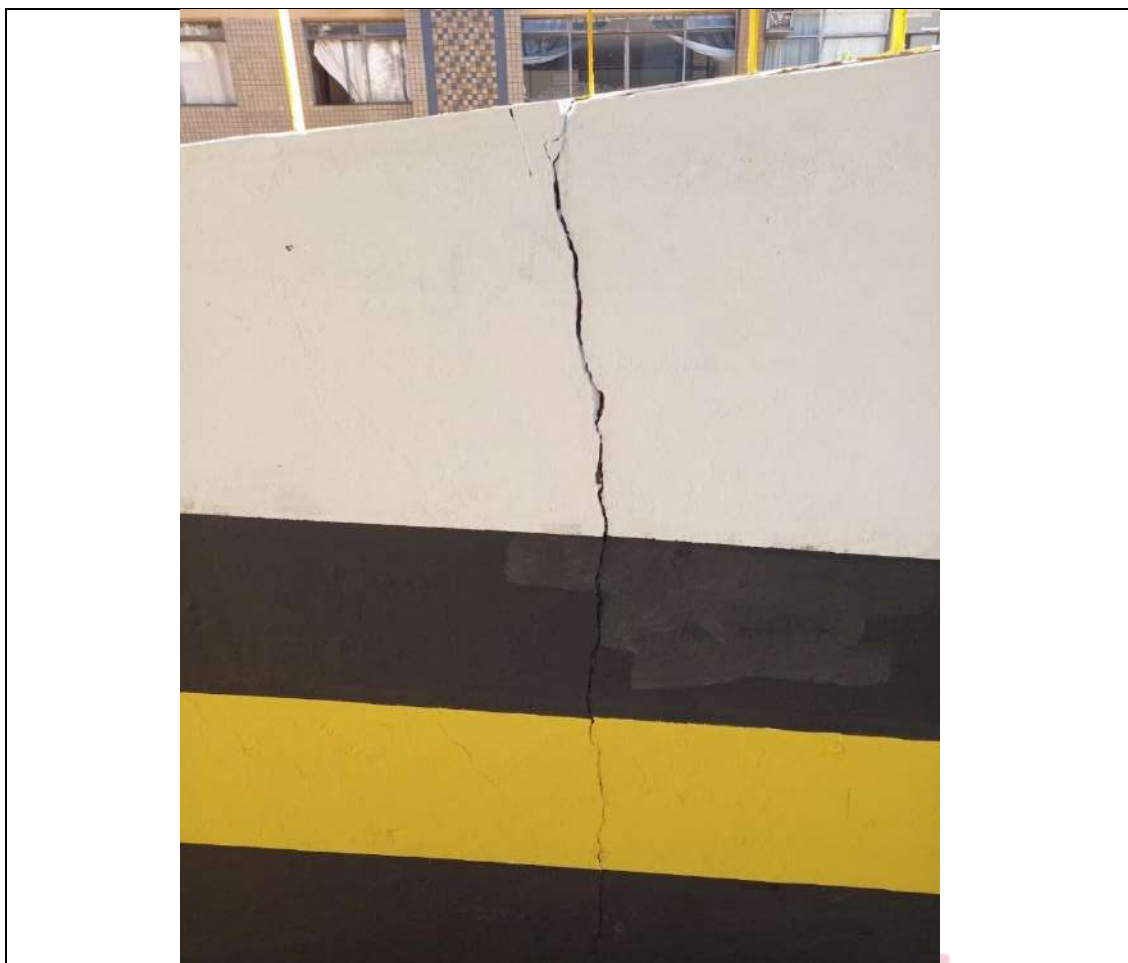
Aferição de fenda em cortina de contenção (2)



Aferição de fenda em cortina de contenção (2)



Continuidade das fendas pelo piso



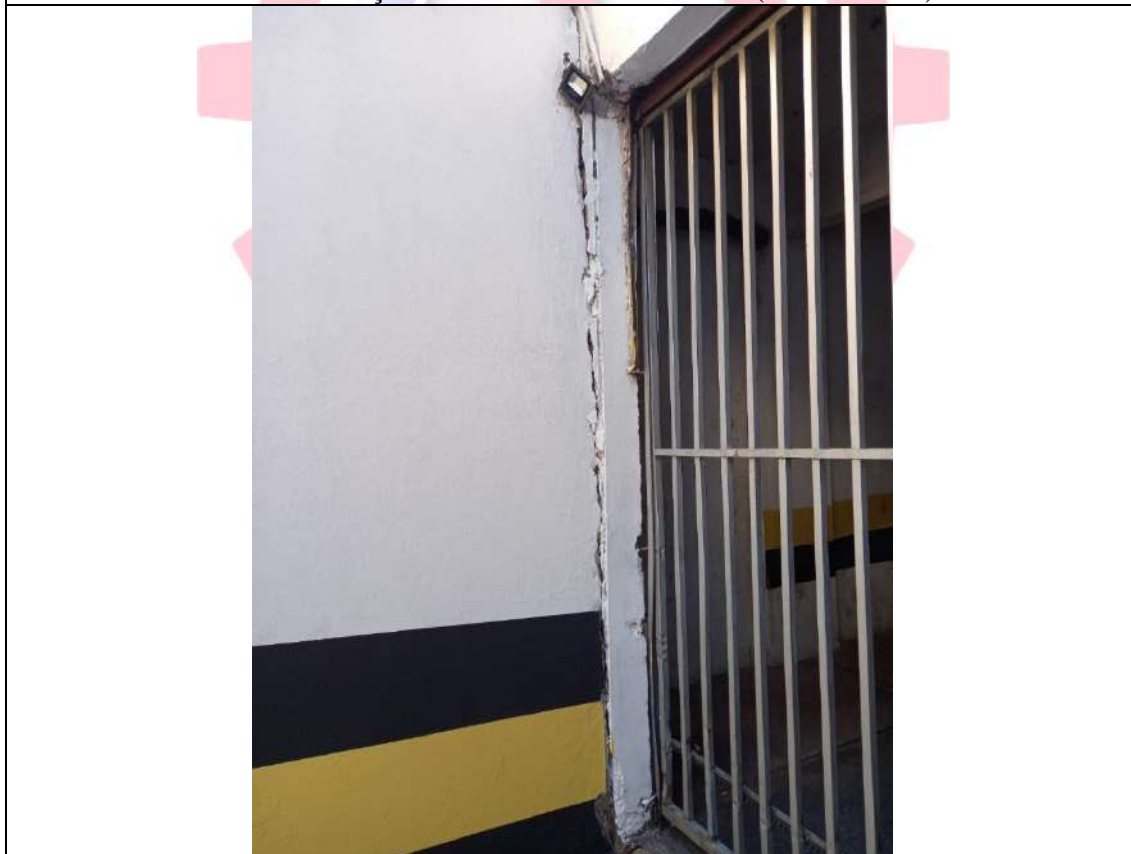
Fenda em cortina de contenção



Aferição de fenda em cortina de contenção



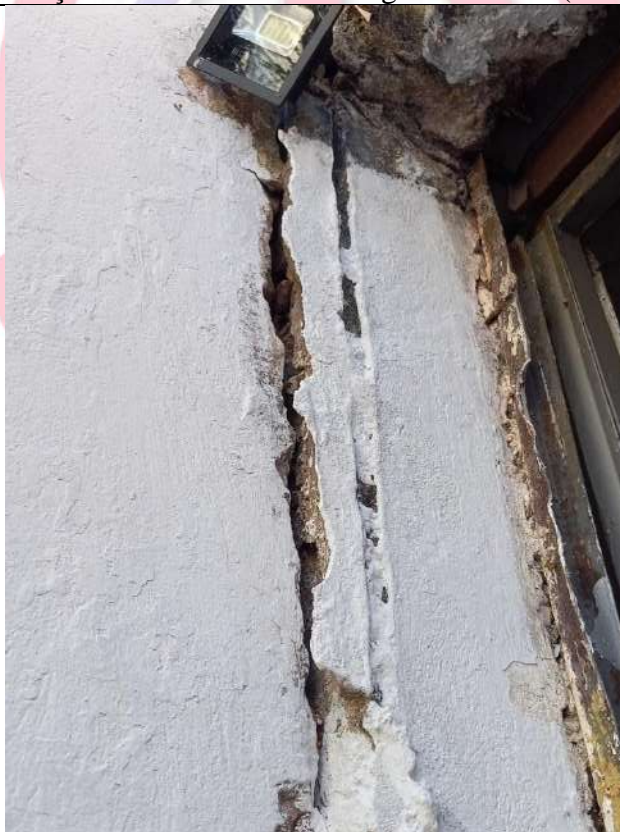
Desolidarização dos elementos – Bloco A (final 05 a 08)



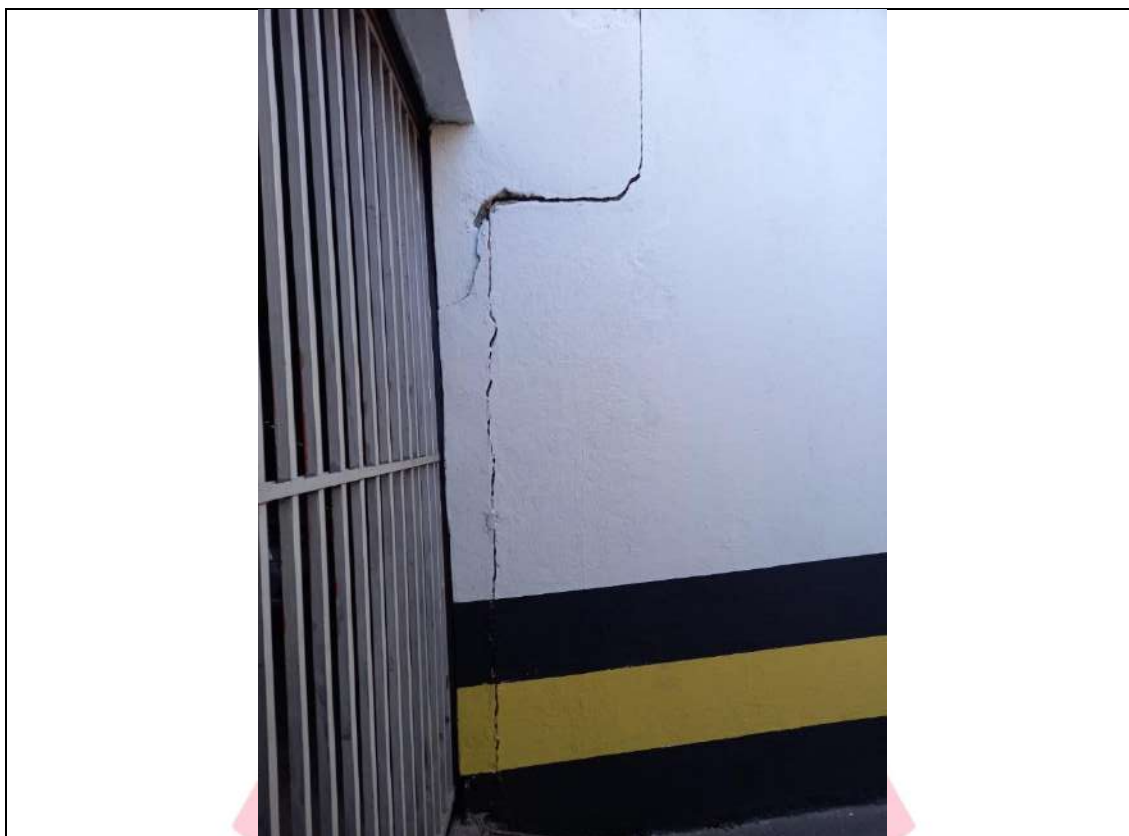
Desolidarização dos elementos – Garagem Bloco A (final 05 a 08)



Desolidarização dos elementos – Garagem Bloco A (final 05 a 08)



Desolidarização dos elementos – Garagem Bloco A (final 05 a 08)



Desolidarização dos elementos – Garagem Bloco A (final 05 a 08)



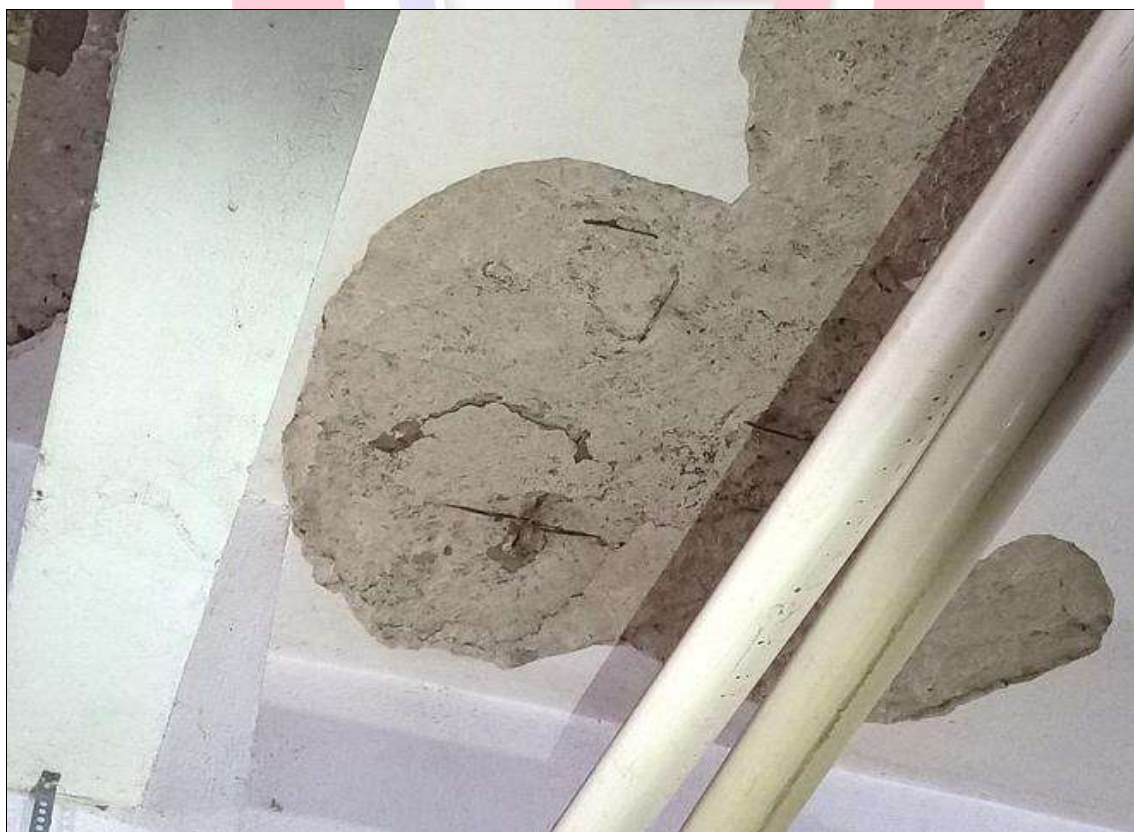
Desolidarização dos elementos – Bloco A (final 05 a 08)

7.4.5. Carbonatação em estruturas de concreto e oxidação de suas armaduras

O fenômeno de corrosão é de natureza eletroquímica, que pode ser acelerado pela presença de agentes agressivos externos, internos, incorporados ao concreto ou gerados pelo meio ambiente, onde para que a corrosão ocorra deve haver a presença de oxigênio, umidade e o estabelecimento de uma célula de corrosão eletroquímica (MARCELLI, 2007).

A alta agressividade do ambiente, associada ao cobrimento insuficiente favorece o processo de corrosão da armadura que é causado comumente pela carbonatação ou pelo ataque por cloretos. As armaduras de aço no concreto são protegidas da corrosão graças às condições de passividade que se desenvolvem em contato com a solução alcalina contida nos poros da pasta de compostos de cimento. A corrosão das armaduras pode, porém, ser induzida pela carbonatação do concreto ou pela penetração de cloretos (BERTOLINI, 2010). Como consequência do processo de corrosão ocorrem as fissuras e posterior deslocamento do cobrimento de concreto, de acordo com (SOUZA; RIPPER, 1998), tal fato acontece porque, ao oxidar-se, o ferro vai criando o óxido de ferro hidratado ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). Para ocupar o seu espaço, esse óxido exerce uma pressão sobre o material que o confina da ordem de 15 MPa, suficiente para fraturar o concreto.

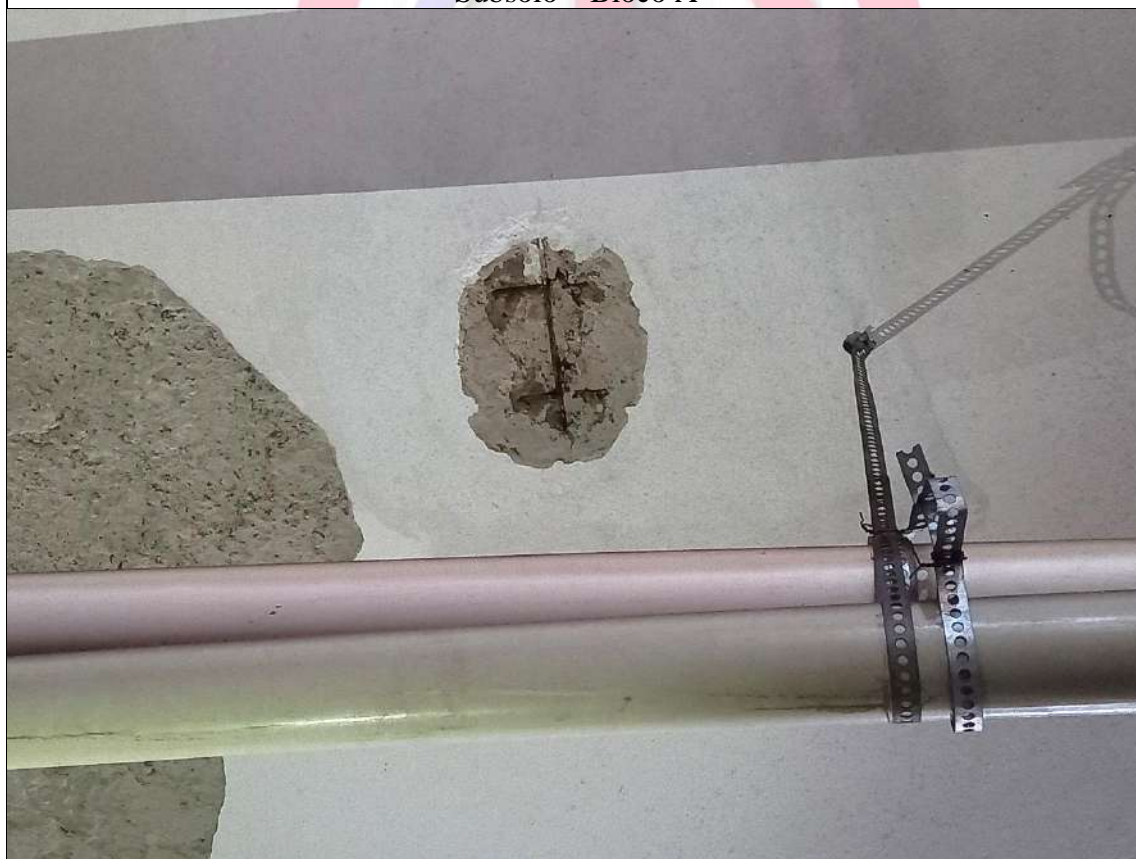
As imagens a seguir mostram a estrutura de concreto sujeita à corrosão. Nessa estrutura é possível observar que a armadura em processo de corrosão aumentou seu volume e causou deslocamento do concreto.



Subsolo – Bloco A



Subsolo – Bloco A



Subsolo – Bloco A



Subsolo – Bloco A



Subsolo – Bloco A



Subsolo – Bloco A



Subsolo – Bloco A



Subsolo – Bloco A



Subsolo – Bloco A



Bloco A

7.4.6. Pisos e calçadas

Toda edificação está sujeita a deslocamentos verticais (recalques), durante ou mesmo após a sua conclusão, por um determinado período de tempo, até que o equilíbrio entre o carregamento aplicado e o solo seja atingido. Esses movimentos podem provocar a ocorrência de falhas, evidenciadas pelos desnivelamentos de pisos, trincas e desaprumos da construção (CAPUTO, 2012).



Calçada – Bloco A (final 05 a 08)



Calçada – Bloco A (final 05 a 08)



Calçada – Bloco A (final 05 a 08)



Calçada – Bloco A (final 05 a 08)



Calçada – Bloco A (final 05 a 08)



Calçada – Bloco A (final 05 a 08)



Calçada – Bloco A (final 01 a 04)



Calçada – Bloco A (final 01 a 04)



Calçada – Bloco A (final 01 a 04)



Calçada – Bloco A (final 01 a 04)



Calçada – Bloco A (final 01 a 04)



Calçada – Bloco A (final 01 a 04)

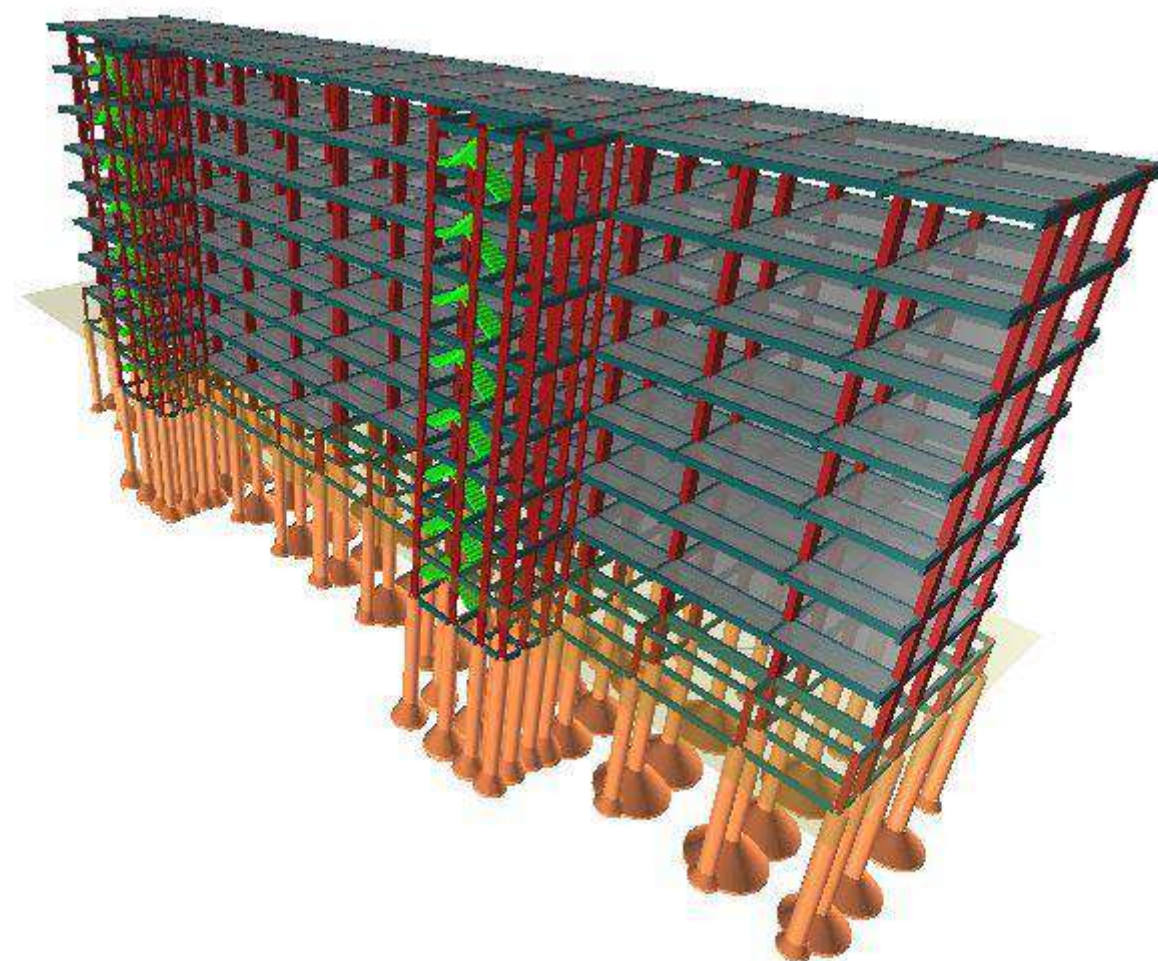
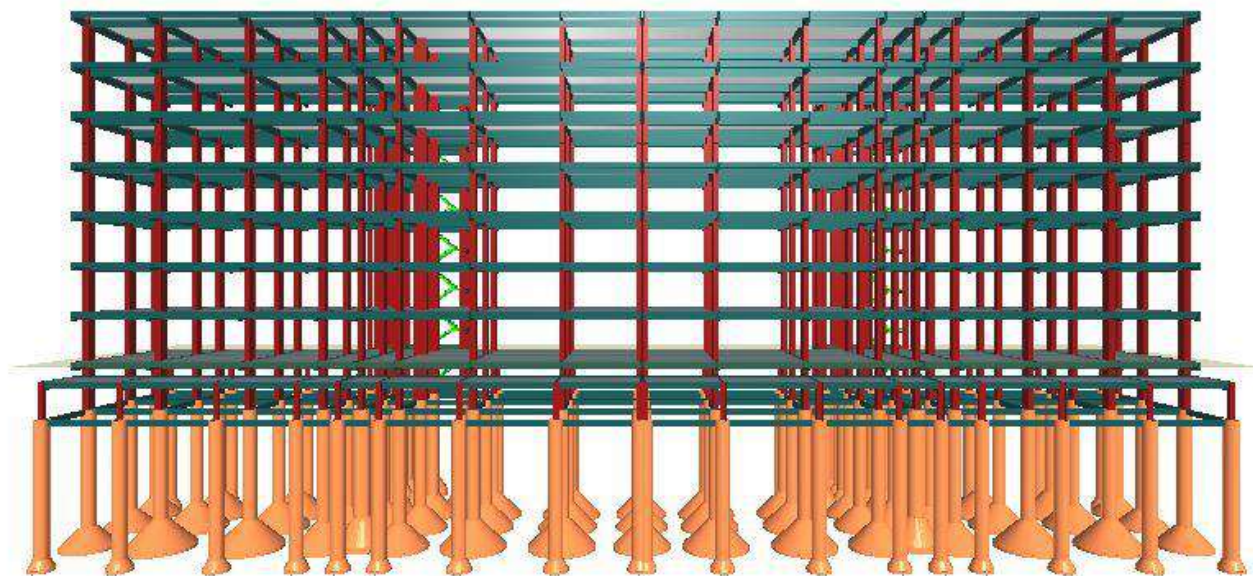


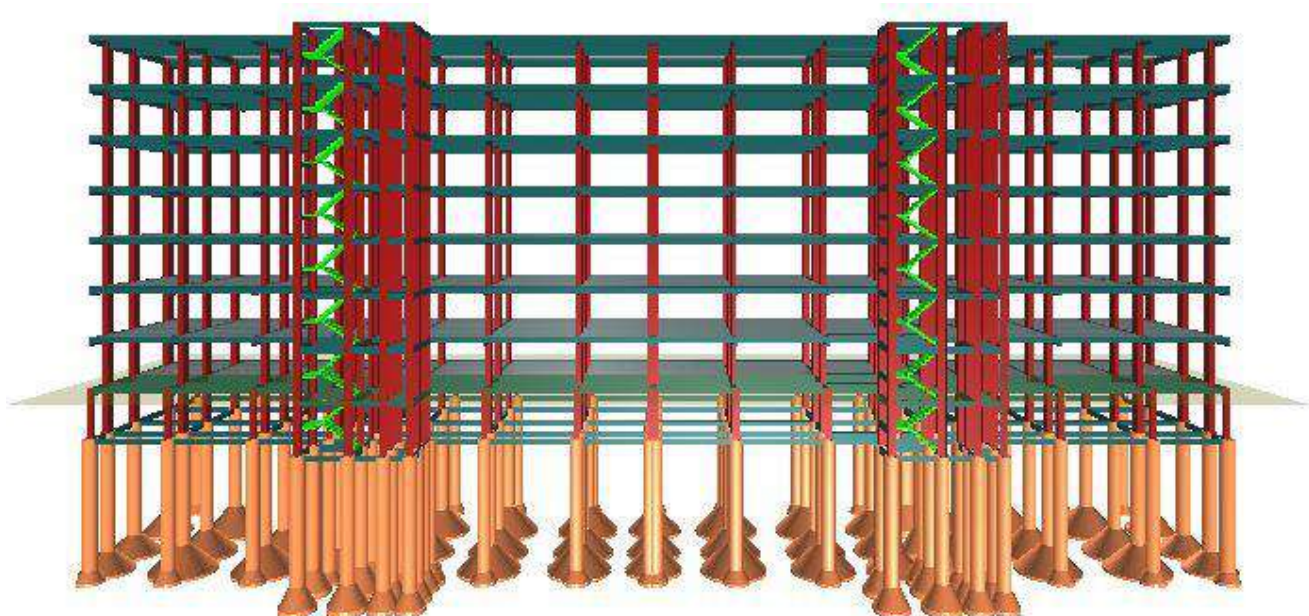
Calçada – Bloco A (final 01 a 04)

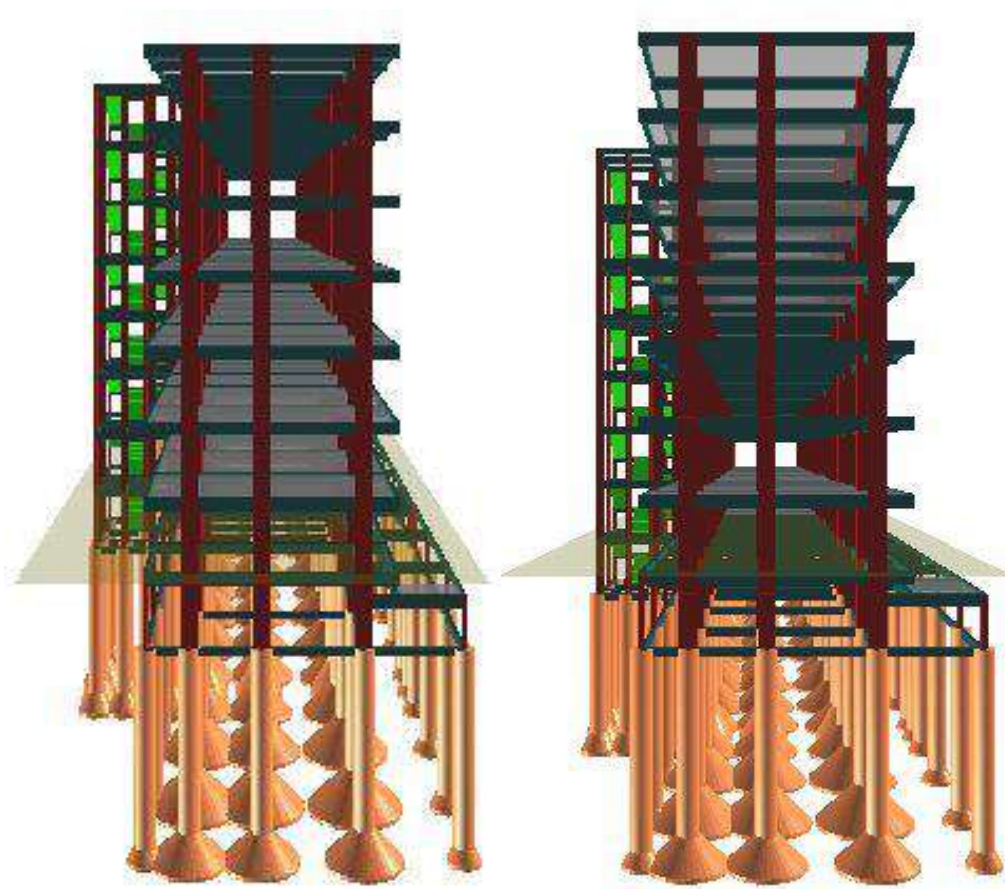


Calçada – Bloco A (final 01 a 04)

7.4.7. Retroanálise estrutural







Verificação da Estabilidade Global da Estrutura

Eixo X (1.3G1+1.4G2+1.4S+1.4Q+1.1A+0.84V2)

Pavimento	Altura	Carga Vertical (tf)	Carga Horizontal (tf)		Desloc. Horizontal (cm)	
	Relativa (cm)		Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y
TIPO 6	3000	1839.96	1.06	8.44	0.20	0.18
TIPO 5	2650	1848.80	2.05	16.32	0.18	0.16
TIPO 4	2300	1848.81	1.95	15.51	0.17	0.14
TIPO 3	1950	1848.80	1.83	14.60	0.15	0.12
TIPO 2	1600	1848.80	1.69	13.49	0.12	0.10
TIPO 1	1250	1848.78	1.51	12.04	0.09	0.09
PILOTIS	900	1846.95	1.22	9.73	0.06	0.07
Subsolo	550	1276.71	0.13	1.04	0.03	0.04
Fundação	200	506.80	0.00	0.00	0.01	0.01

Eixo Y (1.3G1+1.4G2+1.4S+1.4Q+1.1A+0.84V3)

Pavimento	Altura	Carga Vertical (tf)	Carga Horizontal (tf)		Desloc. Horizontal (cm)	
	Relativa (cm)		Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y
TIPO 6	3000	1839.96	1.06	8.44	0.04	1.10
TIPO 5	2650	1848.80	2.05	16.32	0.04	1.04
TIPO 4	2300	1848.81	1.95	15.51	0.03	0.95
TIPO 3	1950	1848.80	1.83	14.60	0.02	0.85
TIPO 2	1600	1848.80	1.69	13.49	0.02	0.72
TIPO 1	1250	1848.78	1.51	12.04	0.01	0.57
PILOTIS	900	1846.95	1.22	9.73	0.00	0.40
Subsolo	550	1284.06	0.13	1.04	0.00	0.22
Fundação	200	499.46	0.00	0.00	0.00	0.06

Coefficiente Gama-Z

	Eixo X	Eixo Y
Momento de tombamento de cálculo (tf.m)	224.23	1786.71
Momento de 2a. ordem de cálculo (tf.m)	18.40	106.78
Gama-Z	1.09	1.06

Valor limite: 1.10

Gama-Z por Combinação

Combinação	Momento de tombamento de cálculo (tf.m)		Momento de 2a. ordem de cálculo (tf.m)		Gama-Z	
	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y
1.3G1+1.4G2+1.4S+0.98Q+1.1A+1.4V1	373.72	2977.85	28.25	14.81	1.08	1.00
1.3G1+1.4G2+1.4S+0.98Q+1.1A+1.4V2	373.72	2977.85	28.25	14.81	1.08	1.00
1.3G1+1.4G2+1.4S+0.98Q+1.1A+1.4V3	373.72	2977.85	3.63	159.05	1.01	1.06
1.3G1+1.4G2+1.4S+0.98Q+1.1A+1.4V4	373.72	2977.85	3.63	158.99	1.01	1.06
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.4Q+1.1A+0.84V1	224.23	1786.71	18.40	16.32	1.09	1.01
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.4Q+1.1A+0.84V2	224.23	1786.71	18.40	16.32	1.09	1.01
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.4Q+1.1A+0.84V3	224.23	1786.71	2.96	106.78	1.01	1.06
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.4Q+1.1A+0.84V4	224.23	1786.71	2.96	106.76	1.01	1.06
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.4V1	373.72	2977.85	25.11	11.33	1.07	1.00
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.4V2	373.72	2977.85	25.11	11.33	1.07	1.00
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.4V3	373.72	2977.85	3.09	140.32	1.01	1.05
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.4V4	373.72	2977.85	3.09	140.26	1.01	1.05
G1+G2+S+0.98Q+1.1A+1.4V1	373.72	2977.85	21.44	9.03	1.06	1.00
G1+G2+S+0.98Q+1.1A+1.4V2	373.72	2977.85	21.44	9.03	1.06	1.00
G1+G2+S+0.98Q+1.1A+1.4V3	373.72	2977.85	2.52	119.88	1.01	1.04
G1+G2+S+0.98Q+1.1A+1.4V4	373.72	2977.85	2.52	119.82	1.01	1.04
G1+G2+S+1.4Q+1.1A+0.84V1	224.23	1786.71	14.04	10.22	1.07	1.01
G1+G2+S+1.4Q+1.1A+0.84V2	224.23	1786.71	14.04	10.22	1.07	1.01
G1+G2+S+1.4Q+1.1A+0.84V3	224.23	1786.71	2.02	80.64	1.01	1.05
G1+G2+S+1.4Q+1.1A+0.84V4	224.23	1786.71	2.02	80.62	1.01	1.05
G1+G2+S+1.4V1	373.72	2977.85	18.37	6.37	1.05	1.00
G1+G2+S+1.4V2	373.72	2977.85	18.37	6.37	1.05	1.00
G1+G2+S+1.4V3	373.72	2977.85	2.06	101.96	1.01	1.04
G1+G2+S+1.4V4	373.72	2977.85	2.06	101.90	1.01	1.04

Deslocamentos Horizontais

Verificações	X+	X-	Y+	Y-
Altura total da edificação (cm)	3000.00			
Deslocamento limite (cm)	1.76			
Deslocamento característico (cm)	0.20	-0.20	1.10	-1.10
ψ1	0.30	0.30	0.30	0.30
Deslocamento freqüente (cm)	0.06	-0.06	0.33	-0.33

Pavimento	Altura (cm)	Deslocamento freqüente (cm)				Diferença (cm)				Limite (cm)
		X+	X-	Y+	Y-	X+	X-	Y+	Y-	
TIPO 6	350.00	0.06	-0.06	0.33	-0.33	0.00	0.00	0.02	-0.02	0.41
TIPO 5	350.00	0.06	-0.06	0.31	-0.31	0.00	0.00	0.02	-0.02	0.41
TIPO 4	350.00	0.05	-0.05	0.29	-0.29	0.01	-0.01	0.03	-0.03	0.41
TIPO 3	350.00	0.05	-0.05	0.26	-0.26	0.01	-0.01	0.04	-0.04	0.41
TIPO 2	350.00	0.04	-0.04	0.22	-0.22	0.01	-0.01	0.05	-0.05	0.41
TIPO 1	350.00	0.03	-0.03	0.17	-0.17	0.01	-0.01	0.05	-0.05	0.41
PILOTIS	350.00	0.02	-0.02	0.12	-0.12	0.01	-0.01	0.05	-0.05	0.41
Subsolo	350.00	0.01	-0.01	0.07	-0.07	0.01	-0.01	0.05	-0.05	0.41
Fundação	200.00	0.00	0.00	0.02	-0.02	0.00	0.00	0.02	-0.02	0.24

Análise da Não Linearidade Geométrica pelo Processo P-Delta

Caso 4 Acidental

Pavimento	Deslocamentos Horizontais Médios (cm)				Esforço Aplicado (tf)			
	1a. ordem		1a. + 2a. ordem		1a. ordem		1a. + 2a. ordem	
	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y
TIPO 6	0.00	-0.02	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.01
TIPO 5	0.00	-0.02	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
TIPO 4	0.00	-0.02	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
TIPO 3	0.00	-0.02	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
TIPO 2	0.00	-0.02	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
TIPO 1	0.00	-0.02	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.02
PILOTIS	0.00	-0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	-0.10
Subsolo	0.00	-0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.01	-0.13
Fundação	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14

Variação no deslocamento do topo da edificação: 5.35%

Caso 6 Vento X+

Pavimento	Deslocamentos Horizontais Médios (cm)				Esforço Aplicado (tf)			
	1a. ordem		1a. + 2a. ordem		1a. ordem		1a. + 2a. ordem	
	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y
TIPO 6	0.20	0.00	0.22	0.00	1.26	0.00	1.30	0.00
TIPO 5	0.20	0.00	0.21	0.00	2.44	0.00	2.53	0.00
TIPO 4	0.18	0.00	0.20	0.00	2.32	0.00	2.47	0.00
TIPO 3	0.16	0.00	0.18	0.00	2.18	0.00	2.39	0.00
TIPO 2	0.14	0.00	0.15	0.00	2.02	0.00	2.28	0.00
TIPO 1	0.11	0.00	0.12	0.00	1.80	0.00	2.10	0.00
PILOTIS	0.07	0.00	0.08	0.00	1.45	0.00	1.72	0.00
Subsolo	0.04	0.00	0.04	0.00	0.13	0.00	0.01	0.00
Fundação	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	-0.59	0.00

Variação no deslocamento do topo da edificação: 8.13%

Caso 7 Vento X-

Pavimento	Deslocamentos Horizontais Médios (cm)				Esforço Aplicado (tf)			
	1a. ordem		1a. + 2a. ordem		1a. ordem		1a. + 2a. ordem	
	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y
TIPO 6	-0.20	0.00	-0.22	0.00	-1.26	0.00	-1.30	0.00
TIPO 5	-0.20	0.00	-0.21	0.00	-2.44	0.00	-2.53	0.00
TIPO 4	-0.18	0.00	-0.20	0.00	-2.32	0.00	-2.47	0.00
TIPO 3	-0.16	0.00	-0.18	0.00	-2.18	0.00	-2.39	0.00
TIPO 2	-0.14	0.00	-0.15	0.00	-2.02	0.00	-2.28	0.00
TIPO 1	-0.11	0.00	-0.12	0.00	-1.80	0.00	-2.10	0.00
PILOTIS	-0.07	0.00	-0.08	0.00	-1.45	0.00	-1.72	0.00
Subsolo	-0.04	0.00	-0.04	0.00	-0.13	0.00	-0.01	0.00
Fundação	-0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.59	0.00

Variação no deslocamento do topo da edificação: 8.13%

Caso 8 Vento Y+

Pavimento	Deslocamentos Horizontais Médios (cm)				Esforço Aplicado (tf)			
	1a. ordem		1a. + 2a. ordem		1a. ordem		1a. + 2a. ordem	
	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y
TIPO 6	-0.02	1.10	-0.02	1.15	0.00	10.05	-0.01	10.30
TIPO 5	-0.02	1.05	-0.02	1.10	0.00	19.43	-0.01	19.88
TIPO 4	-0.02	0.97	-0.02	1.02	0.00	18.47	-0.01	19.18
TIPO 3	-0.01	0.86	-0.01	0.91	0.00	17.38	0.00	18.35
TIPO 2	-0.01	0.73	-0.01	0.77	0.00	16.05	0.00	17.23
TIPO 1	-0.01	0.57	-0.01	0.60	0.00	14.33	0.01	15.59
PILOTIS	0.00	0.40	0.00	0.42	0.00	11.58	0.02	12.59
Subsolo	0.00	0.22	0.00	0.23	0.00	1.05	-0.01	0.86
Fundação	0.00	0.06	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	-1.98

Variação no deslocamento do topo da edificação: 4.92%

Caso 9 Vento Y-

Pavimento	Deslocamentos Horizontais Médios (cm)				Esforço Aplicado (tf)			
	1a. ordem		1a. + 2a. ordem		1a. ordem		1a. + 2a. ordem	
	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y
TIPO 6	0.02	-1.10	0.02	-1.15	0.00	-10.05	0.01	-10.30
TIPO 5	0.02	-1.05	0.02	-1.10	0.00	-19.43	0.01	-19.88
TIPO 4	0.02	-0.97	0.02	-1.02	0.00	-18.47	0.01	-19.18
TIPO 3	0.01	-0.86	0.01	-0.91	0.00	-17.38	0.00	-18.35
TIPO 2	0.01	-0.73	0.01	-0.77	0.00	-16.05	0.00	-17.23
TIPO 1	0.01	-0.57	0.01	-0.60	0.00	-14.33	-0.01	-15.59
PILOTIS	0.00	-0.40	0.00	-0.42	0.00	-11.58	-0.02	-12.59
Subsolo	0.00	-0.22	0.00	-0.23	0.00	-1.05	0.01	-0.86
Fundação	0.00	-0.06	0.00	-0.06	0.00	0.00	0.00	1.98

Variação no deslocamento do topo da edificação: 4.92%

Caso 10 Desaprumo X+

Pavimento	Deslocamentos Horizontais Médios (cm)				Esforço Aplicado (tf)			
	1a. ordem		1a. + 2a. ordem		1a. ordem		1a. + 2a. ordem	
	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y
TIPO 6	0.24	0.00	0.26	0.00	2.27	0.00	2.32	0.00
TIPO 5	0.23	0.00	0.25	0.00	2.28	0.00	2.39	0.00
TIPO 4	0.22	0.00	0.23	0.00	2.28	0.00	2.46	0.00
TIPO 3	0.19	0.00	0.21	0.00	2.28	0.00	2.53	0.00
TIPO 2	0.16	0.00	0.18	0.00	2.28	0.00	2.60	0.00
TIPO 1	0.13	0.00	0.14	0.00	2.28	0.00	2.66	0.00
PILOTIS	0.08	0.00	0.09	0.00	2.28	0.00	2.65	0.00
Subsolo	0.04	0.00	0.05	0.00	1.31	0.00	1.20	0.00
Fundação	0.01	0.00	0.01	0.00	0.46	0.00	-0.44	0.00

Variação no deslocamento do topo da edificação: 8.48%

Caso 11 Desaprumo X-

Pavimento	Deslocamentos Horizontais Médios (cm)				Esforço Aplicado (tf)			
	1a. ordem		1a. + 2a. ordem		1a. ordem		1a. + 2a. ordem	
	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y
TIPO 6	-0.24	0.00	-0.26	0.00	-2.27	0.00	-2.32	0.00
TIPO 5	-0.23	0.00	-0.25	0.00	-2.28	0.00	-2.39	0.00
TIPO 4	-0.22	0.00	-0.23	0.00	-2.28	0.00	-2.46	0.00
TIPO 3	-0.19	0.00	-0.21	0.00	-2.28	0.00	-2.53	0.00
TIPO 2	-0.16	0.00	-0.18	0.00	-2.28	0.00	-2.60	0.00
TIPO 1	-0.13	0.00	-0.14	0.00	-2.28	0.00	-2.66	0.00
PILOTIS	-0.08	0.00	-0.09	0.00	-2.28	0.00	-2.65	0.00
Subsolo	-0.04	0.00	-0.05	0.00	-1.31	0.00	-1.20	0.00
Fundação	-0.01	0.00	-0.01	0.00	-0.46	0.00	0.44	0.00

Variação no deslocamento do topo da edificação: 8.48%

Caso 12 Desaprumo Y+

Pavimento	Deslocamentos Horizontais Médios (cm)				Esforço Aplicado (tf)			
	1a. ordem		1a. + 2a. ordem		1a. ordem		1a. + 2a. ordem	
	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y
TIPO 6	0.00	0.16	0.00	0.17	0.00	2.27	0.00	2.31
TIPO 5	0.00	0.15	0.00	0.16	0.00	2.28	0.00	2.35
TIPO 4	0.00	0.14	0.00	0.14	0.00	2.28	0.00	2.39
TIPO 3	0.00	0.12	0.00	0.13	0.00	2.28	0.00	2.42
TIPO 2	0.00	0.10	0.00	0.11	0.00	2.28	0.00	2.46
TIPO 1	0.00	0.08	0.00	0.08	0.00	2.28	0.00	2.48
PILOTIS	0.00	0.05	0.00	0.06	0.00	2.28	0.00	2.44
Subsolo	0.00	0.03	0.00	0.03	0.00	1.31	0.00	1.29
Fundação	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.46	0.00	0.09

Variação no deslocamento do topo da edificação: 5.10%

Caso 13 Desaprumo Y-

Pavimento	Deslocamentos Horizontais Médios (cm)				Esforço Aplicado (tf)			
	1a. ordem		1a. + 2a. ordem		1a. ordem		1a. + 2a. ordem	
	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y
TIPO 6	0.00	-0.16	0.00	-0.17	0.00	-2.27	0.00	-2.31
TIPO 5	0.00	-0.15	0.00	-0.16	0.00	-2.28	0.00	-2.35
TIPO 4	0.00	-0.14	0.00	-0.14	0.00	-2.28	0.00	-2.39
TIPO 3	0.00	-0.12	0.00	-0.13	0.00	-2.28	0.00	-2.42
TIPO 2	0.00	-0.10	0.00	-0.11	0.00	-2.28	0.00	-2.46
TIPO 1	0.00	-0.08	0.00	-0.08	0.00	-2.28	0.00	-2.48
PILOTIS	0.00	-0.05	0.00	-0.06	0.00	-2.28	0.00	-2.44
Subsolo	0.00	-0.03	0.00	-0.03	0.00	-1.31	0.00	-1.29
Fundação	0.00	-0.01	0.00	-0.01	0.00	-0.46	0.00	-0.09

Variação no deslocamento do topo da edificação: 5.10%

Imperfeições geométricas globais

Parâmetros	Direção X	Direção Y
Altura total da edificação (cm)	3000.00	
Nº de pilares contínuos	84	
Combinação vertical	G1+G2+Q+A	
Gama-Z	1.09	1.06
Ângulo mínimo	1/400	1/400
Ângulo adotado	1/562	1/562

Pavimento	Carga vertical (tf)	Carga aplicada (tf)		Deslocamento (cm)	
		X	Y	X	Y
TIPO 6	1355.67	2.41	2.41	0.24	0.16
TIPO 5	1362.18	2.42	2.42	0.23	0.15
TIPO 4	1362.19	2.42	2.42	0.22	0.14
TIPO 3	1362.19	2.42	2.42	0.19	0.12
TIPO 2	1362.18	2.42	2.42	0.16	0.10
TIPO 1	1362.17	2.42	2.42	0.13	0.08
PILOTIS	1360.76	2.42	2.42	0.08	0.05
Subsolo	958.16	1.70	1.70	0.04	0.03
Fundação	379.87	0.68	0.68	0.01	0.01



8. PARECER TÉCNICO

Este parecer técnico tem por finalidade deliberar diretrizes no âmbito da engenharia estrutural e geotécnica, de modo a elucidar os envolvidos e interessados para tomadas de providências, no que diz respeito a manutenção da estabilidade e integridade estrutural do imóvel, outrossim preservando a segurança e conforto dos usuários. À vista disto, os apontamentos supracitados no item 7.0, embasados pelos cálculos e análises estruturais computacionais no subitem item 7.4.7 sustenta os seguintes entendimentos:

- **Fundações**

Conforme exposto no item 7.1.2, a fundação da edificação possivelmente está assentada em camadas solo colapsível (areia silte-argilosa), o que pode contribuir para movimentações das fundações e provável surgimento de recalques diferenciais, evidenciados pelas manifestações patológicas já apresentadas. É sabido que a ocorrências de solos colapsíveis estão sujeitas a grande redução de volume e, portanto, potencialmente danosos às fundações cuja estrutura está assente. Somado a isso, foi verificado através dos cálculos de estimativa de recalque que a taxa de resistência da camada de solo cuja fundação está assentada é baixa e pouco consistente frente às solicitações de carregamentos dos pilares apresentados no mapa de cargas. Isso reafirma a hipótese de que tenha ocorrido uma redistribuição de esforços devido à rigidez da estrutura. Vale salientar que os pilares de canto, cuja manifestação patológica é mais evidente, possui solicitações menores, portanto, suas fundações foram sobrecarregadas após a redistribuição de esforços dos pilares centrais da edificação de sobremaneira que não puderam suportar os carregamentos sem que houvesse deformações no seu arranjo estrutural quando comprimido.

Vislumbrando esse cenário, foram realizados cálculos de estabilidade global da estrutura apresentados na Retroanálise estrutural e a interpretação dos resultados obtidos apontam que apesar da rigidez da estrutura ser verificada, os parâmetros de estabilidade global (Gama-Z) estão no limite admissível.

Coefficiente Gama-Z		
	Eixo X	Eixo Y
Momento de tombamento de cálculo (tf.m)	224.23	1786.71
Momento de 2a. ordem de cálculo (tf.m)	18.40	106.78
Gama-Z	1.09	1.06
Valor limite: 1.10		



Outrossim, a avaliação da análise da não linearidade geométrica pelo processo P-Delta apontam maiores variações de percentuais de deslocamentos do topo da edificação para os casos de desaprumo no Eixo X+ e X-, ambos com 8,48%. A hipótese é coerente, pois os cálculos apresentaram convergência no eixo de desaprumo do prédio, cujo índice Gama-Z é maior.

Com base nos parâmetros de imperfeições globais, obtidos na análise computacional, foi possível estimar o ângulo distorcional $\beta = 1/400$ para ambos os eixos. Dessa forma, é possível determinar o fator de risco que é dado por:

$$F_{RISCO} = \beta \times 1000$$

$$F_{RISCO} = \left(\frac{1}{400}\right) \times 1000 = 2,50 \quad (1)$$

Para uma análise mais abrangente, **visando estabelecer um intervalo** para o fator de risco, utilizou-se os limites Berberian (1987) com base nas sintomatologias através do mapeamento das aberturas de fissuras/trincas, sendo adotado:

$$F_{RISCO} = 5,0$$

F_{RISC}	Sintomatologia
até 02	Sem comprometimento da segurança e da funcionalidade da edificação.
02 a 04	Patologias incipientes, devendo, entretanto, serem corrigidas o quanto antes, para garantir e prolongar a vida útil da edificação.
04 a 06	Patologias graves que necessitam de correção imediata.
06 a 08	As patologias podem já estar comprometendo a segurança e estabilidade da edificação. Correções e reforços imediatos e possivelmente invasivos.
acima de 08	Instabilidade local/parcial, ou eminência de colapso total da edificação.
TAB.17.4.1 Recalques Distorcionais x Sintomatologia, Berberian (1987)	



Fator de Risco	$F_{isc} = 1000 \cdot \frac{\delta}{L}$	1,25	1,43	1,66	2,00	2,5	3,33	5,0	10
Distorção Angular	$\beta = \frac{\delta}{L}$	$\frac{1}{800}$	$\frac{1}{700}$	$\frac{1}{600}$	$\frac{1}{500}$	$\frac{1}{400}$	$\frac{1}{300}$	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{100}$
Limite a partir do qual são temidas dificuldades com máquinas sensíveis a recalques (1/750)	→								
Limite de perigo p/ pórticos com contravamentos (1/750)	→								
Edifícios estreitos: não são produzidos danos ou inclinações (1/540)	→								
Limite de segurança para edifícios no qual não são admitidas fissuras (1/500)	→								
Edifícios largos: não há danos ou inclinações (1/490)	→								
Edifícios largos (largura B > 15m): fissuras na alvenaria (1/490)	→								
Edifícios estreitos largura (B < 15m): fissuras na alvenaria (1/320)	→								
Limite em que são esperadas dificuldades com pontes rolantes (1/300)	→								
" " " " " as primeiras fissuras em paredes divisórias (1/300)	→								
Edifícios estreitos: fissuras na estrutura e pequena inclinação (1/270)	→								
Limite em que o desaprumo de edifícios altos e rígidos se torna visível (1/240)	→								
Edifícios estreitos: fissuras na estrutura, inclinação notável, necessidade de reforço (1/220)	→								
Edifícios Largos: fissuras graves, pequena inclinação (1/180)	→								
Fissuração considerável em paredes de alvenaria (1/150)	→								
Limite de segurança para paredes flexíveis de alvenaria (h/L < ¼)	→								
Limite em que são temidos danos estruturais nos edifícios em geral	→								
Ed. largos: fissuras na estrutura, inclinação notável, necessidade de reforço (1/120)	→								
Bjerrum (1963)	_____								
Vargas Silva (1973)	-----								

Mediante análise visual é plausível afirmar que a edificação possui danos arquitetônicos, que comprometem a estética/ funcionalidade da edificação, além de danos estruturais. As possíveis causas destes danos estão relacionadas a recalques de fundação. A seguir serão apresentados registros fotográficos retirados por condôminos:



RUPTURA DE TUBULAÇÕES



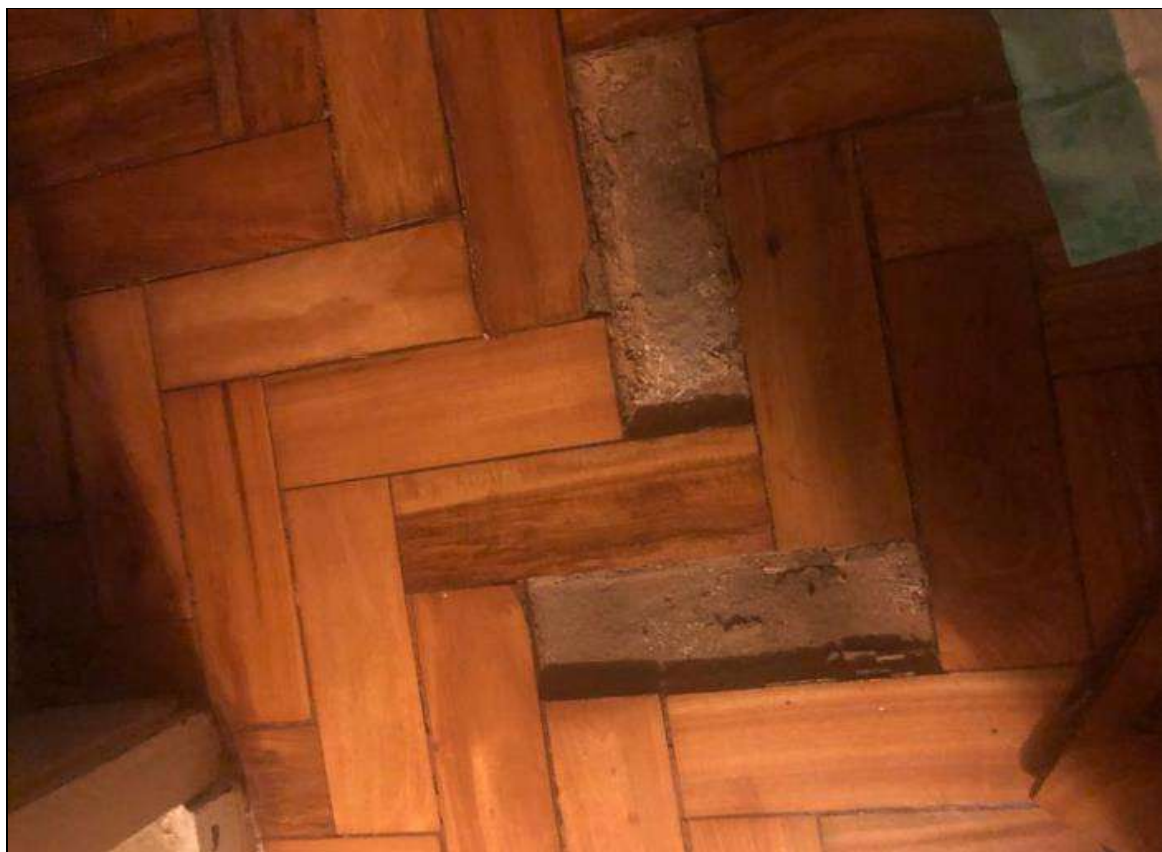
605 A



605 A



207 A



502 A



502 A - ARMARIOS DA COZINHA



502 A - ARMARIOS DO BANHEIRO

Dessa forma, com base na sintomatologia, o edifício está apresentando os seguintes problemas:

- i. Abertura das juntas de dilatação de forma crescente de acordo com a prumada do edifício;
- ii. Substituição de peças de cobogó danificadas por esmagamento com continuidade das fissuras da alvenaria;
- iii. Trincas e fissuras constantemente reparadas e preenchidas;
- iv. Portas, esquadrias e armários embutidos fora de esquadro/emperrados;
- v. Vidros de janelas trincados;
- vi. Fissuras em revestimentos cerâmicos;
- vii. Desprendimento e soltura de azulejos;
- viii. Fissuras em elementos estruturais (vigas e lajes) – estabilidade estrutural dos elementos comprometida (perigo eminente em estruturas hiperestáticas)
- ix. Desaprumo;
- x. Levantamento e soltura e tacos por provável efeito de torção na laje;
- xi. Desnívelamento de pisos: visivelmente inclinados;
- xii. Ruptura das tubulações e vazamentos acentuados das redes hidrossanitárias enterradas;
- xiii. Descolamento de armários planejados;
- xiv. Danos funcionais em pisos externos e calçadas;



Deste modo, o reforço de fundações é **altamente recomendável e de forma imediata, e tenha o início das atividades no prazo de 01 ano.**

- Bloco A

Sugere-se a execução de estacas escavadas com injeção de calda de cimento (estaca raiz) com alargamento do bloco de coroamento e solidarização com o tubulão.

Levando em consideração as obstruções para execução de uma nova estrutura de fundações, sendo tais limitações a altura do pé-direito e a proximidade de estruturas existentes que possam requerer ausência de vibração e de ruído, essa solução se torna viável. Trata-se de estacas moldadas *in loco* para servirem de fundação profunda, com diâmetro acabado de 300mm e de elevada tensão de trabalho no fuste, que é constituído de argamassa de areia e cimento e é inteiramente armado ao longo de todo o seu comprimento. O uso dessa modalidade se justifica pela dificuldade de acesso do local, pela elevada compacidade do terreno e pela presença de pedregulhos, nos quais a escavação somente pode ser processada através do uso de perfuratrizes rotativas, ou roto-percussivas, com a implantação de revestimentos metálicos em segmentos rosqueados estanques.

Durante e após a execução dos serviços supracitados é indispensável que haja controle de recalques devido à escavação (Bench Mark), aferido com níveis topográficos de precisão. Também se faz necessário o controle de verticalidade através de níveis ou medições topográficas.

- Bloco E

Como foi constatado que o Bloco E possui manifestações patológicas menos acentuadas, sugere-se a execução de solo reforçado através de microestacas injetadas com calda de cimento sob pressão nas camadas subjacentes ao assentamento das fundações de forma preventiva.

Para que seja realizado a execução dos serviços descritos é necessário aferir com precisão a cota de assentamento da fundação por meio de ensaio PIT. Trata-se de um método não destrutivo que tem como finalidade contribuir para a avaliação e integridade das fundações.

- **Estruturas de concreto**

Com relação às fissuras nas estruturas de concreto o monitoramento é um meio eficiente e sensível de julgar a estabilização dos movimentos de uma construção. Deste modo, a instalação destas lâminas serve como auxílio ao cronograma de intervenção do edifício.

Foi instalado uma placa de vidro sobre as principais fissuras para um controle contínuo da fissura e verificação do seu comportamento. Após a instalação das lâminas de vidro, foi registrado a



data e aferição de sua abertura. É importante que haja o acompanhamento contínuo por pelo menos três meses. O selo pode se romper antes desse prazo, situação onde é anotada a data e aplicado outro selo. Se o selo romper antes do período de tempo observado para a primeira ruptura, há indícios de que o recalque não se estabilizou e pode estar se acelerando (fissura ativa), o que pode agravar o quadro de estabilidade estrutural das peças já fissuradas.

Sendo assim, é **altamente recomendável que seja feito de imediato o reforço da estrutura do subsolo, conforme diretrizes de projeto.**

Mediante o quadro de manifestações patológicas presenciado, as tratativas serão baseadas em:

Reforço: correção dos problemas patológicos de forma a restituir ou aumentar a capacidade resistente do elemento;

- i. Vigas com fissuras no pavimento subsolo
- ii. Encontro de vigas e pilares com insuficiência de ancoragem;
- iii. Lajes com fissuras e flechas excessivas;

Recuperação: correção dos problemas patológicos de forma a restituir total ou parcialmente o desempenho original da peça;

- i. Lajes com armaduras expostas e deslocamento do concreto;
- ii. Fendas em cortina de contenção;



9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelo exposto, pôde-se contatar, sob o ponto de vista técnico, que os principais problemas causados na estrutura objeto deste laudo são decorrentes de falhas de projeto, execução e manifestações patológicas que comumente surgem durante a utilização da edificação. Portanto não é possível garantir a plena estabilidade, segurança e conforto dos usuários, sendo necessário obras de intervenção para reforço/recuperação estrutural e de fundações no edifício.

As recomendações para desempenho e durabilidade das estruturas requer um plano de recuperação executado conforme sugere este laudo. Reitera-se que, caso haja agravamento no quadro de abertura de fissuras e trincas na estrutura, o plano de evacuação do prédio deve-se ser cogitado. Tais melhorias e manutenções são, sob o ponto de vista econômico, onerosas e requer mão-de-obra especializada para execução dos trabalhos.

Sendo assim, é salutar o estudo de viabilidade técnico-econômico antes de qualquer intervenção. Além disso, as soluções devem ser projetadas e acompanhadas por um profissional habilitado. De igual forma, as atividades executadas devem ser supervisionadas pelo departamento de segurança do trabalho, uma vez que o não cumprimento das normas podem acarretar em acidentes e infrações perante aos órgãos fiscalizadores. Sem mais considerações, encerro este laudo com 183 páginas.

.....
Harley Chandler Borges Fonseca
Engenheiro Civil especialista em estruturas
CREA 213.643/D

