



Foto 31: Inspeção do cinto executado, aparentemente não engastado nas fundações da edificação.



Foto 32: Inspeção da fundação existente.



Foto 33: Fissura em alvenaria por recalque do piso térreo



Foto 34: Inspeção da fundação existente.



Foto 35: Fissura em alvenaria. Indício de inexistência de vergas.



Foto 36: Fissura em alvenaria. Indício de inexistência de vergas.

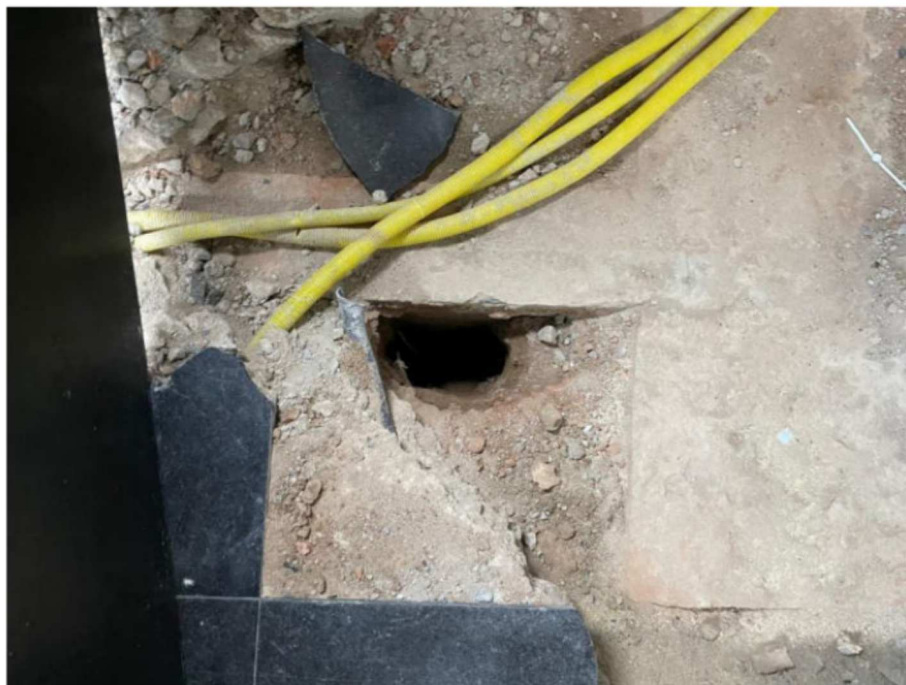


Foto 37: Inspeção da fundação existente.



Foto 38: Inspeção da fundação existente.

8. ANÁLISE TÉCNICA

8.1. Verificação dos recalques

Primeiramente foram verificados os pontos de recalque já aferidos pela equipe técnica do TRT em junho de 2021. Como as trincas nas alvenarias do primeiro pavimento são evidentes e as deformações do piso visíveis a olho nu, não foi necessário um levantamento topográfico para aferir o recalque do piso. Para a medição das deformações foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Nível laser Bosch GLL 2-12 G;



Figura 2: Nível laser Bosch GLL 2-12 G

- Medidor laser de distância Bosch GLM 50;



Figura 3: Medidor laser de distância Bosch GLM 50

- Trena convencional;

Esta atividade teve como objetivo verificar se o abatimento da edificação continua em ritmo acelerado ou se há estabilidade no recalque do piso. O nível laser foi utilizado para garantir o nivelamento dos pontos de referência, enquanto o medidor laser de distância e a trena convencional foram utilizados para verificar a distância do plano de referência até o piso existente.

Nos documentos fornecidos, observa-se os níveis na planta do 1º pavimento.

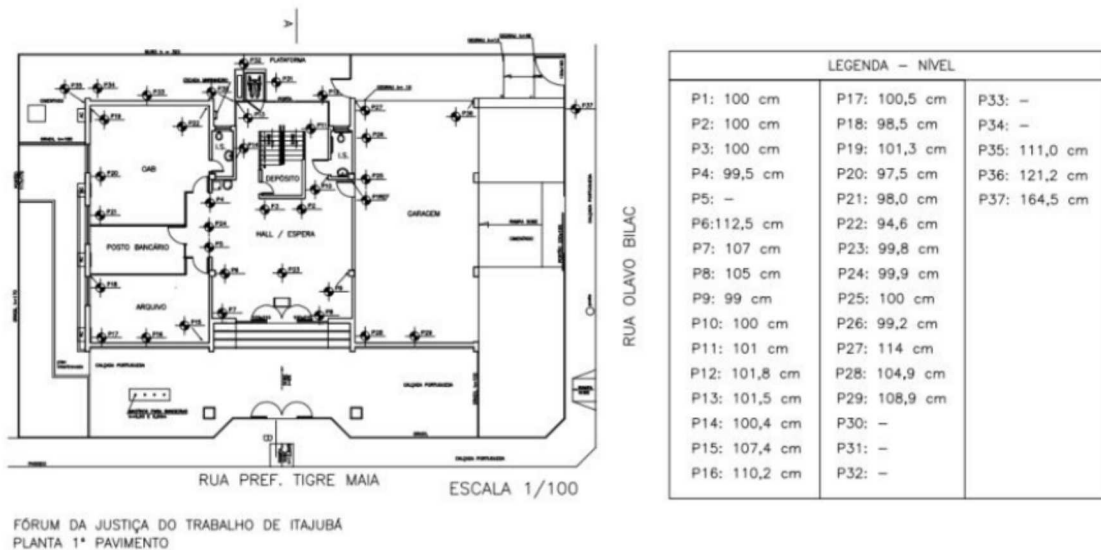


Figura 4: Medição inicial dos recalques (fonte: planta térreo - desníveis encontrados.pdf)

Na visita técnica realizada, foram observadas algumas diferenças nos níveis apresentados na planta do projeto original. As variações encontradas não indicam um abatimento generalizado e provêm principalmente da divergência dos equipamentos de medição.

Assim, é possível afirmar que o processo de recalque do piso não está acelerando.

PONTOS	DIFERENÇA DE NÍVEL (cm)	
	Obtido na visita	Medição original
P1	100	100
P2	100	100
P3	100	100
P4	99,5	99,5

PONTOS	DIFERENÇA DE NÍVEL (cm)	
	Obtido na visita	Medição original
P5	-	-
P6	112,5	112,5
P7	107	107
P8	105	105
P9	99	99
P10	100	100
P11	101	101
P12	101,8	101,8
P13	101,5	101,5
P14	100,4	100,5
P15	107,4	105,5
P16	110,2	110
P17	100,5	103,5
P18	98,5	98,5
P19	101,3	102
P20	97,5	98
P21	98	98
P22	94,6	94,5
P23	99,8	99,8
P24	99,9	99,9
P25	100	100
P26	99,2	99,4
P27	114	114
P28	104,9	104,9
P29	108,9	108,9
P30	-	-
P31	-	-
P32	-	-
P33	-	-
P34	-	-
P35	111	111

PONTOS	DIFERENÇA DE NÍVEL (cm)	
	Obtido na visita	Medição original
P36	121,2	121,2
P37	164,5	164,5

8.2. Análise estrutural

Para análise da estrutura foi elaborado um modelo da estrutura no sistema TQS, software amplamente reconhecido utilizado para dimensionamento de edificações no Brasil.

Foram considerados os critérios da norma NBR 6118:1978, também conhecida como NB1:78, por se tratar da norma vigente quando da elaboração do projeto original. Para os carregamentos, foi utilizado o prescrito na NBR 6120:1980.

Para a modelagem inicial e cálculo do mapa de cargas, os pilares foram considerados engastados na fundação.

No modelo não foram incorporadas as vigas em aço de reforço. Conforme observado na foto 21, o reforço não está apoiado nos pilares existentes. Assim, não há redistribuição dos carregamentos na estrutura. Como o objetivo do modelo estrutural é a análise dos carregamentos na fundação, a incorporação dos elementos em aço não é fundamental para o estudo.

Após a modelagem, foram comparados os mapas de carga do modelo elaborado pela MTF Consultoria e o indicado no projeto estrutural original. Os resultados estão indicados abaixo.

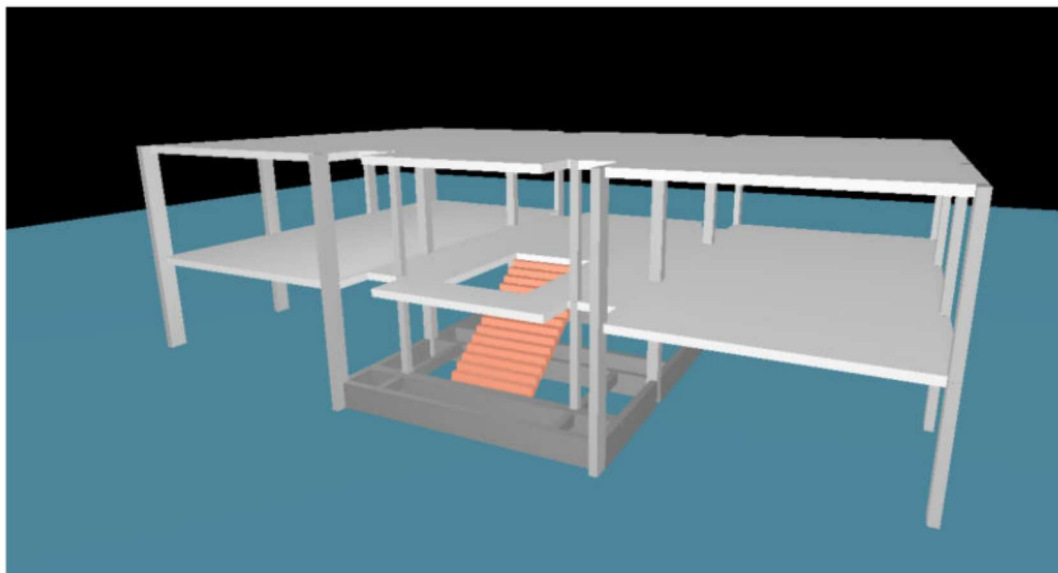


Figura 5: Modelo da estrutura

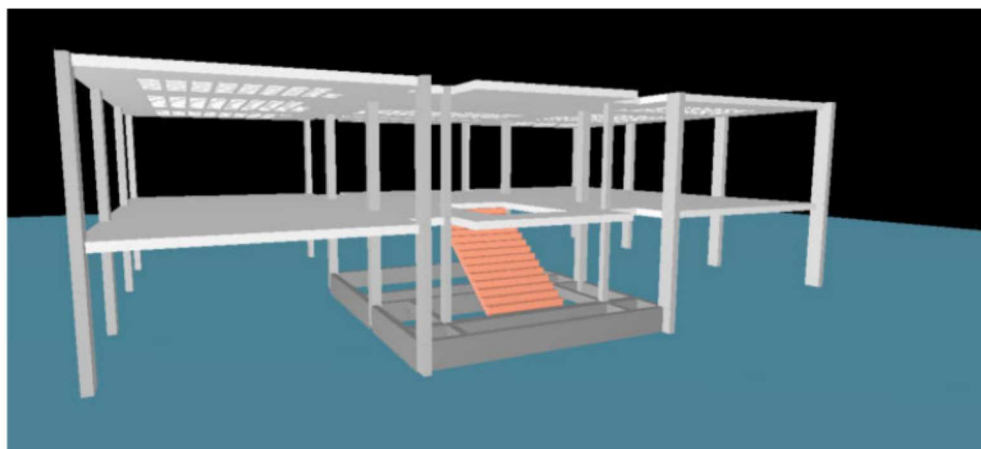
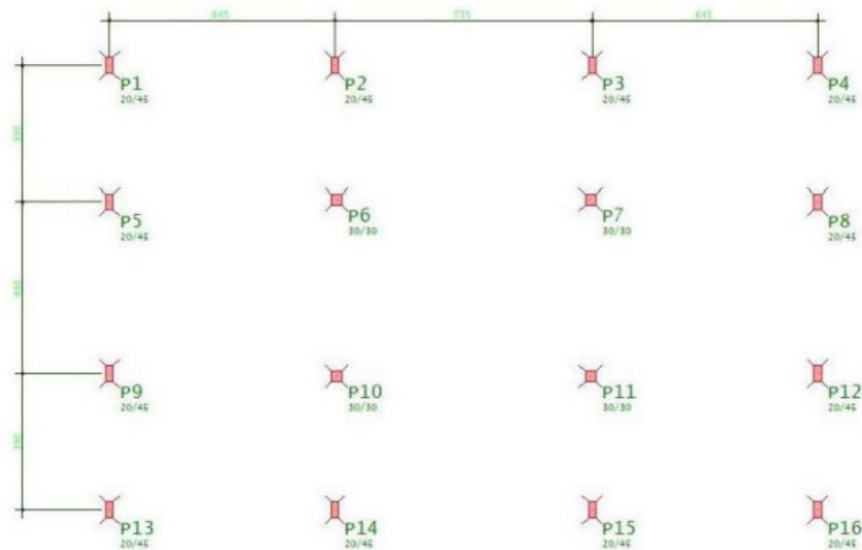


Figura 6: Modelo da estrutura

Segue a comparação entre os mapas de cargas:



Elem	FZ MAX-ELU2-Verificações de estado limite último - Pilares e fundações		
	Fz	Mx	My
P1	9.4	-0.6	-0.3
P2	18.0	-2.3	0.2
P3	24.4	-1.9	-0.3
P4	10.5	-0.6	0.5
P5	19.1	-0.3	-0.5
P6	67.4	0.2	0.6
P7	56.8	-0.1	-0.8
P8	20.7	-0.3	0.8
P9	19.8	-0.1	-0.3
P10	44.9	1.7	1.1
P11	68.0	0.3	-1.7
P12	20.6	-0.2	0.7
P13	11.6	0.2	-0.6
P14	36.1	-6.1	0.4
P15	33.2	-3.1	-0.9
P16	11.0	0.2	0.5

Observações:

- 1 - Os valores apresentados referem-se às reações nos apoios
- 2 - Esforços com valores característicos
- 3 - Forças em tf
- 4 - Momentos em tfm
- 5 - Sistema de coordenadas GLOBAL
- 6 - A força X positiva empurra o apoio da esquerda para a direita
- 7 - O momento X positivo gira o apoio em torno do eixo X no sentido horário
- 8 - A força Y positiva empurra em planta o apoio de baixo para cima
- 9 - O momento Y positivo gira o apoio em torno do eixo Y no sentido horário
- 10 - A força Z positiva empurra o apoio de cima para baixo
- 11 - O momento Z positivo gira o apoio em torno do eixo Z no sentido horário

Figura 7: Mapa de cargas calculado.

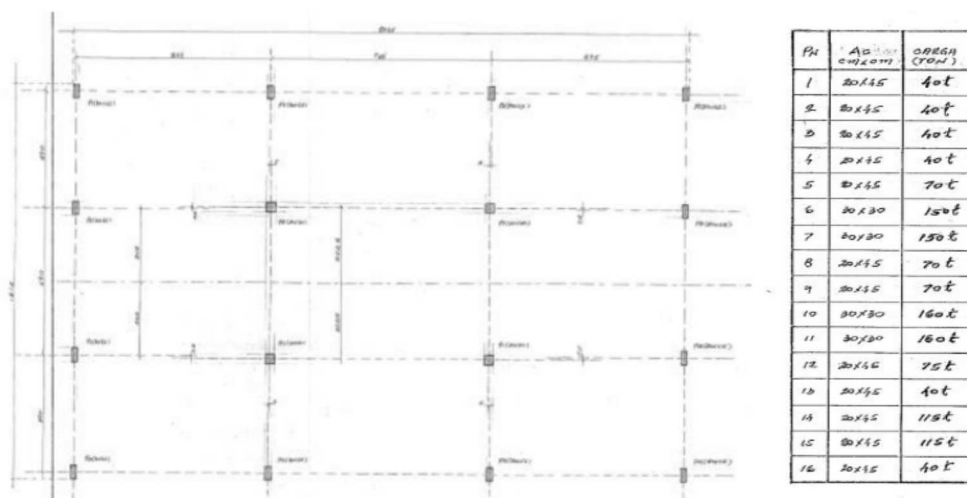


Figura 7: Mapa de cargas do projeto original (fonte: ITJ-01VT_PRJ_EX_EST_Locacao-Carga-Pilares_R00_FL01_1987-12-00).

PILARES	CARGA NOS PILARES (tf)	
	Calculado	Projeto original
P1	9.4	40
P2	18.0	40
P3	24.4	40
P4	10.5	40
P5	19.1	70
P6	67.4	150
P7	56.8	150
P8	20.7	70
P9	19.8	70
P10	44.9	160
P11	68.0	160
P12	20.6	75
P13	11.6	40
P14	36.1	115
P15	33.2	115
P16	11.0	40

Foi observado que as fundações originais foram dimensionadas para carregamentos significativamente maiores que os calculados pela MTF Consultoria. Isso ocorre por duas razões principais.

Como o modelo utilizado pela MTF considera a estrutura como um pórtico espacial com lajes, vigas e pilares em um único modelo, este conceito não era comum na época da concepção do projeto em função da inexistência das ferramentas computacionais necessárias. Esta divergência de conceitos faz com que o modelo computacional indique reações menores na fundação.

A outra situação encontrada é que a estrutura original foi dimensionada considerando um pilotis e três pavimentos tipos conforme notas do desenho ITJ-01VT_PRJ_EX_EST_Locacao-Carga-Pilares_R00_FL01_1987-12-00. Esta situação é compatível com a divergência de carregamentos encontrada.

É importante ressaltar que no dimensionamento utilizando o software TQS também foram calculadas flechas consideráveis na laje do primeiro pavimento acima do permitido pela NBR 6118. Esta situação já foi adereçada pelo reforço com vigas metálicas realizado no ano de 1994.

Os demais elementos analisados atendem aos critérios da norma vigente à época da elaboração do projeto estrutural. Abaixo estão apresentadas as armações dos pilares originais e os calculados pela MTF.

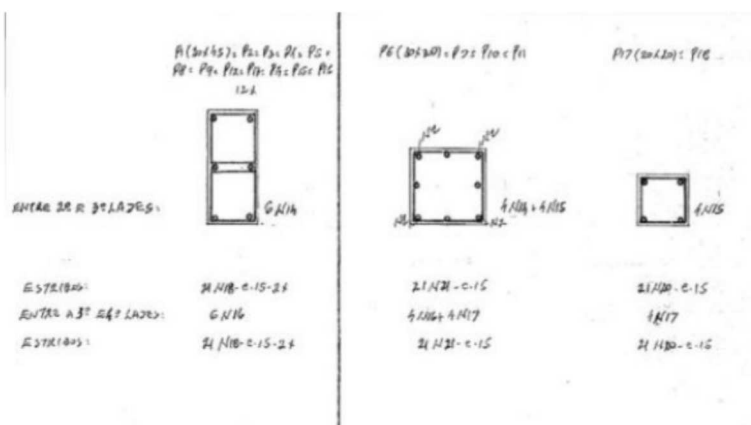
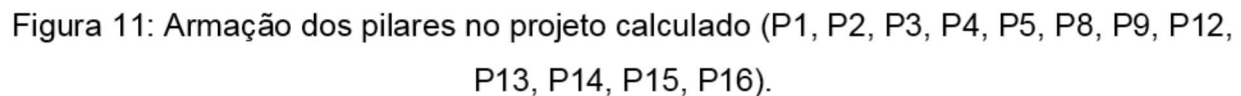
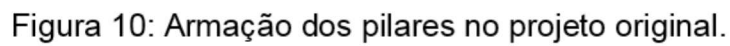


Figura 9: Armações dos pilares no projeto original.



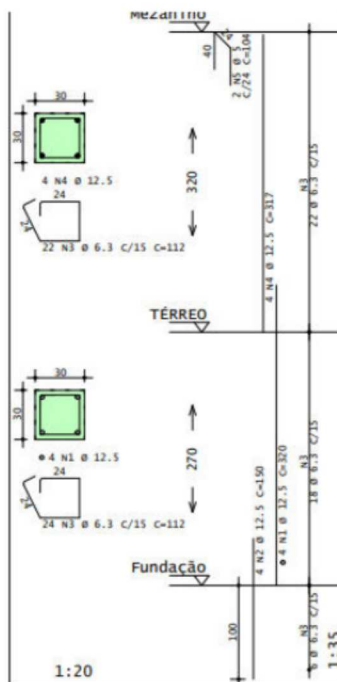


Figura 12: Armação dos pilares no projeto calculado (P6, P7, P10, P11).

Conforme observado, as armações dos pilares calculados pela MTF estão próximas às armações mínimas de norma e consistentemente inferiores ao detalhado no projeto original. Esta situação se repete nas vigas e lajes da estrutura existente.

8.3. Propostas de intervenção

Esta seção será dividida em três situações distintas relacionadas às manifestações patológicas identificadas durante a visita técnica.

8.3.1. Fissuras decorrentes da inexistência de vergas e contravergas

Devido à inexistência de vergas e contravergas, há uma concentração de tensões nas alvenarias adjacentes às aberturas de portas e janelas. A única solução efetiva para esta manifestação patológica é a incorporação das vergas e contravergas onde necessário. Qualquer outra solução de tratamentos das trincas e fissuras é provisória e não definitiva.

8.3.2. Fissuras em alvenarias decorrentes da deformação da laje.

Conforme identificado no dimensionamento estrutural desenvolvido pela MTF, as lajes do primeiro pavimento apresentaram flechas significativas. Esta não conformidade já foi adereçada pelo reforço com vigas metálicas realizado no ano de 1994.

Apesar da intervenção realizada, é possível observar que algumas alvenarias apresentam fissuras relacionadas à deformação excessiva das lajes.

A terapia indicada para esta situação é o reforço da alvenaria com malhas de aço ou fibra de vidro a fim de reestabelecer a monoliticidade do painel de alvenaria.

8.3.3. Recalque do piso térreo

No pavimento inferior houve um recalque significativo do piso em função da baixa capacidade resistente do solo superficial. Este recalque é observado tanto na região interna quanto externa da edificação, e as manifestações patológicas observadas são o abatimento do piso e as trincas e fissuras na alvenaria do piso térreo.

Deve-se ressaltar que esta movimentação do piso pode ter afetado as redes de água e esgoto da edificação, portanto, é recomendado proceder com a inspeção destes elementos. Por se tratar de intervenção mais complexa, foram analisadas três soluções possíveis:

- Demolição das alvenarias e pisos do pavimento térreo e manter a área sem utilização ou utilizar como jardim. Esta solução implica na interrupção do uso do pavimento

térreo como estacionamento ou salas, mantendo somente o acesso de pessoas pelo hall de entrada o edifício;

- Execução de nova laje de fundação apoiada em estacas a serem executadas. Para esta solução seria necessário executar novas fundações profundas para a laje de piso, pois a capacidade portante da camada superficial do solo não é suficiente para a execução de um radier. Esta solução possui custo elevado além de grande dificuldade operacional de acesso de equipamentos;
- Execução de nova laje de fundação apoiada nas fundações existentes. Como as fundações existentes foram dimensionadas para receber um carregamento maior que o efetivamente está atuando na estrutura, esta capacidade ociosa seria mobilizada para receber o carregamento da nova laje. Esta solução não implica na execução de novas fundações e nem reforço das existentes, sendo assim, uma opção com custo-benefício mais favorável.

É importante ressaltar que, independentemente da opção de intervenção adotada, será necessário proceder com a inspeção e recuperação das redes pluviais e de esgoto após a realização das obras de recuperação e reforço do piso térreo.

9. CONCLUSÃO

Após a análise técnica, conclui-se que a estrutura está estável apesar das manifestações patológicas encontradas na edificação. Tais manifestações ocorreram devido à três fatores principais.

- No pavimento superior é possível identificar diversas fissuras decorrentes da inexistência de vergas e contravergas. Este é um vício construtivo comum em edificações e a terapia indicada é a execução destes elementos construtivos.

- Também no pavimento superior podemos identificar algumas fissuras em alvenarias decorrentes da deformação da laje. O elemento estrutural já passou por reforço estrutural e não apresenta fissuração excessiva. Assim a terapia indicada nestes pontos é a recuperação da alvenaria.
- No pavimento inferior houve um recalque significativo do piso em função da baixa capacidade resistente do solo superficial, que provocou o aparecimento de trincas e fissuras das alvenarias do andar térreo. A solução mais recomendada para esta questão é a execução de uma laje apoiada nas fundações existentes.

Através da modelagem da edificação, foi possível identificar que as fundações foram dimensionadas para receber um carregamento maior que o efetivamente está atuando na estrutura. Assim a solução estrutural mais eficiente é a incorporação de uma laje no nível térreo apoiada nas fundações existentes.

O grande inconveniente desta solução é a necessidade de demolição do piso existente e das alvenarias não contempladas no projeto original, o que causará desconforto aos usuários. Para mitigar este problema, o projeto de intervenção pode prever a execução em etapas, mantendo o pavimento térreo parcialmente acessível mesmo durante a obra.



Marco Túlio Fleury de Carvalho
CREA-24991/D

MTF
CONSULTORIA
E
PROJETOS:008
06100000100

Assinado de forma
digital por MTF
CONSULTORIA E
PROJETOS:00806100
000100
Dados: 2022.10.11
09:33:31 -03'00'