



LAUDO DE PERÍCIA TÉCNICA

Que faz MOACYR MOLINARI,
brasileiro, casado, residente à rua
, Curitiba-PR, professor
universitário e engenheiro civil, portador
do R.G. n.º , carteira
profissional n.º 15.586-D/CREA-PR,
atendendo a pedido de

Outubro de 2004

1 - MOTIVO DA PERÍCIA

O motivo da presente perícia técnica é a verificação da possibilidade de demolição de duas paredes no apartamento n.º do edifício situado na Av. , Curitiba-PR, como parte de sua reforma.

A perícia visa fornecer elementos técnicos objetivos, racionais e lógicos, fundamentados em princípios físicos e matemáticos e em aplicações de engenharia, a fim de determinar se a demolição das duas paredes pode ou não afetar a resistência ou a estabilidade da estrutura do edifício e, em caso afirmativo, propor uma solução de reforço estrutural.

2 - FONTES DE DADOS BÁSICOS

O signatário não teve acesso aos projetos arquitetônico e estrutural do edifício: baseou suas análises físicas e matemáticas em dados objetivos obtidos através de medições, levantamento fotográfico e verificações realizadas no local da reforma, em 20 de outubro de 2004, a partir das 10h00.

3 - IDENTIFICAÇÃO DO LOCAL

O edifício situado na Av. , Curitiba-PR, na esquina com a Rua , possui o pavimento térreo (garagens) em pilotis e mais cinco pavimentos em alvenaria (pav. 1 a pav. 5), com estrutura em concreto armado. Não há terraço, nem elevadores. A tomada fotográfica a seguir mostra a fachada do edifício, voltada para a Av. .

x

x

x

x

x

x

(fotografia não publicada)

Tomada Fotográfica 02 - Fachada do edifício voltada para a Av. , mostrando as posições do apartamento número , do apartamento número , do pilar de concreto armado existente P1 e da viga de concreto armado existente VC1.

4 - ESTRUTURA DO PAVIMENTO TÉRREO

Por não se ter acesso ao projeto estrutural do edifício, iniciou-se com a hipótese de uma estrutura constante nos pisos dos vários pavimentos. Em um projeto estrutural de uma edificação como a estudada, é de se esperar que a disposição das vigas (elementos estruturais horizontais) do piso do primeiro pavimento (ou teto do pavimento térreo) seja a mesma disposição utilizada nos pisos dos demais pavimentos. Alguma variação na seção transversal dos pilares (elementos estruturais verticais) é esperada, já que as solicitações em tais elementos são maiores no pavimento térreo e diminuem progressivamente nos pavimentos superiores.

A fim de obter uma primeira visualização indireta da estrutura do teto do apartamento número (ou piso do apartamento número), fez-se a inspeção do pavimento térreo.

A estrutura do teto do pavimento térreo (garagens) é visível porque não existem ali paredes divisórias: é constituída por pilares e vigas de concreto armado.

A estrutura do teto do pavimento térreo, na região da projeção vertical do apartamento número , é mostrada na prancha de desenho 01 (anexa), na qual são representados os pilares de concreto armado, especialmente os pilares

P1, P2, P3 e P4 que serão novamente citados quando da inspeção da estrutura do teto do apartamento número (ou piso do apartamento número) e as vigas de concreto armado.

As cotas mostradas na prancha de desenho 01 foram obtidas por medição direta no local, com trena metálica graduada em milímetros.

A tomada fotográfica a seguir mostra a estrutura do teto do pavimento térreo, onde se destacam os pilares P1, P2, P3 e P4, a viga entre os pilares P1 e P2, a viga entre os pilares P3 e P4, e a viga VC1', na mesma prumada da viga VC1, no piso do apartamento (ou teto do apartamento), representada na prancha de desenho 02 (anexa).



Tomada Fotográfica 03 - Estrutura do teto do pavimento térreo, sob a fachada voltada para a Av. , mostrando as posições da entrada para o Bloco , dos pilares de concreto armado existentes P1, P2, P3 e P4, e das vigas.

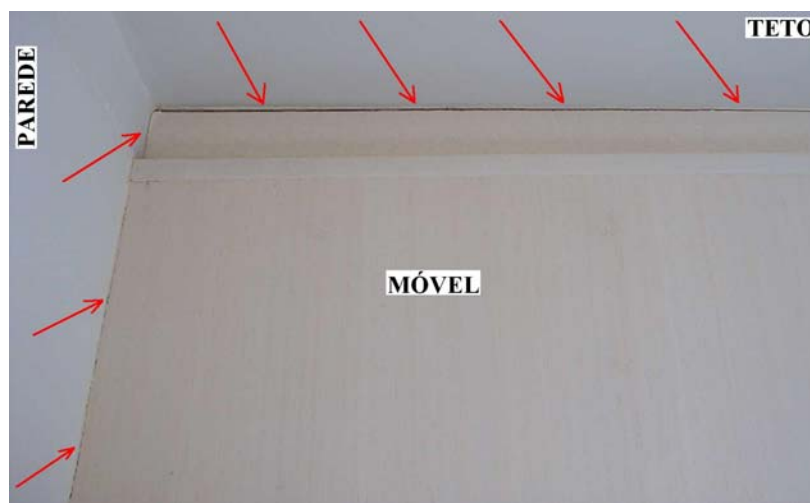
5 - INSPEÇÃO DO APARTAMENTO N.º

Imediatamente acima do apartamento número , está o apartamento número . No mesmo dia 20 de outubro de 2004, a partir das 11h10, o signatário fez a inspeção do apartamento número , com a autorização e na

presença do proprietário, senhor . Esta inspeção visou levantar eventuais danos produzidos no apartamento número , devido às vibrações mecânicas originadas na reforma do apartamento número .

Observou-se, no apartamento número , o seguinte:

- a) as paredes não apresentavam trincas ou fissuras recentes (com idades inferiores a um mês);
- b) o piso e o teto não apresentavam desníveis resultantes de recalques ou deformações permanentes;
- c) acima e atrás de um armário (ou guarda-roupa) do dormitório intermediário havia uma fissura entre o móvel e a parede e entre o móvel e o teto. O armário não se apresentava danificado. O que se observou foi o rompimento da película de tinta seca do teto e da parede que estava anteriormente aderida ao móvel. O rompimento da película de tinta seca pode ser consequência da aplicação de vibração mecânica originada na obra de reforma do apartamento . A tomada fotográfica a seguir ilustra o que se descreveu.



Tomada Fotográfica 04 - Fissuras (indicadas pelas setas) em película de tinta seca do teto e da parede, anteriormente aderida ao móvel.

- d) na janela do banheiro, observou-se a falta de parte da peça de vidro inferior. O proprietário informou que esta peça já estava trincada há muito tempo. A queda de parte da peça de vidro pode ser consequência da aplicação de vibração mecânica originada na obra de reforma do apartamento . A tomada fotográfica a seguir ilustra o que se descreveu.



Tomada Fotográfica 05 - Janela do banheiro do apartamento número . A seta vermelha contínua indica a fissura pré-existente na peça de vidro inferior: a parte da peça de vidro à esquerda desta fissura se soltou, enquanto que a parte à direita permaneceu presa à esquadria. A seta verde tracejada indica outra fissura pré-existente na peça de vidro superior.

6 - INSPEÇÃO DO APARTAMENTO N.º

O apartamento número encontrava-se em reforma no dia 18 de outubro de 2004, quando o signatário foi chamado ao local para tomar ciência da extensão do trabalho pericial necessário. Nesta oportunidade, recomendou-se que nenhuma nova parede fosse demolida até o final da perícia. Durante a perícia, no dia 20 de outubro de 2004, observou-se que a recomendação deste perito foi acatada, já que nenhum novo elemento foi demolido.

6.1 - Parede de Alvenaria na Sala de Estar

Antes da visita técnica do dia 18 de outubro de 2004, já havia sido demolida completamente (do piso ao teto) a parede de alvenaria logo em frente à porta de entrada, em posição correspondente ao elemento VM2 na prancha de desenho 02 (anexo), entre os pilares P3 e P4. O pilar P3 não foi demolido. Durante a perícia, observou-se que, na posição em que estava a parede de alvenaria, não havia



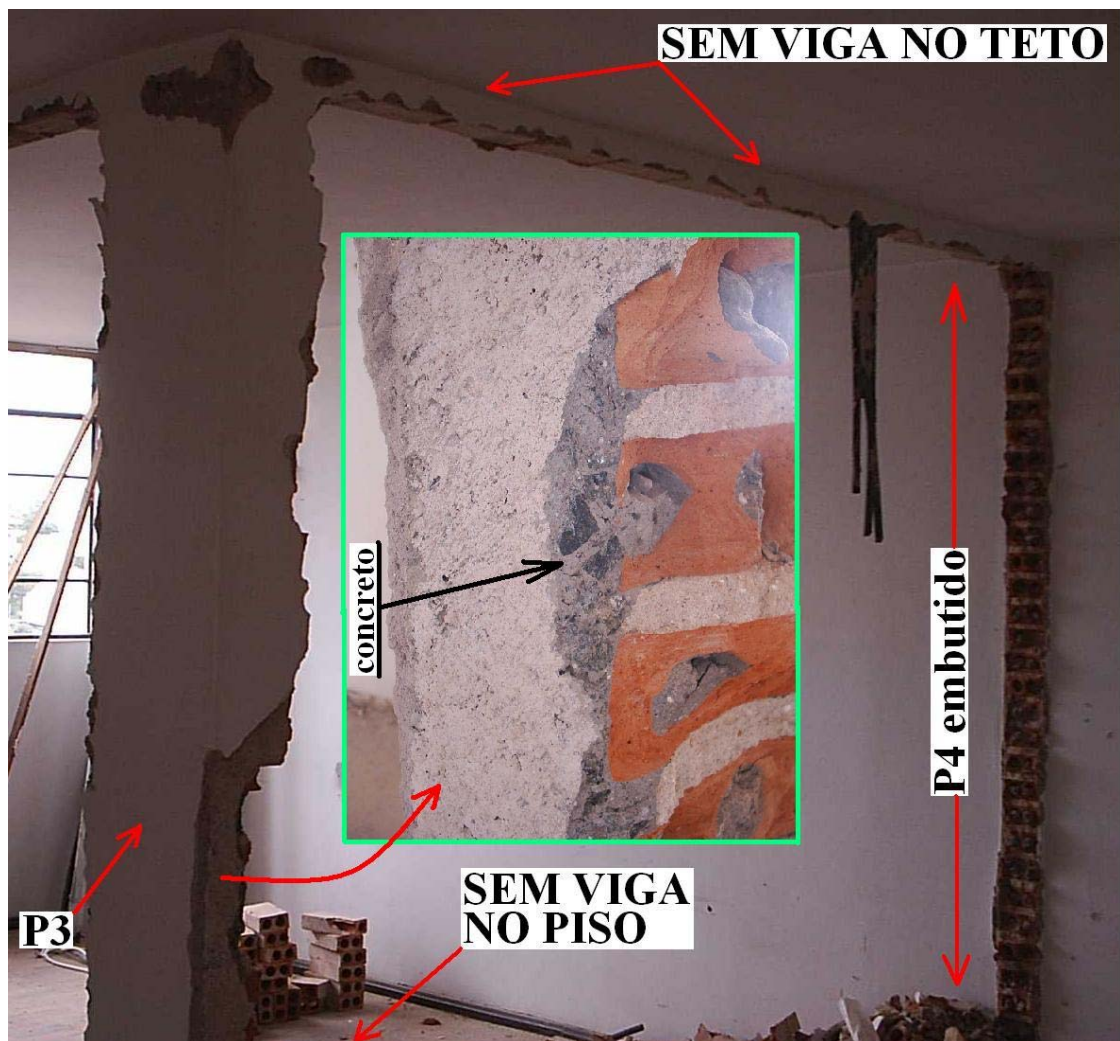
viga de concreto armado, nem na região superior da parede (sob a laje de teto), nem na região inferior (sobre o piso). A existência de uma viga de concreto armado embutida na parede de alvenaria era previsível porque:

- na estrutura do teto do pavimento térreo, há uma viga entre os pilares P3 e P4 (vide tomada fotográfica 03 e prancha de desenho 01);
- imediatamente acima da parede do apartamento número , existe uma parede do apartamento número .

A concepção da estrutura, tomando por base o que se viu no teto do pavimento térreo, levaria a crer que o peso da parede do apartamento número e parte do peso de sua laje de piso seriam suportados por uma viga embutida no alto da parede do apartamento . Aparentemente, o construtor adotou um esquema estrutural diferente no piso do apartamento , descarregando o peso na própria laje de piso e na parede do pavimento inferior. Se assim foi, provavelmente os pesos da cobertura e da laje de teto do apartamento devem ter tido o mesmo tratamento. Assim sendo, a parede de alvenaria removida no apartamento número poderia ter função estrutural, mesmo que auxiliar à laje de piso do pavimento . Considerando tal fato, será proposta neste documento a instalação de uma viga metálica de reforço estrutural (VM2 na prancha de desenho 02), com extremidades chumbadas no pilar P3 e na viga VC2 (próximo ao pilar P4), a qual cumprirá a função estrutural provavelmente atribuída à parede demolida.

A tomada fotográfica a seguir ilustra o que se descreveu:

- x
- x
- x
- x
- x
- x
- x
- x
- x
- x
- x
- x
- x
- x



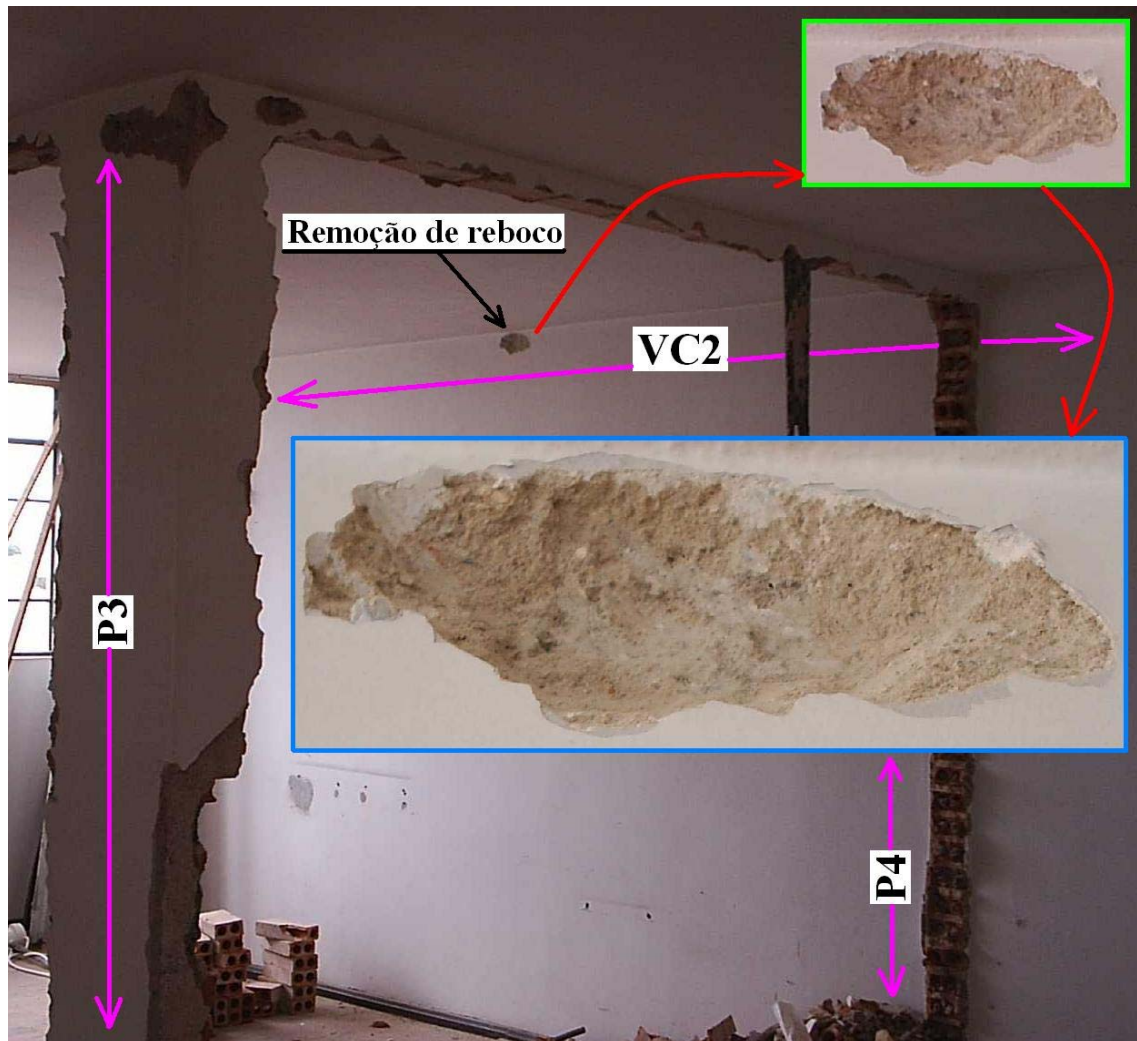
Tomada Fotográfica 06 - Espaço deixado entre os pilares P3 e P4, após a demolição da parede, na sala de estar. O pilar P4 está embutido na parede de divisa com o apartamento adjacente. No espaço anteriormente ocupado pela parede, não há viga de concreto armado nem no piso, nem no teto. O que se vê junto ao teto é a última fiada de blocos cerâmicos (“tijolos”) da parede demolida. Pendendo do teto, são visíveis eletrodutos que estavam embutidos na parede demolida.

Constatada a necessidade da viga metálica de reforço VM2, passou-se à verificação da existência de seus apoios: pilar P3 e viga de concreto VC2.

O pilar P3 já estava exposto devido à demolição da parede de alvenaria, como visto na tomada fotográfica 06.

Para a verificação da existência da viga de concreto armado VC2 (vide prancha de desenho 02), fez-se a remoção puntual do reboco, como

mostrado na tomada fotográfica a seguir. Observou-se, sob o reboco, a superfície de concreto da viga VC2, comprovando sua existência.



Tomada Fotográfica 07 - Verificação da existência da viga de concreto armado VC2.

Em todas as verificações realizadas no apartamento número , somente foram detectadas vigas de concreto armado periféricas (como as VC1 e VC2, na prancha de desenho 02), no alto das paredes externas: parede voltada para a Av. , parede voltada para a Rua , parede de divisa com a escada, parede de divisa com o apartamento adjacente. As paredes internas não possuem vigas de concreto armado embutidas.

O signatário foi informado de que paredes semelhantes à demolida no apartamento foram também removidas em outros apartamentos do mesmo edifício, o que leva a uma firme recomendação do signatário de que o condomínio providencie uma análise técnica de todos os casos ocorridos.

6.2 - Parede de Alvenaria no Terceiro Dormitório

No projeto arquitetônico da reforma do apartamento número , é prevista a remoção da parede interna existente entre o segundo e o terceiro dormitórios (entre os pilares P1 e P2) e a construção de uma nova parede paralela, no segundo dormitório. Esta nova parede será apoiada na laje do piso do segundo dormitório e deverá ser executada necessariamente em Drywall (gesso acartonado) ou blocos de concreto celular (Sical, Siporex etc.) ou em divisória leve.

A remoção da parede interna somente pode ser executada se não houver dano para a estrutura da edificação. Para verificar a situação desta parede, do ponto de vista estrutural, foi removido o reboco em diversos pontos, a fim de se verificar a existência ou não de elementos estruturais em concreto armado, embutidos na parede.

Primeiramente, fez-se uma remoção puntual do reboco na previsível posição do pilar P1. Sob o reboco de argamassa, encontrou-se concreto armado, confirmando ali a presença do pilar P1, como mostrado na tomada fotográfica a seguir:

x

x

x

x

x

x

x

x

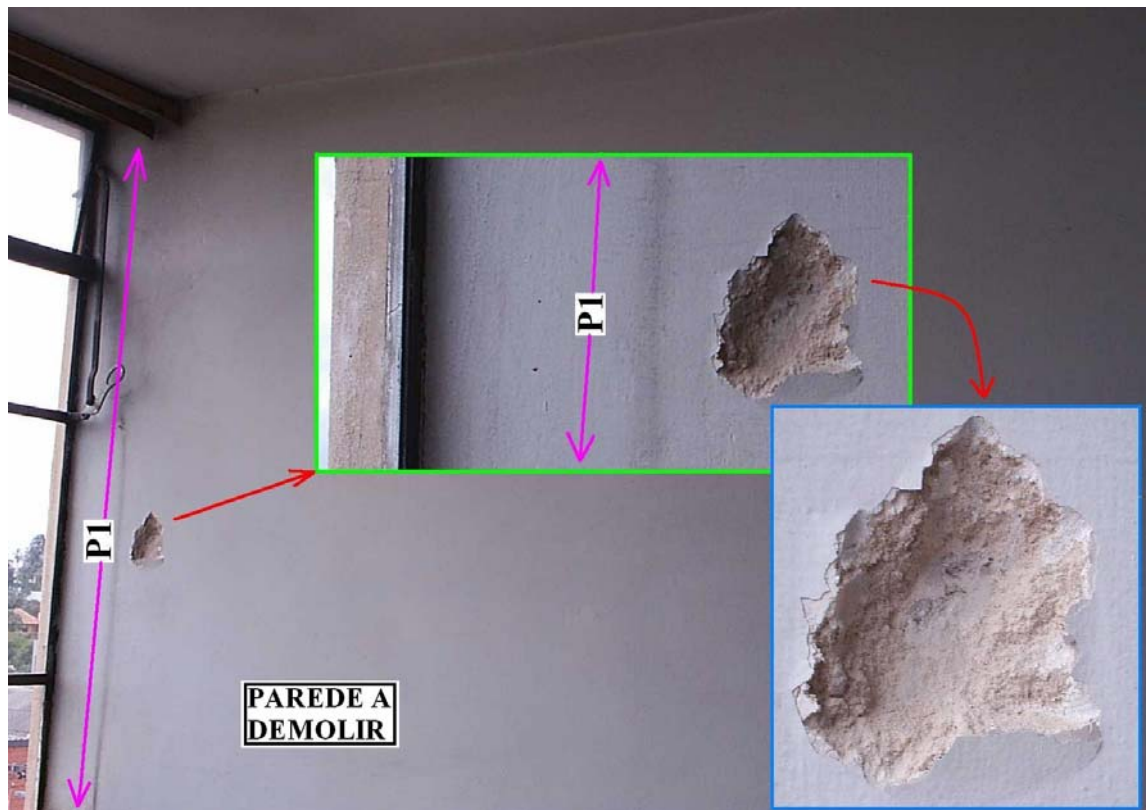
x

x

x

x

x



Tomada Fotográfica 08 - Remoção pontual de reboco, mostrando a superfície de concreto do pilar P1.

Em seguida, fez-se uma nova remoção pontual do reboco na previsível posição de uma viga de concreto armado embutida no bordo superior da parede. A viga seria previsível entre os pilares P1 e P2, porque:

- na estrutura do teto do pavimento térreo, existe uma viga de concreto armado entre os pilares P1 e P2 (vide tomada fotográfica 03 e prancha de desenho 01);
- nesta posição, existe uma parede no apartamento superior, cujo peso deveria ser suportado por uma viga de concreto armado.

Sob o reboco, não foi encontrado concreto, mas apenas blocos cerâmicos (“tijolos”), como pode ser visto na tomada fotográfica a seguir.

X

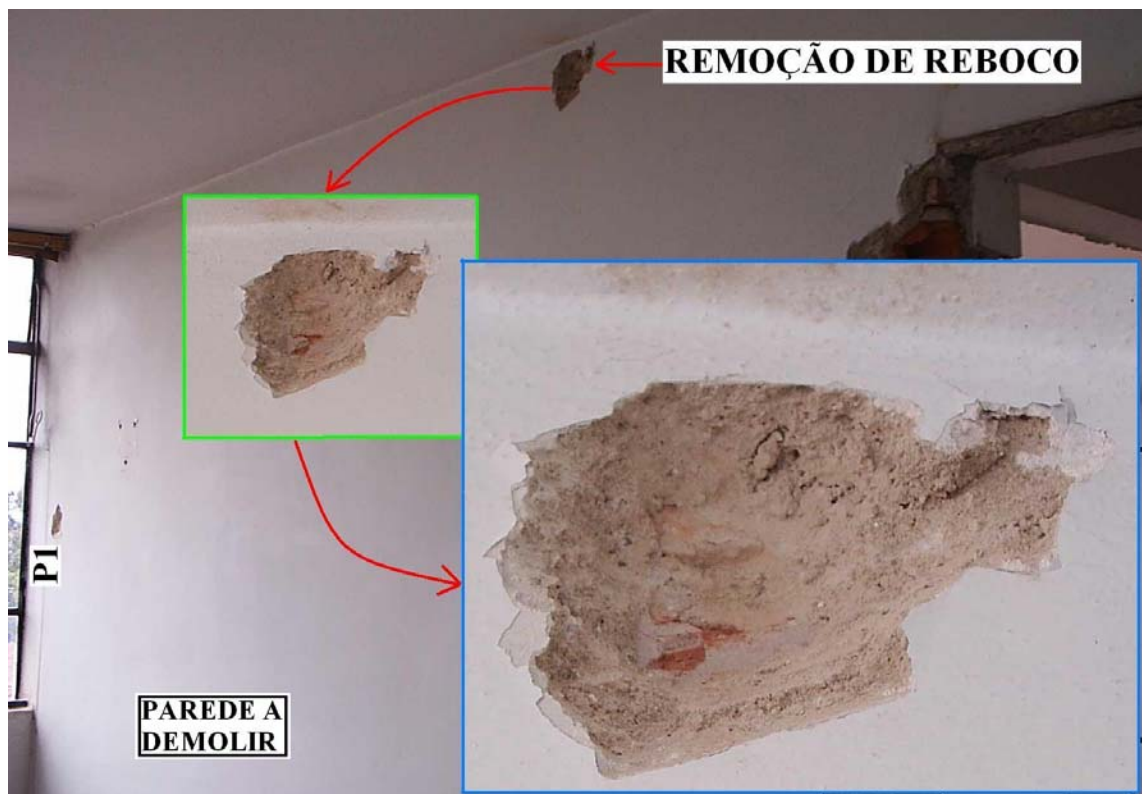
X

X

X

X

X



Tomada Fotográfica 09 - Remoção pontual de reboco, mostrando que no alto da parede não existe uma viga de concreto, mas apenas blocos cerâmicos (“tijolos”).

Portanto, não existe viga de concreto armado embutida nesta parede, ao contrário do que se observou na estrutura do teto do pavimento térreo, em que existe uma viga entre os pilares P1 e P2 (vide tomada fotográfica 03 e prancha de desenho 01).

A concepção da estrutura, tomando por base o que se viu no teto do pavimento térreo, levaria a crer que o peso da parede do apartamento número e parte do peso de sua laje de piso seriam suportados por uma viga embutida no alto da parede do apartamento. Aparentemente, o construtor adotou um esquema estrutural diferente no piso do apartamento, descarregando o peso na própria laje de piso e na parede do pavimento inferior. Se assim foi, provavelmente os pesos da cobertura e da laje de teto do apartamento devem ter tido o mesmo tratamento. Assim sendo, a parede de alvenaria a ser removida no apartamento número pode ter função estrutural, mesmo que auxiliar à laje de piso do pavimento. Considerando tal fato, será proposta neste documento a instalação de uma viga metálica de reforço estrutural (VM1 na prancha de desenho

02), com extremidades chumbadas nos pilares P1 e P2, a qual cumprirá a função estrutural provavelmente atribuída à parede a ser demolida. Antes da demolição da parede, o executor do reforço estrutural deverá escorar linearmente (não pontualmente) a laje do teto, ao longo e próximo do topo de ambas as faces da parede a ser demolida. A carga da laje do teto será distribuída linearmente (não pontualmente, isto é, sem aplicação de cargas concentradas) sobre a laje do piso, ao longo e próximo a ambas as faces da parede a ser demolida.

Finalmente, fez-se uma remoção puntual do reboco na previsível posição do pilar P2. Sob o reboco de argamassa, encontrou-se concreto armado, confirmando ali a presença do pilar P2, como mostrado nas tomadas fotográficas a seguir:

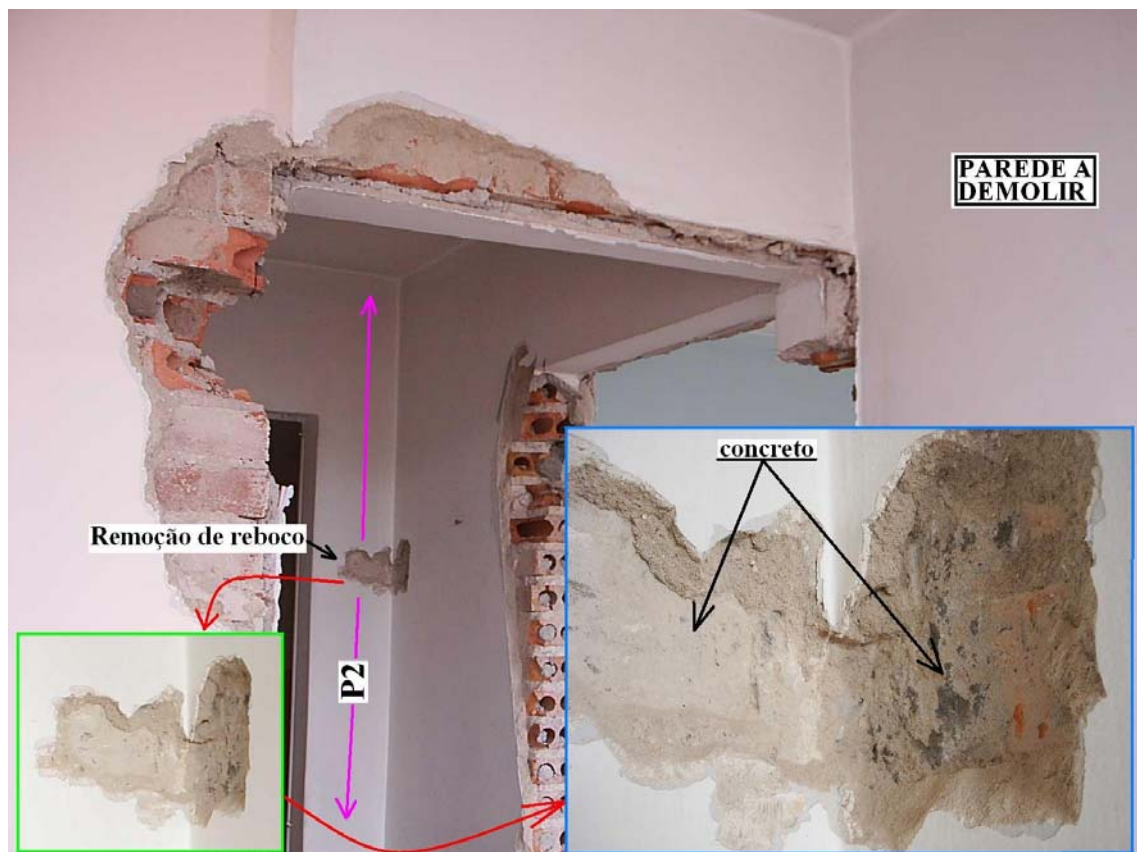


Tomada Fotográfica 10 - Remoção puntual de reboco, mostrando que, durante a operação de concretagem do pilar P2, o furo do bloco cerâmico da parede a ser demolida foi parcialmente preenchido pelo concreto.

X

X

X



Tomada Fotográfica 11 - Remoção pontual de reboco, mostrando a superfície de concreto do pilar P2. Observa-se que parte do concreto penetrou na parede de alvenaria a demolir, durante a concretagem do pilar P2.

Apesar de não existir uma viga de concreto armado embutida na parede a demolir, foi verificada a existência dos pilares P1 e P2, nos quais serão chumbadas as extremidades da viga metálica VM1 (vide prancha de desenho 02), a qual desempenhará a função estrutural provavelmente atribuída à parede.

7 - REFORÇOS ESTRUTURAIS NO AP. n.º

Para cumprir as funções estruturais da parede demolida na sala de estar e da parede a demolir entre os segundo e terceiro dormitórios, foram dimensionadas as vigas metálicas VM1 e VM2.

A viga metálica VM1 tem uma área de influência na laje de piso do apartamento de 10,72 m² e idêntica área de influência na laje do teto do apartamento e em sua cobertura. A carga total aplicada na viga VM1, incluindo



peso próprio, ação da laje de piso do apartamento , ação da laje de teto e cobertura do apartamento e peso da parede de alvenaria no apartamento , vale 2315 kgf/m. O momento fletor máximo vale 5551 kgf.m e a força cortante máxima vale 5070 kgf. Para resistir a estes esforços foi adotada a viga laminada VM1, em aço MR-250 (tensão de escoamento de pelo menos 2500 kgf/cm²), com perfil I de 8” na quarta alma. Cada extremidade da viga será soldada em uma chapa de aço com espessura de 5/16”. Cada chapa de extremidade será fixada ao respectivo pilar de concreto armado (P1 ou P2) através de quatro chumbadores de auto-expansão (tipo “parabolt”) com diâmetro de 1/2” e comprimento de 4”.

A viga metálica VM2 tem uma área de influência na laje de piso do apartamento de 4,21 m² e idêntica área de influência na laje do teto do apartamento e em sua cobertura. A carga total aplicada na viga VM2, incluindo peso próprio, ação da laje de piso do apartamento , ação da laje de teto e cobertura do apartamento e peso da parede de alvenaria no apartamento , vale 1739 kgf/m. O momento fletor máximo vale 1526 kgf.m e a força cortante máxima vale 2303 kgf. Para resistir a estes esforços foi adotada a viga laminada VM2, em aço MR-250, com perfil I de 6” na primeira alma. Cada extremidade da viga será soldada em uma chapa de aço com espessura de 1/4”. Cada chapa de extremidade será fixada ao respectivo apoio de concreto armado (P3 ou VC2) através de quatro chumbadores de auto-expansão (tipo “parabolt”) com diâmetro de 3/8” e comprimento de 3”.

As pranchas de desenho 02 a 05 (anexas) especificam todo o reforço estrutural.

8 - CONCLUSÕES

Frente a todos os dados levantados e expostos até aqui, feitas as inter-relações entre as informações objetivas coletadas, através do raciocínio lógico e à luz dos conhecimentos matemáticos e físicos aplicados em Engenharia, o parecer deste Perito é o de que:



g) a parede de alvenaria entre os segundo e terceiro dormitórios do apartamento pode ser demolida, contanto que seja considerado o fato de que tal parede pode ter função estrutural. Tal função será desempenhada pela viga metálica VM1, especificada nas pranchas de desenho 02, 03 e 05 (anexas).

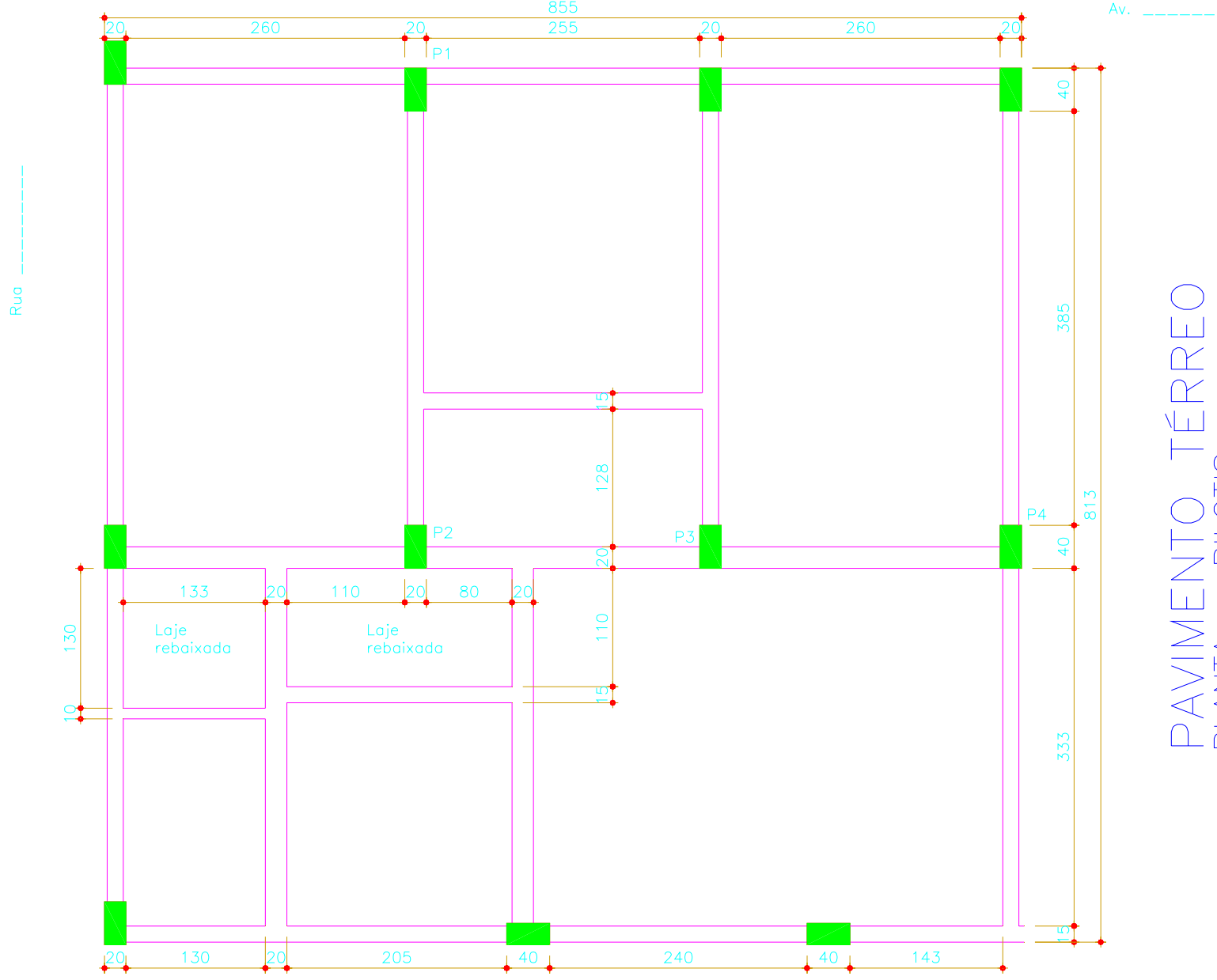
Anexos ao presente laudo estão cinco pranchas de desenho em formato A4 e duas folhas com um currículo resumido do signatário.

São estas as declarações que tem este Perito a fazer em sua consciência, aqui lavradas em 18 (dezoito) folhas de papel numeradas seqüencialmente (não incluídas as cinco pranchas de desenho e duas folhas de currículo).

Curitiba, 28 de outubro de 2004.

MOACYR MOLINARI
perito, engenheiro civil, professor, M.Sc.

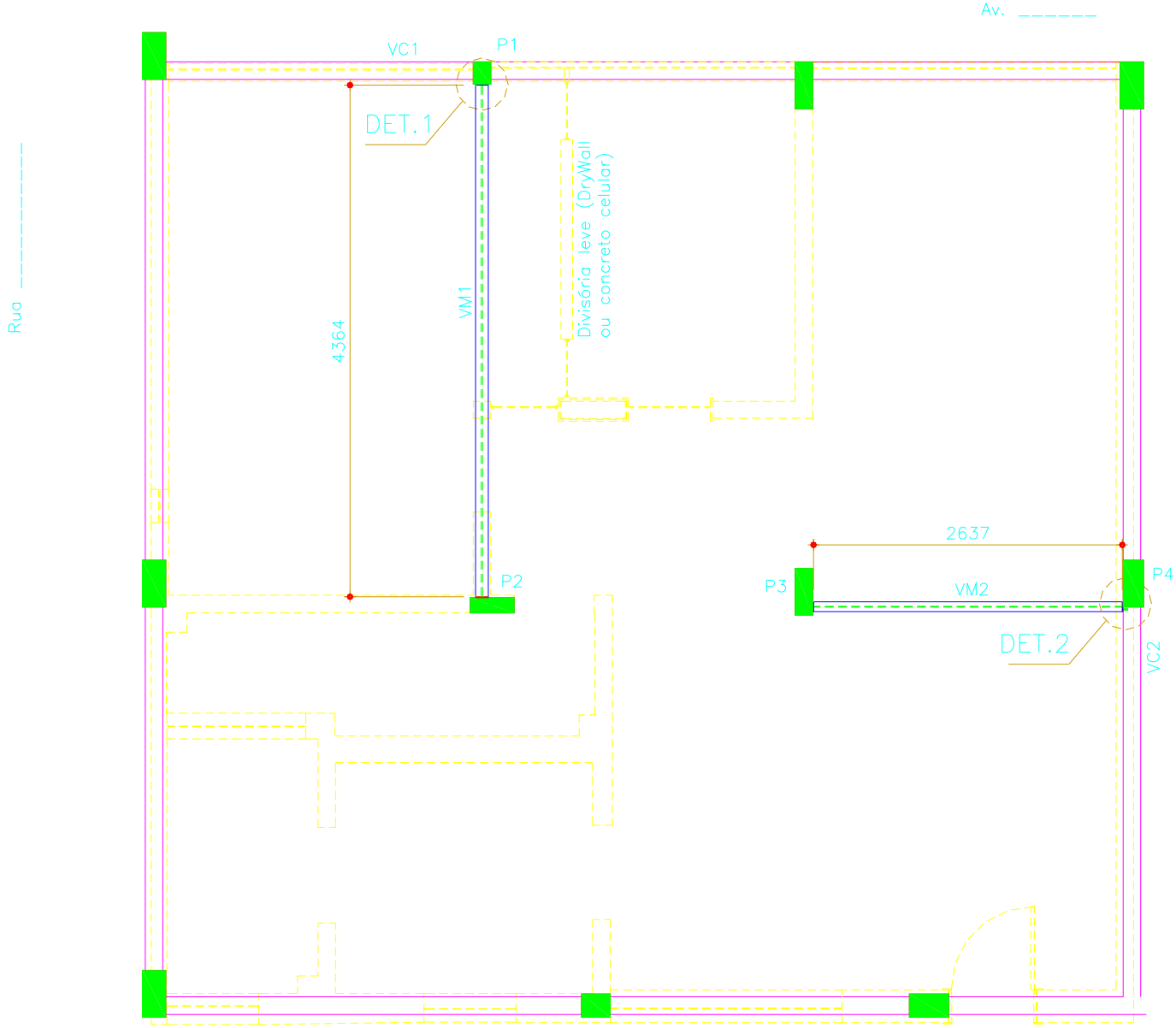
PRANCHA 01



PAVIMENTO TÉRREO PLANTA - PILOTIS

ESC. 1:50 - UNIDADE: cm

PRANCHA 02

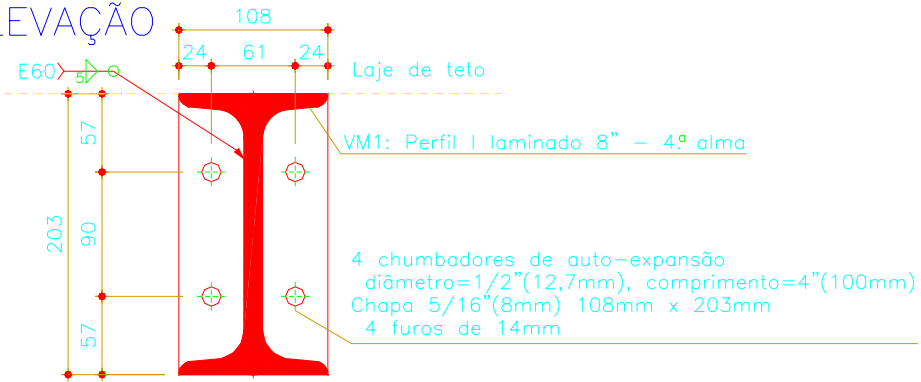


TETO DO AP. PLANTA DE MONTAGEM METÁLICA

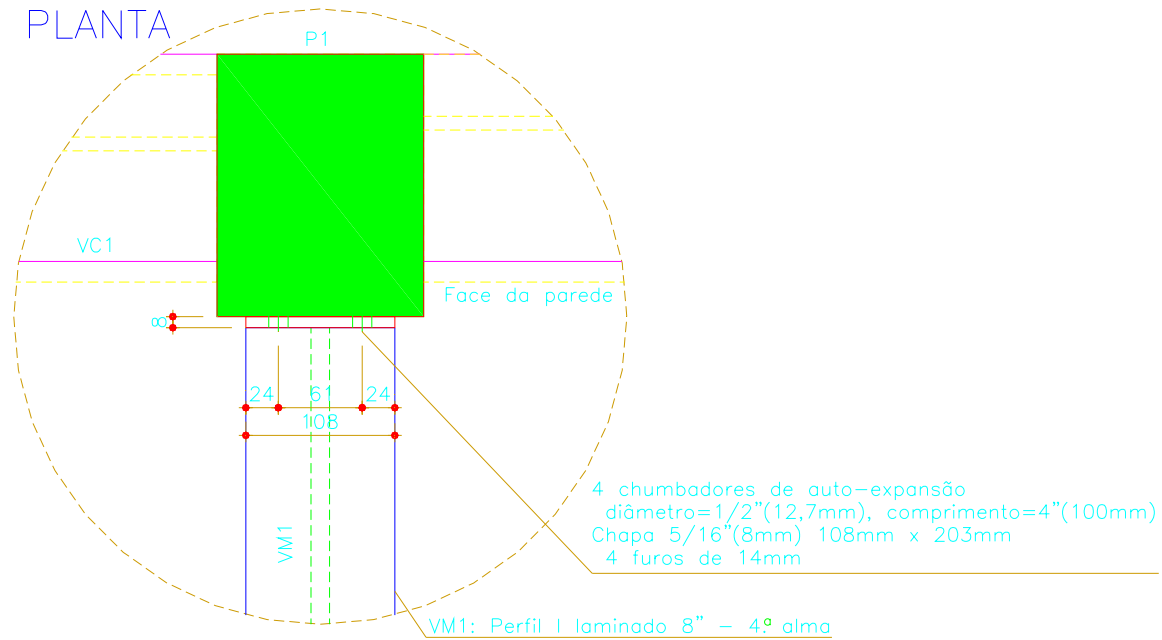
ESC. 1:50 – UNIDADE: mm

PRANCHA 03

ELEVAÇÃO

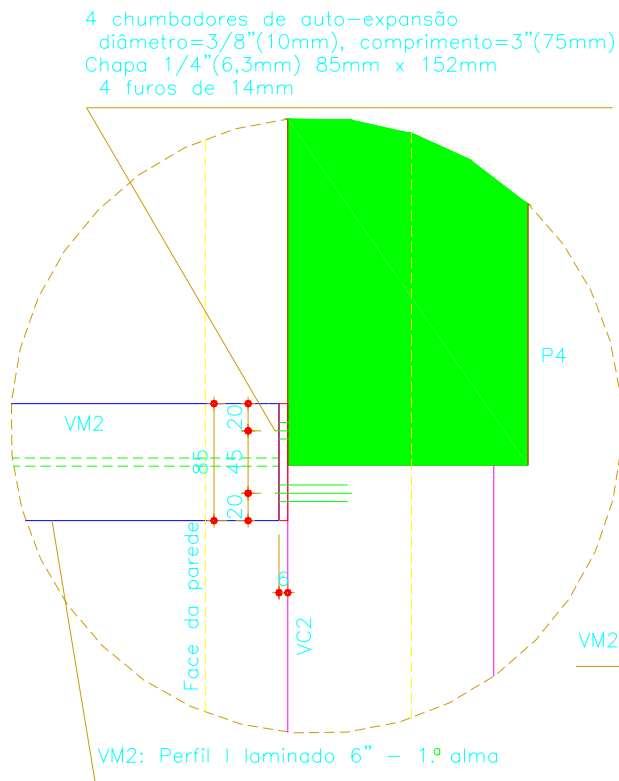


PLANTA

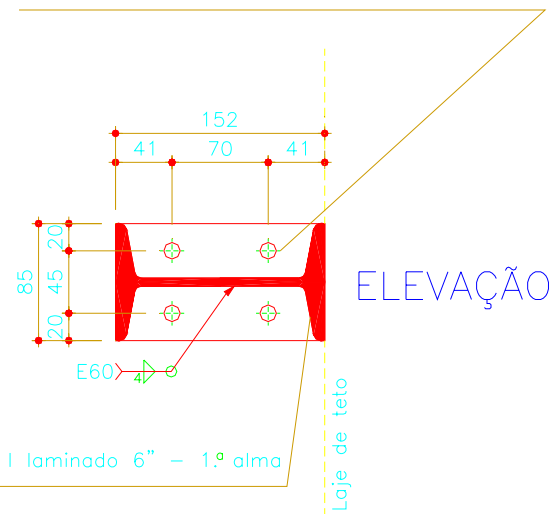


DET.1
FIXAÇÃO DE VM1
ESC. 1:5 - UNIDADE: mm

PLANTA



4 chumbadores de auto-expansão
diâmetro=3/8"(10mm), comprimento=3"(75mm)
Chapa 1/4"(6,3mm) 85mm x 152mm
4 furos de 14mm



DET.2
FIXAÇÃO DE VM2
ESC. 1:5 - UNIDADE: mm

RESUMO DE MATERIAIS

VIGAS METÁLICAS VM1 e VM2

PRESCRIÇÕES:

- a) Perfil em aço MR-250, com tensão de escoamento de pelo menos 250 MPa.
- b) Não consideradas perdas normais de fabricação (em torno de 5%)
- c) Não consideradas chapas de ligação e emendas.
- d) Comprimentos teóricos. VERIFICAR NA OBRA ANTES DA FABRICAÇÃO.

Marca	Tipo de perfil	Peso unitário (kg/m)	Compr. total (m)	Massa total (kg)	Quantidade de barras de 6m cada	Utilização
1	I lamin. 8" 4.a alma	38,00	4,364	166	01	VM1 – Viga Metálica 1
2	I lamin. 6" 1.a alma	18,50	2,637	49	01	VM2 – Viga Metálica 2
			Total	215		