



5.5. PROJETO EXECUTIVO

5.5.1.3 Projeto Executivo Estrutural

MUSEU JULIO DE CASTILHOS

Revisão 2

DEZEMBRO/2018

Responsável: Eduardo Vargas





MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO ESTRUTURAL

1 SUPRAESTRUTURA	8
1.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS	8
1.2 TOPOLOGIA ARQUITETÔNICA	10
1.2.1 Reserva Técnica	10
1.2.2 Passarela de Acesso à Reserva Técnica	10
1.2.3 Passarela de Acesso ao Elevador e Ampliação do Bloco B	10
1.2.4 Reforma e Correção de Patologias nos Blocos Existentes	11
1.3 MEMORIAL DESCRITIVO DA ESTRUTURA	11
1.3.1 Materiais	11
1.3.2 Topologia da Estrutura da Reserva Técnica e Adjacentes	12
1.3.3 Topologia da Estrutura da Passarela de Acesso à Reserva Técnica	15
1.3.4 Topologia da Estrutura da Ampliação do Bloco B e Acesso ao Elevador	18
1.3.5 Topologia da Estrutura Galeria Técnica	21
1.3.6 Intervenções nas Estruturas dos Prédios Existentes	23
1.3.6.1 Orientações para a execução dos projetos de engenharia com interferência nos Prédios Existentes	24
1.3.6.1.1 Orientações para a execução do projeto hidrossanitário nos locais de interferência nos Prédios Existentes	24
1.4 MEMORIAL JUSTIFICATIVO DA ESTRUTURA	25
1.4.1 Estrutura da Reserva Técnica e Adjacentes	25
1.4.2 Estrutura da Passarela de Acesso à Reserva Técnica	26
1.4.3 Estrutura da Ampliação do Bloco B e Acesso ao Elevador	26
1.4.4 Estrutura Galeria Técnica	26
1.4.5 Estruturas dos Prédios Existentes	27
1.5 ANÁLISE E DIMENSIONAMENTO	27
1.5.1 Estrutura da Reserva Técnica e Adjacentes	27
1.5.2 Estrutura da Passarela de Acesso à Reserva Técnica	29





1.5.3	Estrutura da Ampliação do Bloco B e Acesso ao Elevador.....	30
1.5.4	Estrutura da Galeria Técnica.....	31
1.5.5	Estruturas dos Prédios Existentes.....	33
1.6	QUANTITATIVO DE MATERIAIS.....	50
1.6.1	Estrutura da Reserva Técnica e Adjacentes.....	50
1.6.1.1	Concreto Magro	50
1.6.1.2	Concreto Estrutural C25.....	51
1.6.1.3	Área de Formas	52
1.6.1.4	Pré-laje	54
1.6.1.5	Escoramento.....	54
1.6.1.6	Aço CA-50.....	55
1.6.1.7	Resumo	55
1.6.2	Estrutura da Passarela de Acesso à Reserva Técnica.....	56
1.6.2.1	Concreto Estrutural C25.....	56
1.6.2.2	Área de Formas	56
1.6.2.3	Aço ASTM A-36	56
1.6.2.4	Escoramento.....	56
1.6.2.5	Aço CA-50.....	56
1.6.2.6	Junta.....	57
1.6.2.7	Aparelho de Neoprene	57
1.6.2.8	Mastique elástico	57
1.6.2.9	Resumo	57
1.6.3	Estrutura da Ampliação do Bloco B e Acesso ao Elevador.....	57
1.6.3.1	Concreto Magro	57
1.6.3.2	Concreto Estrutural C25.....	58
1.6.3.3	Área de Formas	58
1.6.3.4	Escoramento.....	59
1.6.3.5	Aço CA-50.....	59





1.6.3.6	Escada Metálica.....	59
1.6.3.7	Resumo	60
1.6.4	Estrutura Galeria Técnica.....	60
1.6.4.1	Concreto Magro	60
1.6.4.2	Concreto Estrutural C25.....	60
1.6.4.3	Área de Formas	60
1.6.4.4	Estacas Escavadas.....	60
1.6.4.5	Aço CA-50.....	61
1.6.4.6	Mastique Elástico	61
1.6.4.7	Resumo	61
1.6.5	Estruturas dos Prédios Existentes.....	61
1.6.5.1	Estacas Escavadas 30 cm Diâmetro.	61
1.6.5.2	Concreto C25.....	61
1.6.5.3	Graute.....	62
1.6.5.4	Área de Formas	62
1.6.5.5	Aço CA-50.....	63
1.6.5.6	Escada Metálica.....	63
1.6.5.7	Cabos de Protensão e Cones de Ancoragem	63
1.6.5.8	Resumo	63
1.7	MEMORIAL DE PROCEDIMENTOS PARA ESCAVAÇÕES.....	64
1.8	MEMORIAL DE PROCEDIMENTOS PARA ESTRUTURAS EM CONCRETO ARMADO	65
1.8.1	Concreto	65
1.8.1.1	Composição / Materiais Componentes.....	65
1.8.1.2	Dosagem.....	65
1.8.1.3	Preparo do concreto.....	65
1.8.1.4	Transporte.....	66
1.8.1.5	Lançamento	66
1.8.1.6	Adensamento.....	67





1.8.1.7 Cura.....	68
1.8.1.8 Controle de qualidade	69
1.8.2 Armaduras	70
1.8.2.1 Aço.....	70
1.8.2.2 Recebimento e estocagem.....	70
1.8.2.3 Preparo das armaduras.....	71
1.8.2.4 Colocação das armaduras	72
1.8.3 Formas para concreto	72
1.8.3.1 Painéis	72
1.8.3.2 Travamentos	73
1.8.3.3 Cimbramentos.....	73
1.8.4 Metodologia nas concretagens.....	73
1.8.4.1 Desforma e Descimbramento.....	73
1.8.4.2 Passagens de Dutos	74
1.8.5 Impermeabilizações das estruturas de concreto.....	74
1.8.5.1 Muro de Arrimo e Cortina de Contenção	74
1.8.5.2 Vigas baldrame, alvenarias de embasamento e fundações.....	74
1.8.6 Fiscalização	75
1.9 BIBLIOGRAFIA	76
 ANEXO I – ANÁLISES DO FTOOL.....	 78





2	MEMORIAL DESCRITIVO FUNDAÇÕES	82
2.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	82
2.2	MEMORIAL DESCRITIVO E JUSTIFICATIVO	82
2.2.1	Ampliação dos Prédios Históricos	82
2.2.2	Passarela de Ligação.....	85
2.2.3	Reserva Técnica	88
2.2.4	Estrutura para o Deck	91
2.2.5	Materiais	91
2.3	CARGAS ADMISSÍVEIS NAS ESTACAS E NO SOLO.....	92
2.3.1	Método Adotado.....	92
2.3.2	Estacas Escavadas a Trado – Micro Estacas.....	92
2.3.3	Tubulões Reserva Técnica.....	92
2.3.4	Sapatas Deck dos Fundos da Reserva Técnica.....	93
2.4	QUANTITATIVO DE MATERIAIS.....	94
2.4.1	Fundações do Bloco B	94
2.4.1.1	Concreto Magro	94
2.4.1.2	Concreto Estrutural C25.....	94
2.4.1.3	Área de Formas	94
2.4.1.4	Aço CA-50.....	95
2.4.1.5	Estacas 30 cm	95
2.4.1.6	Resumo	95
2.4.2	Fundações da Passarela de Ligação	95
2.4.2.1	Concreto Magro	95
2.4.2.2	Concreto Estrutural C25.....	95
2.4.2.3	Área de Formas	96
2.4.2.4	Aço CA-50.....	96
2.4.2.5	Estacas 30 cm	96
2.4.2.6	Resumo	96





2.4.3	Fundações da Reserva Técnica e Deck	96
2.4.3.1	Concreto Magro	96
2.4.3.2	Concreto Estrutural C25	97
2.4.3.3	Área de Formas	98
2.4.3.4	Aço CA-50	98
2.4.3.5	Resumo	98
2.4.4	Resumo Geral	98
2.5	BIBLIOGRAFIA	99
ANEXO II – GEOTECNIA		101





1 SUPRAESTRUTURA

1.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os presentes memoriais referem-se a Estrutura do Prédio destinado a reserva técnica, que é uma construção nova totalmente independente dos demais prédios, dos reforços e ampliações dos prédios históricos que abrigam o núcleo do Museu Julio de Castilhos, dos elementos de ligação entre esses prédios e das estruturas acessórias, compreendendo uma galeria técnica subterrânea para passagem de tubulações e uma estrutura para sustentação do deck de madeira nos fundos da Reserva Técnica.

Os elementos básicos para lançamento da estrutura são os contidos no respectivo projeto arquitetônico, que atende os demais projetos complementares.

Devido à proximidade, justaposição e interdependência funcional, estão incluídas no prédio da Reserva Técnica as construções destinadas ao muro de arrimo adjacente.

A figura 1, a seguir, indica em planta a localização desses elementos de estrutura.



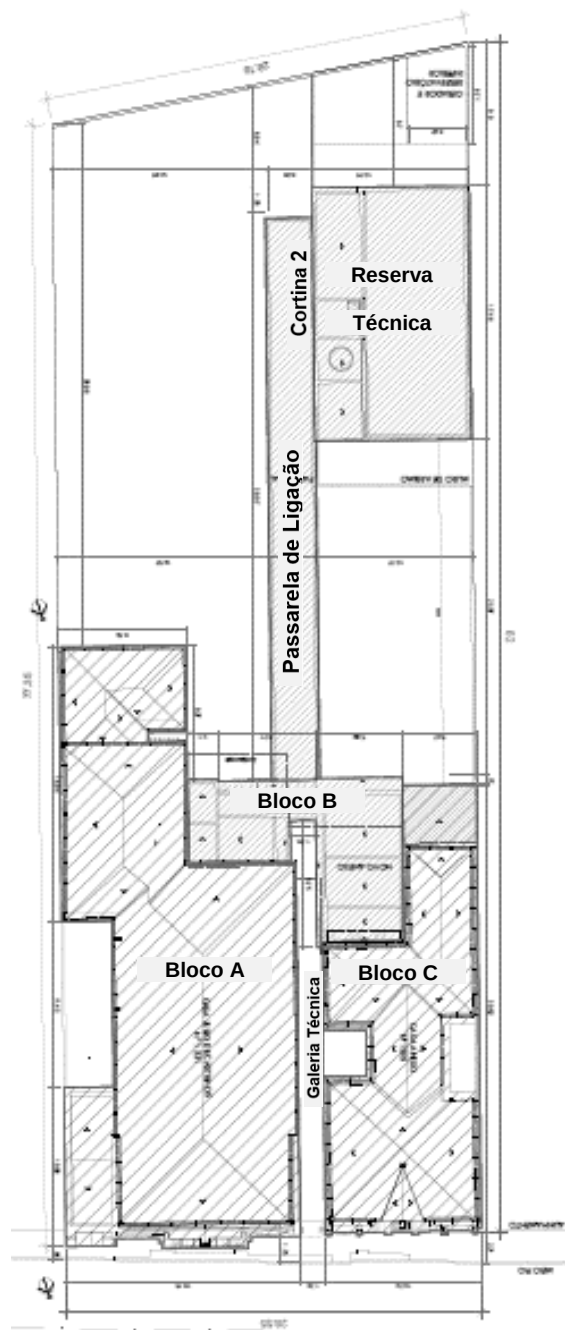


Figura 1 – Localização Geral das Estruturas Projetadas



1.2 TOPOLOGIA ARQUITETÔNICA

1.2.1 Reserva Técnica

O projeto arquitetônico distribuiu os espaços em um subsolo, um pavimento térreo, um pavimento superior, um mezanino e uma área técnica para abrigar o reservatório superior, a casa de máquinas do elevador e as unidades de climatização.

A ligação entre os diversos pavimentos é provida por uma escada principal que liga todos os pavimentos inclusive a área técnica e o mezanino.

A laje do subsolo está projetada com um afastamento vertical do terreno, sendo, pois, estruturada. A diferença de nível entre a laje de piso do subsolo e o terreno pavimentado é de noventa centímetros.

O subsolo e os pátios adjacentes são protegidos do restante do terreno por muros de contenções.

Nos pátios o piso é um deck de madeira também afastado do solo natural. No pátio Norte, junto ao muro de arrimo a estrutura do deck de madeira se apoia sobre o contrapiso. No pátio oposto, próximo ao reservatório inferior e ao gerador, o deck de madeira se apoia sobre uma estrutura de concreto armado composta por vigas pilares e sapatas.

1.2.2 Passarela de Acesso à Reserva Técnica

O projeto arquitetônico contempla uma laje de cobertura para a calçada de acesso entre os prédios históricos e o prédio da reserva técnica. Essa laje será revestida com gramado.

1.2.3 Passarela de Acesso ao Elevador e Ampliação do Bloco B

O projeto arquitetônico contempla uma estrutura em dois pavimentos que amplia a área existente do chamado bloco B faz a ligação do elevador com os demais blocos existentes.





1.2.4 Reforma e Correção de Patologias nos Blocos Existentes

O projeto arquitetônico contempla várias aberturas em paredes, remoção de paredes e execução de novas paredes em gesso acartonado. As paredes previstas, no entanto, não possuem carga elevada, não se fazendo necessário reforço estrutural.

Por outro lado, o Laudo Estrutural emitido no início dos trabalhos, após minucioso exame das patologias dos prédios existentes, indicou a necessidade de fazer a correção de algumas dessas patologias.

1.3 MEMORIAL DESCRITIVO DA ESTRUTURA

1.3.1 Materiais

A estrutura nova foi toda projetada em concreto armado.

Para o concreto, utilizado nas estruturas novas e de ampliação, foi adotado o C25 com resistência característica $f_{ck} = 25\text{Mpa}$.

Para o aço de concreto armado foi adotado o CA -50 com tensão de escoamento característica de $f_{yk} = 500\text{Mpa}$.

Para o aço de concreto protendido, utilizado na viga de reforço VR9, foi adotado o CP 210 – RB em cordoalhas de 12.7mm em bainha engraxada.

Na laje de subsolo utilizou-se pré-lajes, dispensando o uso de formas perdidas.

Para a correção das patologias foram especificados os seguintes materiais além dos já mencionados para as estruturas novas.

Graute com resistência mínima de $f_{ck} = 50\text{Mpa}$ para execução de cintas, vigas de reforço, vergas e chumbamentos de armaduras na alvenaria.

Argamassa expansiva ou graute tixotrópico para preenchimento das fissuras e trincas.

Mastique elástico para calafetar as lajes pré-moldadas da Galeria Técnica.



1.3.2 Topologia da Estrutura da Reserva Técnica e Adjacentes

A forma e dimensões das peças dessa estrutura atenderam estritamente o projeto arquitetônico.

Os muros de contenção estão ligados à estrutura no nível do subsolo e no nível do térreo. No caso do muro da face norte foram projetadas pérgolas sobre o respectivo pátio para permitir essa ligação.

As imagens 3D geradas pelo programa TQS e mostradas abaixo ilustram a estrutura adotada.



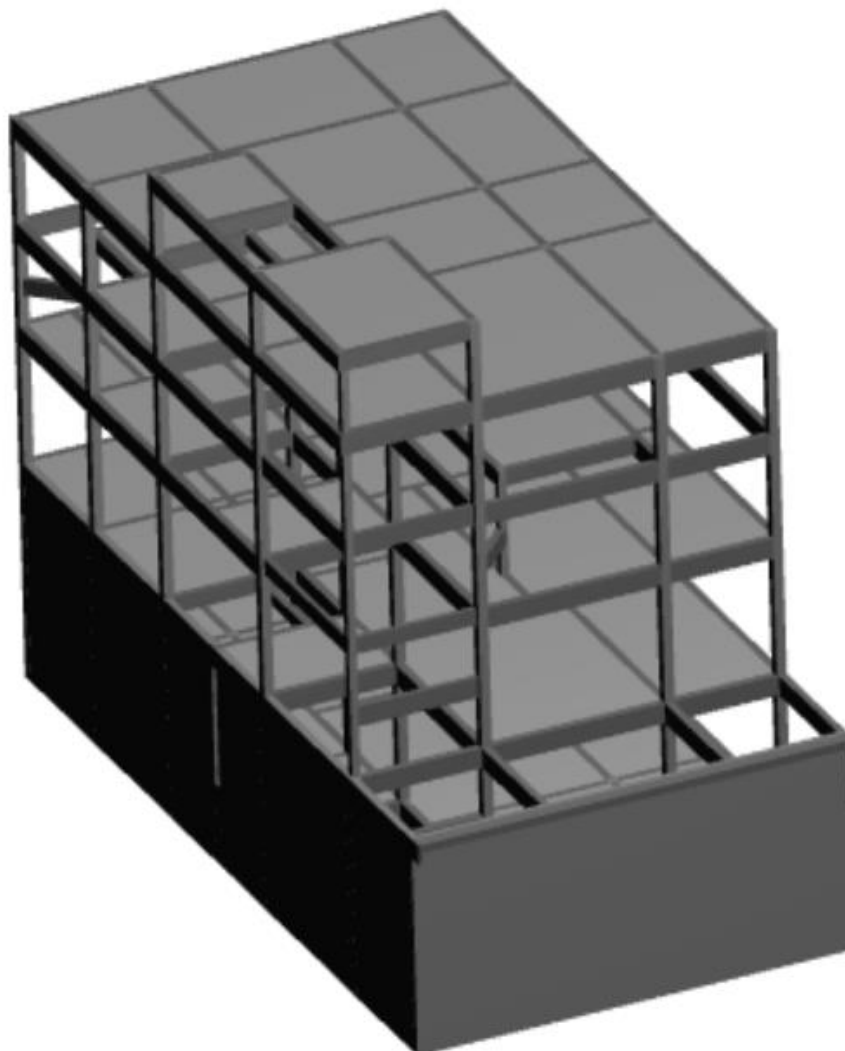


Figura 2 – Perspectiva nordeste da estrutura.



Figura 3 – Perspectiva cortada vista sudoeste

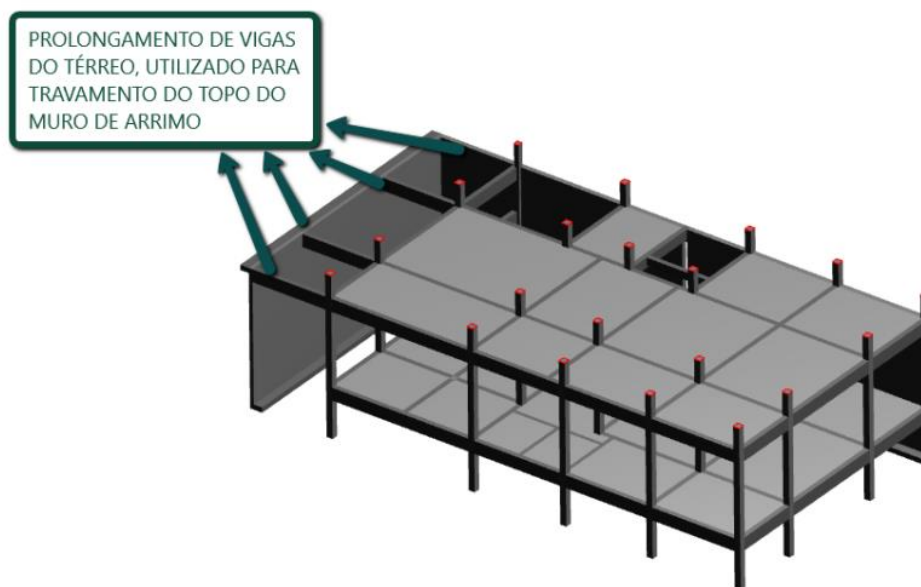


Figura 4 – Corte horizontal ao nível do térreo



1.3.3 Topologia da Estrutura da Passarela de Acesso à Reserva Técnica

A forma e dimensões das peças dessa estrutura atenderam estritamente o projeto arquitetônico.

As vigas longitudinais, que limitam a laje de cobertura, foram feitas com 15 centímetros invertidas para fazerem a contenção do gramado superior.

Os desenhos a seguir ilustram em plantas e cortes a estrutura projetada.



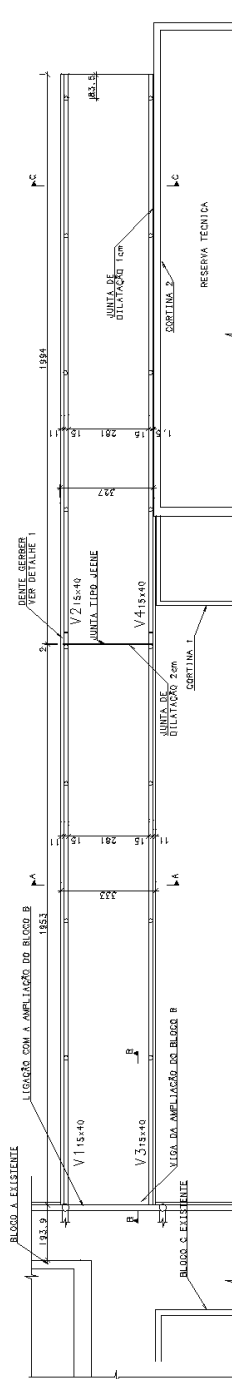


Figura 5 – Vista em Planta da Passarela

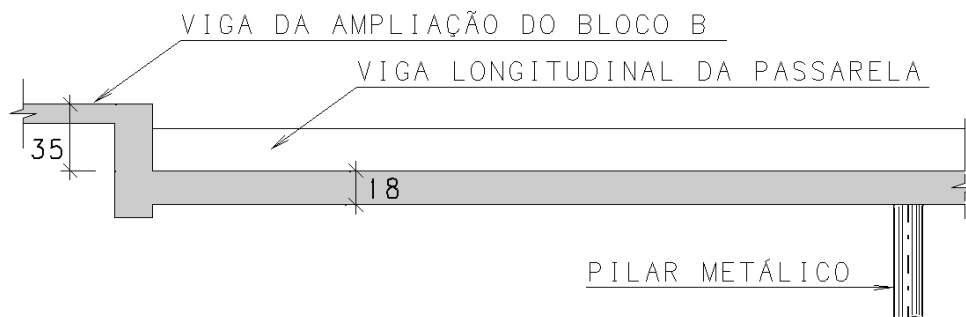


Figura 6 – Corte Longitudinal e Ligação com a Passarela do Elevador

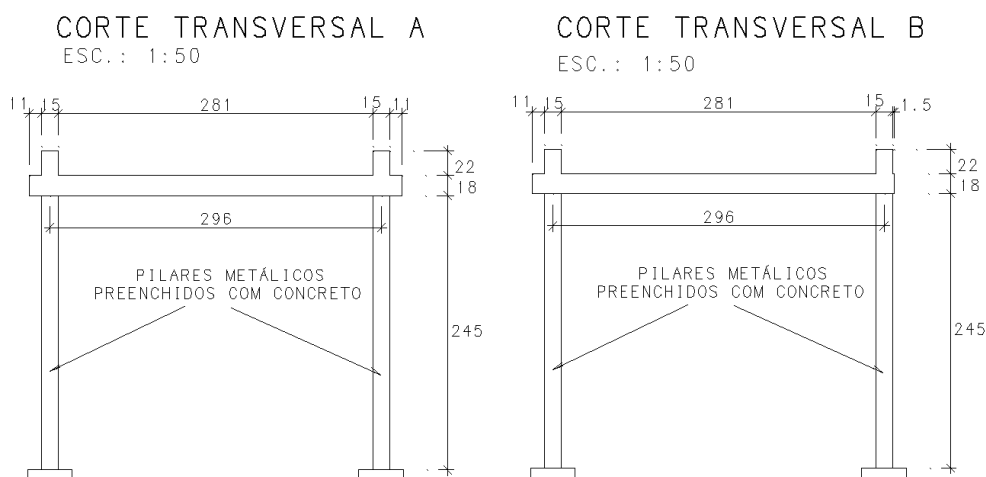


Figura 7 – Cortes Transversais



1.3.4 Topologia da Estrutura da Ampliação do Bloco B e Acesso ao Elevador

A forma e dimensões das peças dessa estrutura atenderam estritamente o projeto arquitetônico.

A estrutura contempla um sistema de lajes, vigas e pilares novos com pequenas cargas transmitidas por vigas sobre as paredes existentes. Apenas dois pilares novos nascem em cima das espessas paredes existentes com coxins para distribuir a sua carga.

Os desenhos a seguir ilustram em plantas de formas com cortes a estrutura projetada.



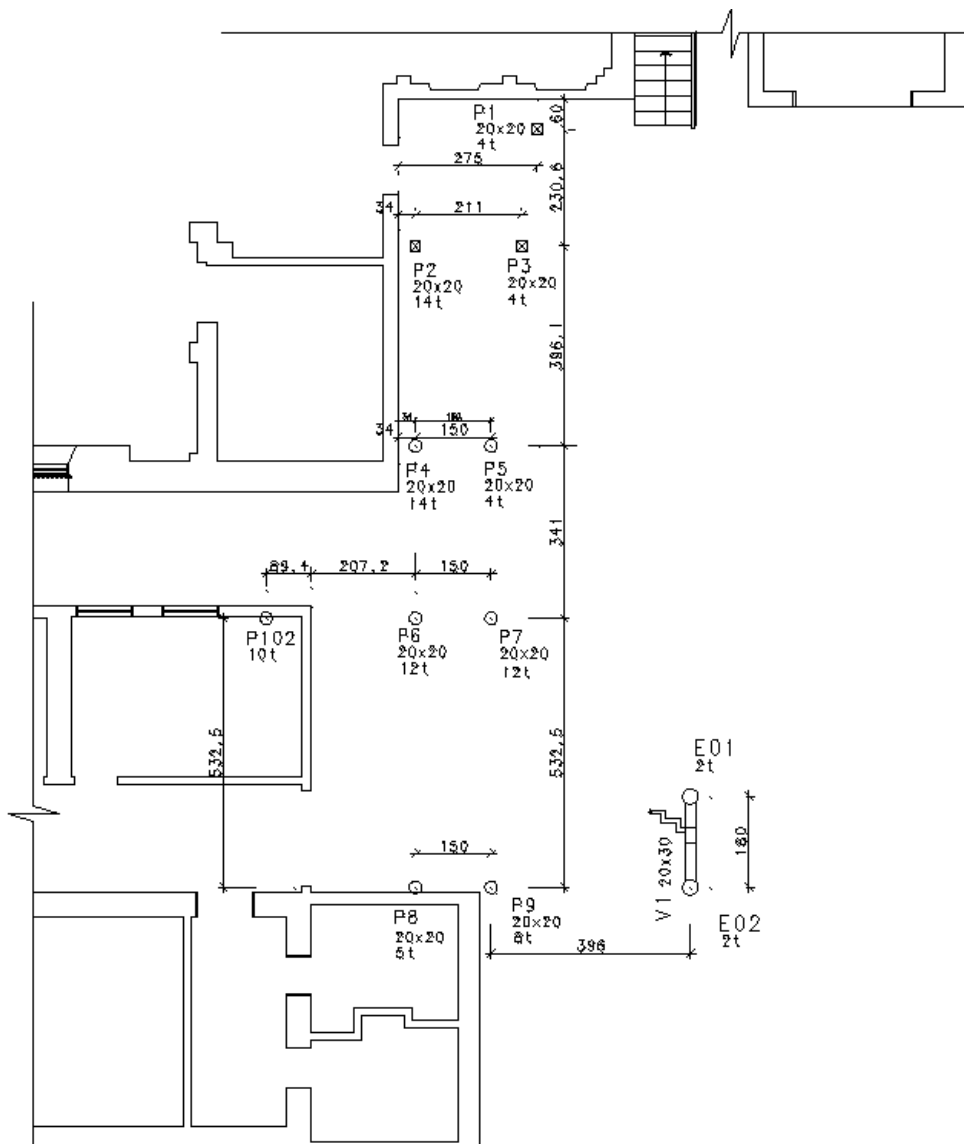


Figura 8 – Localização dos Pilares

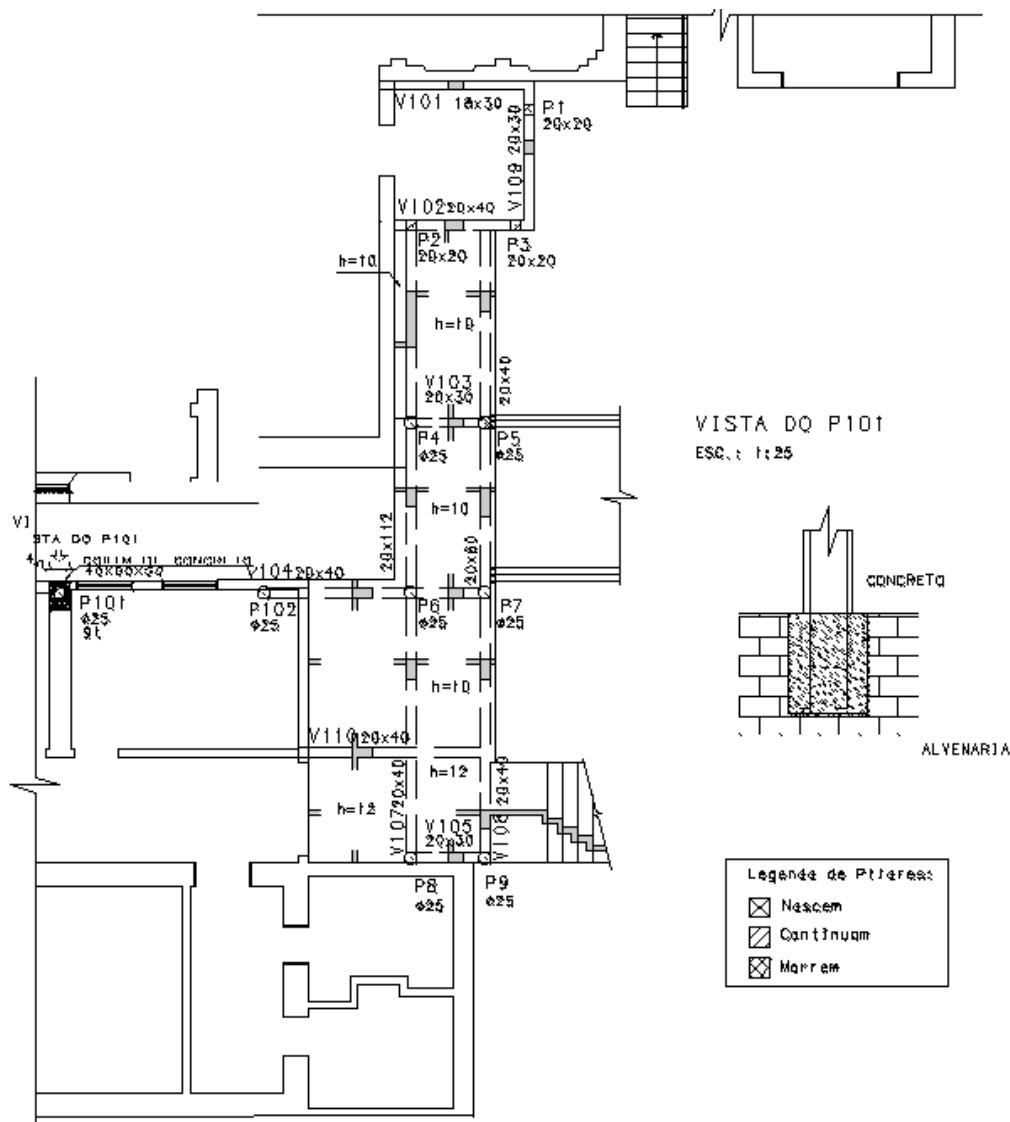


Figura 9 – Formas do Segundo Pavimento

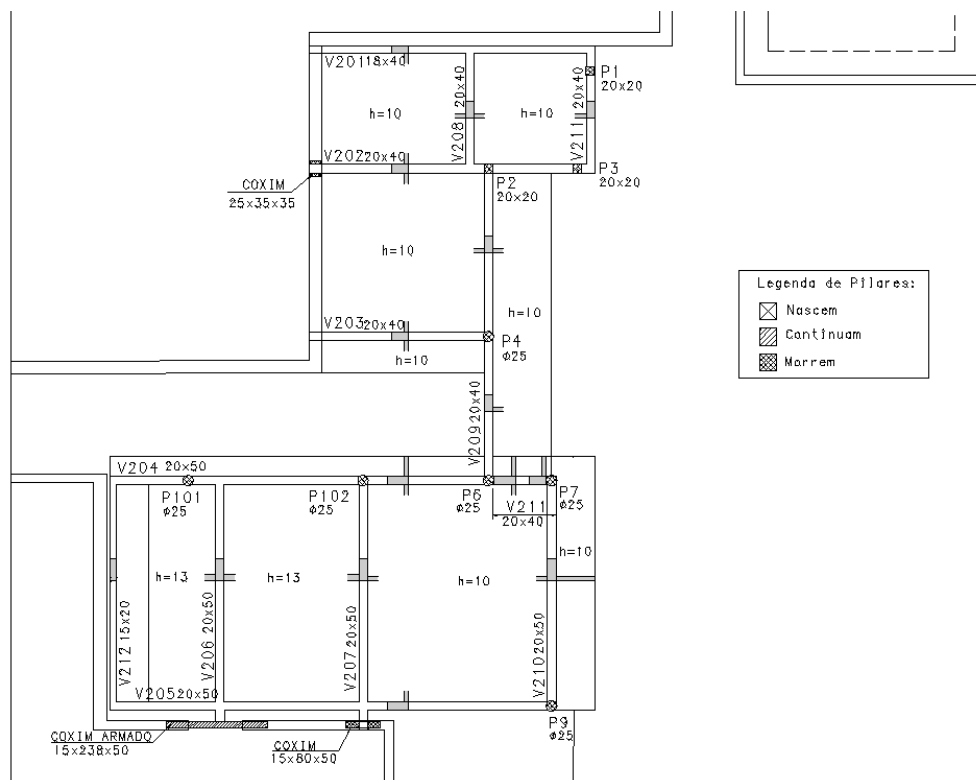


Figura 10 – Formas da Cobertura

1.3.5 Topologia da Estrutura Galeria Técnica

A forma e dimensões das peças dessa estrutura atenderam estritamente o projeto arquitetônico.

A estrutura foi concebida com sua forma final constituída por duas paredes paralelas formadas por 164 micro estacas escavadas de 25 centímetros de diâmetro, quase justapostas, com espaço livre de 5cm entre elas, uma laje de fundo com 9 centímetros de espessura executada sobre concreto magro, duas vigas longitudinais de coroamento das estacas e vigas de travamento espaçadas de aproximadamente três metros. O fechamento superior é feito por placas cimentícias. No início da galeria as estacas de um dos lados foram substituídas por parede de concreto chumbada na alvenaria existente. Ligando as estacas na superfície interna da galeria foi projetada



uma parede lateral de concreto com 8 centímetros de espessura, na seção corrente, e com espessura variável de 12 a 20 cm no trecho em que a parede é chumbada na alvenaria existente.

Os desenhos a seguir ilustram em plantas de formas e cortes a estrutura projetada.

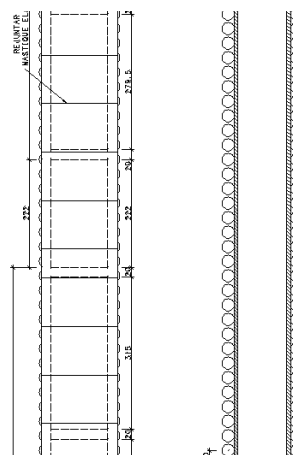


Figura 11 – Vista em Planta da Galeria Técnica

CORTE TRANSVERSAL A
ESC.: 1:25

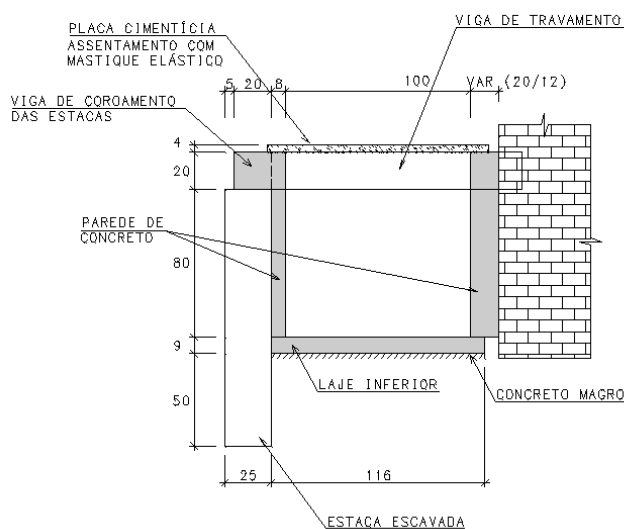


Figura 12 – Corte Transversal nas Vigas de Travamento



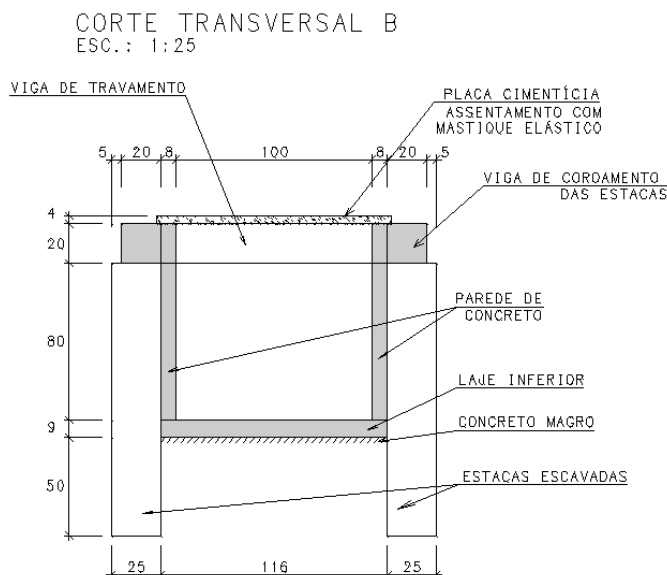


Figura 13 – Corte Transversal nas Lajes Pré-moldadas

1.3.6 Intervenções nas Estruturas dos Prédios Existentes

Para atender as reformas propostas no projeto arquitetônico e a correção das patologias reportadas no Laudo Estrutural, foram projetadas intervenções específicas para cada situação além de especificação geral relativa à necessidade de substituição das peças madeira atingidas por putrefação ou infestação de inseto.

No caso das peças de madeira, as mesmas devem ser substituídas por outras de iguais dimensões, tendo em vista que não existem patologias decorrentes da falta de resistência dessas estruturas e que há a necessidade manter o aspecto histórico das mesmas.

As intervenções específicas encontram-se indicadas e detalhadas nas respectivas pranchas.



1.3.6.1 Orientações para a execução dos projetos de engenharia com interferência nos Prédios Existentes

Tendo em vista a preservação dos Prédios Existentes, por tratar-se de edificações históricas e com tecnologia construtiva não contemporânea, considera-se que, embora as edificações apresentam boa estabilidade, alguns cuidados devem ser tomados com relação aos demais projetos de engenharia que interfiram direta ou indiretamente nestas, sejam estas perfurações de paredes, de fundações ou escavações. Salienta-se que, no tocante ao projeto estrutural, estas considerações já estão apresentadas no decorrer deste documento (como no item 1.4.4).

De um modo geral, deve-se atentar para evitar vibrações e perfurações de grande impacto. Assim, sempre que necessário, indica-se que os furos realizados na estrutura existente sejam abertos e alargados com furadeiras ou máquinas de corte.

1.3.6.1.1 Orientações para a execução do projeto hidrossanitário nos locais de interferência nos Prédios Existentes

Quanto ao projeto hidrossanitário, que é o que apresenta maior interferência com as estruturas existentes, as intervenções nas alvenarias e fundações das casas para passagem de tubulações devem atender as recomendações supracitadas.

Com relação ao percurso, entende-se que a questão de movimentação do solo não trará prejuízos à estabilidade das edificações, visto que tanto o trajeto principal do esgoto cloacal (destinado em direção à Rua Duque de Caxias) quanto o esgoto pluvial (que vai em direção à Rua Fernando Machado) é utilizada a Galeria Técnica projetada para tal. As passagens das tubulações relacionadas às casas históricas se darão com tubulações de até 25 cm, sendo que estas cruzam as robustas paredes existentes e, em caso de interferência com as fundações, estas são superficiais e com cargas distribuídas, de modo a não proporcionar patologias em decorrência de interferências pontuais. Desta forma, do mesmo modo que nas demais disciplinas, para todas as intervenções em alvenarias e fundações indica-se usar máquinas de perfuração ou de corte evitando equipamentos de percussão. Desta forma, com a execução do projeto proposto e o atendimento destas observações, não há risco de abalo estrutural.





Com relação as escavações, no caso das profundidades maiores (1,53m; 1,63m; 1,46m) estas devem ser estreitas e escoradas para prevenção de acidentes envolvendo a equipe técnica especializada responsável pela obra.

Caso no decorrer da obra verifica-se alguma situação particular, que exija um tratamento especial, indica-se a utilização de equipamentos que permitem fazer os furos longitudinais sem necessidade de escavação a céu aberto em toda a extensão. Tal procedimento pode ser utilizado, por exemplo, na rede pluvial que contempla o tubo de 150 mm entre os pontos próximos a TQP 3 e TQP4. Neste caso, sugere-se a execução por meio de uma escavação externa ao prédio e introduzido o equipamento que fura o solo e a alvenaria, se necessário.

1.4 Memorial Justificativo da Estrutura

1.4.1 Estrutura da Reserva Técnica e Adjacentes

De forma geral essa estrutura é considerada corrente com vãos adequados para o concreto armado, não sendo necessárias considerações especiais de justificativa para os elementos correntes.

Como a estrutura do prédio propriamente dito oferece boas condições de rigidez optou-se por ligar as contenções à estrutura, melhorando o funcionamento da estrutura dos muros que têm altura significativa e resultariam muito onerosos se fossem independentes.

Para permitir a ligação do muro norte, foram projetadas as pérgolas.

Para evitar formas perdidas na laje do subsolo as mesmas foram especificadas em pré-laje.

As estruturas adjacentes, como as vigas e pilares para o deck do pátio sul, também podem ser consideradas correntes.





1.4.2 Estrutura da Passarela de Acesso à Reserva Técnica

De forma geral essa estrutura é considerada corrente com vãos adequados para o concreto armado, não sendo necessárias considerações especiais de justificativa para os elementos correntes.

A opção por pilares de aço tubular decorre de definição arquitetônica.

Na passagem com a passarela do elevador, optou-se por fazer uma ligação entre as duas estruturas, pois o espaço vertical que sobraria entre ambas seria de difícil trabalho por ser muito pequeno.

1.4.3 Estrutura da Ampliação do Bloco B e Acesso ao Elevador

De forma geral essa estrutura é considerada corrente com vãos adequados para o concreto armado, nos trechos em que a estrutura é nova.

No trecho em que ela se liga com a estrutura existente a tensão de compressão na alvenaria foi limitada a valores baixos resultando, onde necessário, a execução de coxins de concreto.

1.4.4 Estrutura Galeria Técnica

Essa estrutura não é considerada corrente.

A sua concepção está intimamente ligada ao respectivo método construtivo.

O objetivo principal do processo construtivo foi obter segurança quanto aos operários na execução da vala e quanto à integridade dos prédios históricos preservando-os de patologias de fundação.

Assim, serão executadas inicialmente as duas linhas paralelas de estacas que delimitarão as paredes laterais da futura vala. Sendo que no trecho inicial as estacas serão executadas apenas de um dos lados. Na sequência serão executadas as vigas de coroamento que ligam as estacas de uma mesma linha e as vigas de travamento que ligam as vigas de coroamento. No trecho inicial as vigas de travamento ligarão a viga de coroamento de um lado à alvenaria existente do lado oposto.





Só então, será feita a escavação da vala, a concretagem da laje de fundo sobre concreto magro e o acabamento das paredes laterais.

Por fim, serão colocadas as placas cimentícias, que poderão ser calafetadas com mastique elástico, permitindo sua remoção sempre que for necessária a manutenção nos dutos que utilizarão a galeria.

1.4.5 Estruturas dos Prédios Existentes

De forma geral as estruturas dos prédios históricos existentes apresentam boas condições de estabilidade como foi identificado no Laudo Estrutural. Mesmo as fissuras mais significativas, abordadas nos itens 4.1.1 e 4.1.2 do Produto 1 (fissuras na laje de cobertura da circulação e trincas na fachada externa do pátio interno, respectivamente) encontram-se estabilizadas e as espessas paredes da construção garantem a estabilidade estrutural. Os eventuais reforços especificados para essas situações representam uma segurança redundante justificada em se tratando de prédio histórico.

Os tratamentos para as remoções de paredes estão suficientemente justificados nas respectivas identificações nas pranchas que acompanham esse projeto.

1.5 ANÁLISE E DIMENSIONAMENTO

1.5.1 Estrutura da Reserva Técnica e Adjacentes

- Considerações gerais

A estrutura principal da Reserva Técnica foi analisada e dimensionada pelo *software* TQS, editada e revisada com as ferramentas do próprio programa. Adicionalmente foi utilizada outra estrutura para sustentação do deck do pátio sul. As solicitações sobre as paredes de contenção e as suas reações sobre a estrutura principal foram analisadas pelo programa Ftool

- Carregamentos

As cargas verticais consideradas sobre a estrutura principal da Reserva Técnica foram as seguintes:





Peso próprio do concreto pelo peso específico de $2,5 \text{ tf/m}^3$.

Carga permanente do revestimento nas lajes $0,10 \text{ tf/m}^2$.

Carga móvel sobre as lajes de piso $0,30 \text{ tf/m}^2$.

Carga permanente nas lajes de cobertura $0,15 \text{ tf/m}^2$.

Carga móvel sobre as lajes de cobertura $0,05 \text{ tf/m}^2$.

Carga móvel nas escadas $0,30 \text{ tf/m}^2$.

Nas lajes que suportam reservatórios foram consideradas carga permanente de $0,20 \text{ tf/m}^2$, além do peso próprio, e mais a carga da água distribuída sobre a laje, como carga accidental.

As paredes foram consideradas em tijolo maciço e informadas para consideração automática no programa TQS.

A ação do vento na estrutura foi considerada automaticamente pelo programa TQS a partir da velocidade básica do vento de 45 m/s aplicável à região de Porto Alegre conforme o mapa das isopletras da NBR 6123.

O empuxo do aterro sobre as paredes de contenção foi considerado pela teoria de Coulomb com peso específico das terras de $1,8 \text{ tf/m}^3$ e ângulo de atrito interno igual a 30° e ângulo de atrito com o muro igual 30° . As respectivas reações foram aplicadas nos nós dos pilares com as vigas do subsolo e no térreo nas pérgolas.

- Análises do TQS

A análise pelo TQS abrangeu o prédio principal e a estrutura de apoio para o deck do pátio sul.

- Muros de Arrimo

A análise dos diversos trechos dos muros de arrimo atendeu aos parâmetros elencados acima:

Peso específico do aterro $1,8 \text{ tf/m}^3$.

Ângulo de atrito interno 30° .





Sobre carga Veículos de Carga leves 0,5 tf/m²

Geometria de apoios e vãos definida pelo nível dos pavimentos subsolo, espaço livre abaixo do subsolo e térreo.

Coefficiente de Empuxo Horizontal método de Coulomb 0,26.

O modelo analisado e as solicitações encontradas estão reportadas no Anexo I, usando o programa Ftool para cálculo das solicitações e TQS para dimensionamento das seções

- Escadas

A análise da escada principal foi feita como laje armada numa só direção sendo o vão maior, no lance do subsolo, 4,36 m.

O carregamento atuante na laje:

$$p = g + q$$

$$p = 0,22 \times 2,5 + 0,1 + 0,3 = 0,95 \text{ tf/m}^2 \text{ para a área com degraus}$$

$$p = 0,12 \times 2,5 + 0,1 + 0,3 = 0,7 \text{ tf/m}^2 \text{ para a área do patamar}$$

Utilizando o programa Ftool, obteve-se um momento característico $M_k = 2,1 \text{ tf.m}$, conforme Anexo I, necessitando, numa laje de 12 cm de espessura, uma área de aço $A_s = 8,72 \text{ cm}^2/\text{m}$, ou seja, $\phi 12,5 \text{ c/ } 14$.

1.5.2 Estrutura da Passarela de Acesso à Reserva Técnica

- Considerações gerais

A estrutura dessa Passarela foi analisada e dimensionada pelo software TQS, editada e revisada com as ferramentas do próprio programa. Acessoriamente foram dimensionados os pilares de apoio em tubos de aço.

- Carregamentos

As cargas verticais consideradas foram as seguintes:

Peso próprio do concreto pelo peso específico de 2,5 tf/m³.





Carga permanente do revestimento nas lajes 0,10 tf/m².

Carga permanente de aterro nas lajes de cobertura 0,396 tf/m².

Carga permanente nas lajes de cobertura 0,15 tf/m².

Carga móvel sobre as lajes de cobertura 0,05 tf/m².

- Análises do TQS

A análise pelo TQS abrangeu a totalidade do prédio.

1.5.3 Estrutura da Ampliação do Bloco B e Acesso ao Elevador

- Considerações gerais

A estrutura principal dessa Ampliação do Bloco B foi analisada e dimensionada pelo software TQS, editada e revisada com as ferramentas do próprio programa. Acessoriamente foram dimensionados coxins de apoio para os pilares e vigas que descarregam sobre a estrutura existente. Para isso foi admitida uma tensão de 6 kgf/cm², bastante baixa, nas paredes existentes.

- Carregamentos

As cargas verticais consideradas foram as seguintes:

Peso próprio do concreto pelo peso específico de 2,5 tf/m³.

Carga permanente do revestimento nas lajes 0,10 tf/m².

Carga móvel sobre as lajes de piso 0,30 tf/m².

Carga permanente nas lajes de cobertura 0,15 tf/m².

Carga móvel sobre as lajes de cobertura 0,05 tf/m².

Carga móvel nas escadas 0,30 tf/m².

As paredes foram consideradas em tijolo maciço e informadas para consideração automática no programa TQS.





A ação do vento na estrutura foi considerada automaticamente pelo programa TQS a partir da velocidade básica do vento de 45 m/s

- Análises do TQS

A análise pelo TQS abrangeu a totalidade do prédio.

- Escadas

A análise da escada plissada foi feita como laje armada numa só direção sendo o vão 3,35 m.

O carregamento atuante na laje:

$$p = g + q$$

$$p = 2,5 \times 0,64 / 3,85 + 0,1 + 0,3 = 0,81 \text{ tf/m}^2$$

Resulta um momento característico $M_k = 3,85^2 \times 0,81 / 8 = 1,50 \text{ tf.m}$, necessitando, numa laje de 12 cm de espessura, uma área de aço $A_s = 5,93 \text{ cm}^2/\text{m}$, ou seja, $\phi 10 \text{ c/13}$.

1.5.4 Estrutura da Galeria Técnica

- Considerações gerais

As paredes da Galeria Técnica serão sustentadas pelas estacas. A parede de ligação e acabamento, junto com a laje de fundo, só têm função estética e higiênica, evitando infiltração de terra para dentro da galeria e facilitando a limpeza do espaço.

- Carregamentos

As cargas verticais consideradas sobre a Galeria Técnica e adjacências foram as seguintes:

Peso próprio do concreto pelo peso específico de $2,5 \text{ tf/m}^3$.

Carga permanente do revestimento nas lajes $0,10 \text{ tf/m}^2$.





Carga móvel sobre as lajes de piso $0,30 \text{ tf/m}^2$, considerando a possibilidade de passagem de pequenos veículos de carga sobre o terreno.

Para o terreno de aterro nas laterais da Galeria Técnica foram considerados o peso específico de $1,8 \text{ tf/m}^3$, o ângulo de atrito interno de 30° e o método de Rankine para cálculo do empuxo horizontal.

- Análises das estacas

A pressão horizontal do terreno sobre as estacas é representada por uma carga linearmente distribuída. Considerando o vão teórico das estacas $1,1 \text{ m}$ o coeficiente de empuxo horizontal de $0,33$. Teremos no topo e na base respectivamente as seguintes pressões:

$$p_1 = 0,33 \times 0,50 = 0,165 \text{ tf/m}$$

$$p_2 = 0,165 + 0,33 \times 1,8 \times 1,1 = 0,818 \text{ tf/m}$$

Analizada pelo Ftool, conforme Anexo I, resultou momento máximo e reações nos apoios $M = 0,08 \text{ tfm/m}$, $V_{\text{sup}} = 0,22 \text{ tf/m}$ e $V_{\text{inf}} = 0,33 \text{ tf/m}$, considerando que cada estaca recebe contribuição de $0,3 \text{ m}$ o momento solicitante nas estacas será irrisório. Elas serão armadas com 5×10 a título de armadura mínima. V_{sup} representa a carga horizontal que solicita a viga de coroamento das estacas.

- Análises das vigas de Coroamento e Travamento

A análise da viga de coroamento, submetida à carga horizontal do empuxo das paredes foi feita pelo programa Ftool e reproduzida no Anexo I. Os esforços solicitantes são muito pequenos. O Momento Máximo ocorre no encontro com a primeira viga de travamento interna e é de apenas $0,3 \text{ tfm}$. Também o Cortante máximo ocorre à esquerda desse apoio e é de apenas $0,5 \text{ tf}$. Também nas vigas de contraventamento os esforços serão pequenos. A máxima compressão se dá na primeira viga interna e é de apenas $0,9 \text{ tf}$. As vigas serão armadas com armadura de montagem com $4 \phi 10$ e estribos $\phi 5 \text{ c/15}$.





1.5.5 Estruturas dos Prédios Existentes

- Considerações gerais

As intervenções sobre as estruturas dos prédios existentes para recuperação de patologias identificadas no laudo estrutural ou para retirada de paredes foi acompanhada pelo projeto de vigas de reforço VR chumbadas e embutidas parcial ou totalmente nas paredes existentes. Depois de feitos os reforços projetados, será aplicada a tecnologia para recuperação das patologias identificadas.

- Carregamentos

As cargas verticais consideradas sobre os reforços foram as seguintes:

Peso próprio do concreto pelo peso específico de 2,5 tf/m³.

Carga permanente do revestimento nas lajes 0,10 tf/m².

Carga permanente do piso de madeira 0,10 tf/m²

Carga móvel sobre as lajes de piso 0,30 tf/m².

Carga permanente nas lajes de cobertura 0,10 tf/m².

Carga móvel sobre as lajes de cobertura 0,05 tf/m².

Carga móvel nas escadas 0,30 tf/m².

As paredes foram consideradas em tijolo maciço e calculadas com o peso específico 1,50 tf/m³.

- Análises das vigas de reforço

A análise pelo TQS abrangeu o prédio principal e a estrutura de apoio para o reservatório inferior.

VR1, VR2, VR3, VR4, VR5 e VR14 – Localizada no teto do 1º pavimento

Carga na superfície nos entrepisos:





Acesso ao público – NBR 6120:1980	300kgf/m ²
Peso cúpula de alvenaria (0,10 x 1500kgf/m ³)	150kgf/m ²
Madeira do piso	100kgf/m ²
Cobertura	150kgf/m ²
Total	700kgf/m ²

Carga na viga VR1 e dimensionamento:

Área das lajes que descarregam na VR1	3,65m ²
Carga das lajes (700 x 3,65)	2.555,00kgf
Vão viga VR1	3,40m
Carga das lajes (2.555,00 / 3,40)	751,50kgf/m
Peso da alvenaria (0,15 x 1500 x 4,20)	945,00kgf/m
Carga total na viga VR1	1.696,50kgf/m

Adotando $q + g = 2,00\text{tf/m}$ e $L = 2,60\text{m}$, teremos sucessivamente:

$$M = 2,00 \times 2,60^2 / 8 = 1,70\text{tf.m}$$

$$V = 2,00 \times 2,60 / 2 = 2,60 \text{ tf}$$

$F_{ck} = 50\text{Mpa}$ (graute)

Aço CA 50

$b = 7\text{cm}$; $h = 40\text{cm}$; $d = 36\text{cm}$

$A_s = 2,28\text{cm}^2$ (calculadora TQS)

Usaremos $2 \square 12,5$ com $A_s = 2,50\text{cm}^2$ e estribo $\square 8 \text{ c/ } 14$.





Carga na viga VR2 e dimensionamento:

Área das lajes que descarregam na VR2	2,30m ²
Carga das lajes (700 x 2,30)	1.610,00kgf
Vão viga VR2	1,75m
Carga das lajes (1.610,00/1,75)	920,00kgf/m
Peso da alvenaria (0,15 x 1500 x4,20)	945,00kgf/m
Carga total na viga VR2	1.865,00kgf/m

Adotando $q + g = 2,00 \text{ tf/m}$ e $L = 1,30 \text{ m}$, teremos sucessivamente:

$$M = 2,00 \times 1,30^2 / 8 = 0,45 \text{ tf.m}$$

$$V = 2,00 \times 1,30 / 2 = 1,30 \text{ tf}$$

$F_{ck} = 50 \text{ Mpa}$ (graute)

Aço CA 50

$b = 7 \text{ cm}$; $h = 40 \text{ cm}$; $d = 36 \text{ cm}$

$A_s = 0,59 \text{ cm}^2$ (calculadora TQS)

Usaremos 2 $\square 10$ com $A_s = 1,60 \text{ cm}^2$ e estribo $\square 8 \text{ c/ } 14$.

Carga na viga VR3 e dimensionamento:

Área das lajes que descarregam na VR3	2,25m ²
Carga das lajes (700 x 2,25)	1.575,00kgf
Vão viga VR3	2,15m





Carga das lajes (1.575,00 / 2,15)	732,60kgf/m
Peso da alvenaria (0,15 x 1500 x4,20)	945,00kgf/m
Carga total na viga VR3	1.677,60kgf/m
Adotando $q + g = 2,00\text{tf/m}$ e $L = 1,75\text{m}$, teremos sucessivamente:	
$M = 2,00 \times 1,75^2/8 = 0,80\text{tfm}$	
$V = 2,00 \times 1,750 / 2 = 1,75 \text{ tf}$	
$F_{ck} = 50\text{Mpa}$ (graute)	
Aço CA 50	
$b = 7\text{cm}$; $h = 40\text{cm}$; $d = 36\text{cm}$	
$A_s = 1,05\text{cm}^2$ (calculadora TQS)	
Usaremos $2\phi 10$ com $A_s = 1,60\text{cm}^2$ e estribo $\phi 8\text{c}/14$.	

Carga na viga VR4 e dimensionamento:

Área das lajes que descarregam na VR4	4,15m ²
Carga das lajes (700 x 4,15)	2.905,00kgf
Vão viga VR4	3,65m
Carga das lajes (2.905,00/3,65)	795,90kgf/m
Peso da alvenaria (0,15 x 1500 x4,20)	945,00kgf/m
Carga total na viga (795,90 + 945,00)	1.740,90kgf/m
Adotando $q + g = 2,00\text{tf/m}$ e $L = 2,90\text{m}$, teremos sucessivamente:	
$M = 2,00 \times 2,90^2/8 = 2,10\text{tfm}$	





$$V = 2,00 \times 2,90 / 2 = 2,90 \text{ tf}$$

Fck = 50Mpa (graute)

Aço CA 50

b = 7cm; h = 40cm; d = 36cm

As = 2,00cm² (calculadora TQS)

Usaremos 2 ϕ 12,5 com As = 2,50cm² e estribo ϕ 8 c/ 14.

Carga na viga VR5 e dimensionamento:

Área das lajes que descarregam na VR5	3,00m ²
Carga das lajes (700 x 3,00)	2.100,00kgf
Vão viga VR5	2,80m
Carga das lajes (2.100,00/2,80)	750,00kgf/m
Peso da alvenaria (0,15 x 1500 x4,20)	945,00kgf/m
Carga total na viga (750,00 + 945,00)	1.695,00kgf/m

Adotando q + g =2,00tf/m e L = 2,60m, teremos sucessivamente:

$$M = 2,00 \times 2,60^2/8 = 1,70\text{tfm}$$

$$V = 2,00 \times 2,60 / 2 = 2,60 \text{ tf}$$

Fck = 50Mpa (graute)

Aço CA 50

b = 7cm; h = 40cm; d = 36cm

As = 1,59cm² (calculadora TQS)





Usaremos 2 ϕ 12,5 com $A_s = 2,50\text{cm}^2$ e estribo ϕ 8 c/ 14.

Carga na viga VR14 e dimensionamento:

Área das lajes que descarregam na VR14	3,80m ²
Carga das lajes (700 x 3,80)	2.660,00kgf
Vão viga VR14	2,60m
Carga das lajes (2.660,00/2,60)	1024,00kgf/m
Peso da alvenaria (0,40 x 1500 x 4,20)	2.520,00kgf/m
Carga total na viga (1.024,00 + 2.520,00)	3.544,00kgf/m

Adotando $q + g = 3,60\text{tf/m}$ e $L = 2,40\text{m}$, teremos sucessivamente:

$$M = 3,60 \times 2,40^2 / 8 = 2,60\text{tfm}$$

$$V = 3,60 \times 2,40 / 2 = 4,30 \text{ tf}$$

$F_{ck} = 50\text{Mpa}$ (graute)

Aço CA 50

$b = 7\text{cm}$; $h = 40\text{cm}$; $d = 36\text{cm}$

$A_s = 2,50\text{cm}^2$ (calculadora TQS)

Usaremos 2 ϕ 16 com $A_s = 4,00\text{cm}^2$ e estribo ϕ 8 c/ 14.

VR9, VR10, VR11– Localizada no teto do 1º pavimento

Carga na superfície nos entrespisos:

Acesso ao público – NBR 6120:1980 300kgf/m²





Peso da laje (0,08 x 2500kgf/m³)	200kgf/m²
Revestimento	80kgf/m²
Cobertura	150kgf/m²
Total	730kgf/m²

Carga na viga VR9 e dimensionamento:

Área das lajes que descarregam na VR9	8,65m²
Carga das lajes (730 x 8,65)	6.314,50kgf
Vão viga VR9	4,70m
Carga das lajes (6.314,50/4,70)	1.343,50kgf/m
Peso da alvenaria (0,35' x 1500 x 4,20)	2.205,00kgf/m
Carga na viga(1.343,50 + 2.205,00)	3550,00kgf/m

Adotando $q + g = 3,55\text{tf/m}$ e $L = 4,40\text{m}$, teremos sucessivamente:

$$M = 3,55 \times 4,40^2 / 8 = 8,60\text{tfm}$$

$$V = 3,55 \times 4,40 / 2 = 7,80 \text{ tf}$$

$F_{ck} = 50\text{Mpa}$ (graute)

Aço CA 50

$b = 14\text{cm}$; $h = 40\text{cm}$; $d = 36\text{cm}$

$A_s = 28,08\text{cm}^2$ (calculadora TQS)

Devido ao elevado valor do momento fletor, a solução em concreto armado deve ser abandonada. Para a solução em concreto protendido,





devemos separar os momentos M_g (carga permanente) e M_q (carga acidental).

Para M_q temos:

$$q = (1343,50/730) \times 300 = 552,00 \text{ kgf/m} = 0,55 \text{ tf/m}$$

$$M_q = 0,55 \times 4,40^2/8 = 1,33 \text{ tfm}$$

Para M_g sobra:

$$M_g = 8,60 - 1,33 = 7,27 \text{ tfm}$$

Para evitar excesso de protensão, adotaremos como momento mínimo:

$$M_{\min} = 0,8 \times 7,27 = 5,82 \text{ tfm}$$

A protensão deverá prover uma carga de baixo para cima capaz de anular o $M_{\min}$.

$$g = 5,82 \times 8,0 / 4,40^2 = 2,40 \text{ tf/m}$$

A carga que deve ser atendida pela armadura passiva da viga será:

$$\square q = 3,55 - 2,40 = 1,15 \text{ tf/m e o momento correspondente resulta:}$$

$$\square M = 1,15 \times 4,40^2/8 = 2,80 \text{ tfm}$$

$A_s = 2,70 \text{ cm}^2$ que será atendido com folga por 2 $\square 16$ e estribo $\square 8$ c/ 14.

Para produzir a carga de 2,40tf/m e considerando, pela geometria do cabo, a corda de 4,85m e a flecha de 0,345m, necessitamos uma força de protensão máxima total de $N = 4,85^2 \times 2,4 / (8 \times 0,345) = 20,45 \text{ tf}$ ou 10,22tf por cabo. Como se trata de cordoalha em bainha engraxada (atrito muito baixo) e cabo curto, podemos distribuir a perda instantânea, por acomodação de ancoragem, em todo o comprimento do cabo. Considerando uma acomodação de 6mm teríamos uma perda de tensão de $(6/4850) \times 2100000 = 2598 \text{ kgf/cm}^2$. Com 10,22tf por cabo, a tensão após as ancoragens deverá ser $\square = 10220 / 0,99 = 10323 \text{ kgf/cm}^2$ e a tensão inicial deverá ser $\square \square = 10323 + 2598 = 12921 \text{ kgf/cm}^2$ e a força de protensão inicial $N_i = 12921 / 0,99 = 13052 \text{ kgf}$.





A tensão seria compatível no limite com o CP 190 RB. Entretanto, como teremos protensão apenas de um lado, não haverá possibilidade de substituir alguma cordoalha que venha a escoar. Por isso usaremos o CP 210 RB com mais folga de carga admissível. O primeiro cabo será protendido inicialmente com metade da força final (6,6tf) com alongamento de 14mm. O segundo cabo será protendido uma só vez com a força final de 13,1tf e alongamento de 30mm. O primeiro cabo será reprotendido com a força final de 13,1tf e alongamento total de 30mm.

Quanto às perdas diferidas elas serão muito baixas. A retração no concreto de graute é muito pequena. A deformação lenta praticamente não existe. Só sobra a relaxação e mesmo assim referente à faixa inferior dos ensaios do fabricante, pois estaremos distantes dos limites de tensão devido ao uso do CP 210 -RB. Vamos considerar no conjunto uma perda diferida de 15%. Assim, no tempo infinito a força de protensão será $N = 10323 \times 0,85 = 8774\text{kgf}$ e a carga produzida $p_1 = 0,85 \times 2,40 = 2,04\text{tf/m}$ e a carga remanescente $p = 3,55 - 2,04 = 1,51\text{tf/m}$, o momento a ser suportado pela armadura passiva $M = 1,51 \times 4,4^2 / 8 = 3,65\text{tfm}$. Com $b = 14\text{cm}$; $h = 40\text{cm}$; $d = 36\text{cm}$ e $f_{ck} = 50\text{Mpa}$ resulta $A_s = 3,43\text{cm}^2$ confirmando os 2 ϕ 16.

Carga na viga VR10 e dimensionamento:

Área das lajes que descarregam na VR10	2,45m ²
Carga das lajes (730 x 2,45)	1.788,50kgf
Vão viga VR10	2,55m
Carga das lajes (1.788,50/2,55)	701,50kgf/m
Peso da alvenaria (0,40 x 1500 x 4,20)	2.520,00kgf/m
Carga total na viga VR10	3.221,50kgf/m
Adotando $q + g = 3,30\text{tf/m}$ e $L = 2,55\text{m}$, teremos sucessivamente:	
$M = 3,30 \times 2,55^2 / 8 = 2,70\text{tfm}$	





$$V = 3,30 \times 2,55 / 2 = 4,20 \text{ tf}$$

Fck = 50Mpa (graute)

Aço CA 50

b = 7cm; h = 40cm; d = 36cm

As = 2,60cm² (calculadora TQS)

Usaremos 2 ϕ 16 com As = 4,00cm² e estribo ϕ 8 c/ 14.

Carga na viga VR11 e dimensionamento:

Área das lajes que descarregam na VR11	2,30m ²
Carga das lajes (730 x 2,30)	1.679,00kgf
Vão viga VR11	2,55m
Carga das lajes (1.679,00/2,50)	671,60kgf/m
Carga total na viga VR11	671,60kgf/m

Adotando q + g = 1,00tf/m e L = 2,55m, teremos sucessivamente:

$$M = 1,00 \times 2,55^2 / 8 = 0,82\text{tfm}$$

$$V = 1,00 \times 2,55 / 2 = 1,30 \text{ tf}$$

Fck = 50Mpa (graute)

Aço CA 50

b = 7cm; h = 40cm; d = 36cm

As = 0,75cm² (calculadora TQS)

Usaremos 2 ϕ 10 com As = 1,60cm² e estribo ϕ 8c/ 14.





Verga VR6 e VR8: Verga de reforço.

Carga total na verga 2.000tf/m

Assim $g + q = 2,00\text{tf/m}$ e $L = 2,10\text{m}$, teremos:

$$M = 2,00 \times 2,10^2 / 8 = 1,10\text{tfm}$$

$$V = 2,00 \times 2,10 / 2 = 2,10 \text{ tf}$$

$F_{ck} = 50\text{Mpa}$ (graute)

Aço CA 50

$b = 7\text{cm}$; $h = 40\text{cm}$; $d = 36\text{cm}$

$A_s = 1,00\text{cm}^2$ (calculadora TQS)

Usaremos 2 $\square 12,5$ com $A_s = 1,60\text{cm}^2$ e estribo $\square 8\text{c} / 14$.

Verga VR7: Verga de reforço.

Carga total na verga 2.000tf/m

Assim $g + q = 2,00\text{tf/m}$ e $L = 1,55\text{m}$, teremos:

$$M = 2,00 \times 1,55^2 / 8 = 0,60\text{tfm}$$

$$V = 2,00 \times 1,55 / 2 = 1,55 \text{ tf}$$

$F_{ck} = 50\text{Mpa}$ (graute)

Aço CA 50

$b = 7\text{cm}$; $h = 40\text{cm}$; $d = 36\text{cm}$

$A_s = 1,00\text{cm}^2$ (calculadora TQS)





Usaremos 2 $\square$ 12,5 com $A_s = 1,60\text{cm}^2$ e estribo $\square$ 8c/ 14.

Verga VR12: Verga de reforço.

Carga total na verga 2.000tf/m

Assim $g + q = 2,00\text{tf/m}$ e $L = 1,50\text{m}$, teremos:

$$M = 2,00 \times 1,50^2 / 8 = 0,60\text{tfm}$$

$$V = 2,00 \times 1,50 / 2 = 1,50 \text{ tf}$$

$F_{ck} = 50\text{Mpa}$ (graute)

Aço CA 50

$b = 7\text{cm}$; $h = 40\text{cm}$; $d = 36\text{cm}$

$A_s = 1,00\text{cm}^2$ (calculadora TQS)

Usaremos 2 $\square$ 12,5 com $A_s = 1,60\text{cm}^2$ e estribo $\square$ 8c/ 14.

Verga VR13: Verga de reforço.

Carga total na verga 2.000tf/m

Assim $g + q = 2,00\text{tf/m}$ e $L = 1,60\text{m}$, teremos:

$$M = 2,00 \times 1,60^2 / 8 = 0,64\text{tfm}$$

$$V = 2,00 \times 1,60 / 2 = 1,60 \text{ tf}$$

$F_{ck} = 50\text{Mpa}$ (graute)

Aço CA 50

$b = 7\text{cm}$; $h = 40\text{cm}$; $d = 36\text{cm}$





$A_s = 1,00\text{cm}^2$ (calculadora TQS)

Usaremos $2 \times 12,5$ com $A_s = 1,60\text{cm}^2$ e estribo $\square 8\text{c} / 14$.

- Coxins

VR1:

A reação máxima é $V = 2,60\text{tf}$.

Com a tensão na parede limitada a 6kgf/cm^2 precisamos de área de contato do coxim:

$$A = 2600 / 6 = 434\text{cm}^2.$$

Pela geometria da parede podemos fazer um coxim apoiado em toda a largura da parede $b = 40\text{cm}$. Resulta na outra dimensão $c = 434 / 40 = 11\text{cm}$.

Adotaremos coxim de $40 \times 15 \times 40\text{cm}$.

VR2:

A reação máxima é $V = 1,30\text{tf}$.

Com a tensão na parede limitada a 6kgf/cm^2 precisamos de área de contato do coxim:

$$A = 1300 / 6 = 217\text{cm}^2.$$

Aproveitando a largura das duas vigas $b = 14\text{cm}$, temos:

$$c = 217 / 14 = 15,5\text{cm}.$$

Como as vigas entram 20cm para cada lado não há necessidade de coxim.





VR3:

A reação máxima é $V = 1,75tf$.

Com a tensão na parede limitada a $6kgf/cm^2$ precisamos de área de contato do coxim:

$$A = 1750 / 6 = 292cm^2.$$

Aproveitando a largura das duas vigas $b = 14cm$, temos:

$$c = 292 / 14 = 20cm.$$

Como as vigas entram 20cm para cada lado não há necessidade de coxim.

VR4:

A reação máxima é $V = 2,90tf$.

Com a tensão na parede limitada a $6kgf/cm^2$ precisamos de área de contato do coxim:

$$A = 2900 / 6 = 484cm^2.$$

Pela geometria da parede podemos fazer um coxim apoiado em toda a largura da parede $b = 40cm$. Resulta na outra dimensão $c = 484 / 40 = 12,1cm$.

Adotaremos coxim de $40 \times 15 \times 40cm$ no apoio da esquerda (face Norte do prédio). No apoio da direita uma das vigas não tem parede abaixo na região de apoio. A parede deverá ser completada com concreto de graute até a fundação. A outra verga receberá um coxim de $20 \times 20 \times 20cm$.





VR5:

A reação máxima é $V = 2,60tf$.

Com a tensão na parede limitada a $6kgf/cm^2$ precisamos de área de contato do coxim:

$$A = 2600 / 6 = 434cm^2.$$

Pela geometria da parede podemos fazer um coxim apoiado em toda a largura da parede $b = 40cm$. Resulta na outra dimensão $c = 434 / 40 = 11cm$.

Adotaremos coxim de $40 \times 15 \times 40cm$ no apoio da direita. No apoio da esquerda (face Norte do prédio) uma das vigas não tem parede abaixo na região de apoio. A parede deverá ser completada com concreto de graute até a fundação. A outra verga receberá um coxim de $20 \times 20 \times 20cm$.

VR6 e VR8:

Reforços redundantes para reforço da estabilização da fissura na fachada. Não recebe carga vertical. Apenas reforça a estabilização das paredes do canto sudoeste do prédio.

VR7:

Estabilização da fissura por falta de verga. Deve ser prolongada até reduzir a tensão ao limite de $6kgf/cm^2$.

A reação máxima é $V = 1,55tf$.

$$A = 1550 / 6 = 259cm^2.$$





Aproveitando a largura da viga $b = 7\text{cm}$, temos:

$$c = 259 / 7 = 37\text{cm. Usaremos } c = 40\text{cm.}$$

Desse modo, a viga deve entrar 40cm para cada lado.

VR9:

Na extremidade dos blocos de ancoragem da protensão temos a reação máxima de $V = 7,80\text{tf}$.

Com a tensão na parede limitada a 6kgf/cm^2 precisamos de área de contato do coxim:

$$A = 7800 / 6 = 1300\text{cm}^2.$$

Considerando $b = 40\text{cm}$, temos:

$c = 1300 / 40 = 32,5\text{cm}$. Já atendido pelo bloco de ancoragem. Não precisa coxim.

Na extremidade oposta, a reação combina com VR10:

$$V = 4,2 + 7,8 = 12\text{tf}$$

$$A = 12000 / 6 = 2000\text{cm}^2 \text{ Considerando } b = 40\text{cm, temos:}$$

$$c = 2000 / 40 = 50\text{cm}$$

Adotaremos coxim de $40 \times 50 \times 50\text{cm}$.

VR11:

A reação máxima é $V = 1,30\text{tf}$.





Com a tensão na parede limitada a 6kgf/cm^2 precisamos de área de contato do coxim:

$$A = 1300 / 6 = 217\text{cm}^2.$$

Aproveitando a largura das duas vigas $b = 14\text{cm}$, temos:

$$c = 217 / 14 = 15,5\text{cm}.$$

Como as vigas entram 20cm para cada lado não há necessidade de coxim.

VR12:

A reação máxima é $V = 1,50\text{tf}$.

Com a tensão na parede limitada a 6kgf/cm^2 precisamos de área de contato do coxim:

$$A = 1500 / 6 = 250\text{cm}^2.$$

Aproveitando a largura das duas vigas $b = 14\text{cm}$, temos:

$$c = 250 / 14 = 18\text{cm}.$$

Como as vigas entram 20cm para cada lado não há necessidade de coxim.

VR13:

Estabilização da fissura por falta de verga. Deve ser prolongada até reduzir a tensão ao limite de 6kgf/cm^2 .

A reação máxima é $V = 1,70\text{tf}$.

$$A = 1700 / 6 = 284\text{cm}^2.$$





Aproveitando a largura da viga $b = 7\text{cm}$, temos:

$c = 284 / 7 = 41\text{cm}$. Usaremos $c = 40\text{cm}$.

Desse modo, a viga deve entrar 40cm para cada lado.

VR14:

A reação máxima é $V = 4,30\text{tf}$.

Com a tensão na parede limitada a 6kgf/cm^2 precisamos de área de contato do coxim:

$A = 4300 / 6 = 720\text{cm}^2$.

Pela geometria da parede podemos fazer um coxim apoiado em toda a largura da parede $b = 40\text{cm}$. Resulta na outra dimensão $c = 720 / 40 = 18\text{cm}$.

Adotaremos coxim de $40 \times 20 \times 40\text{cm}$.

1.6 QUANTITATIVO DE MATERIAIS

1.6.1 Estrutura da Reserva Técnica e Adjacentes

1.6.1.1 Concreto Magro

Muros de Arrimo:

Cortina 1: $0,05 \times 0,20 \times 10,84 + (0,52 \times 0,90 / 2) \times 10,84 = 2,64 \text{ m}^3$

Cortina 2: $0,05 \times 0,20 \times 20,37 + (0,52 \times 0,90 / 2) \times 20,37 = 4,97 \text{ m}^3$

Total $7,61 \text{ m}^3$





1.6.1.2 Concreto Estrutural C25

Subsolo - TQS:

Vigas	14,25 m ³
Pilares	2,93 m ³
Total	17,18 m ³

Térreo - TQS:

Vigas	13,98 m ³
Pilares	4,85 m ³
Lajes	13,97 m ³
Total	32,8 m ³

Segundo pavimento - TQS:

Vigas	12,25 m ³
Pilares	4,45 m ³
Lajes	13,91 m ³
Total	30,61 m ³

Mezanino - TQS:

Vigas	11,22 m ³
Pilares	4,58 m ³
Lajes	9,79 m ³
Total	25,59 m ³

Cobertura - TQS:

Vigas	11,26 m ³
Pilares	4,45 m ³





Lajes	14,26 m³
Total	29,97 m³
Cobertura do Reservatório - TQS:	
Vigas	3,68 m³
Pilares	0,63 m³
Lajes	2,05 m³
Total	6,36 m³
Escadas:	
Lance L1: $0,875 \times 1,50 =$	1,31 m³
Lance L2: $0,843 \times 1,50 =$	1,26 m³
Lances L3 e L5: $2 \times 0,85 \times 1,50 =$	2,55 m³
Lances L4 e L6: $2 \times 0,82 \times 1,50 =$	2,46 m³
Vigas do patamar: $3 \times 0,15 \times 0,50 \times 2,80 =$	0,63 m³
Total	8,21 m³
Muros de Arrimo:	
Cortina 1: $10,84 \times (0,20 \times 5,20 + 0,15 \times 1,10 + 0,20 \times 0,15) =$	13,38 m³
Cortina 2: $20,37 \times (0,15 \times 5,20 + 0,25 \times 0,15) =$	16,65 m³
Total	30,03 m³
1.6.1.3 Área de Formas	
Subsolo - TQS:	
Vigas	141,21 m²
Pilares	45,20 m²





Total	186,41 m²
Térreo - TQS:	
Vigas	144,56 m²
Pilares	74,12 m²
Lajes	139,67 m²
Total	358,35 m²
Segundo pavimento - TQS:	
Vigas	123,90 m²
Pilares	71,40 m²
Lajes	139,06 m²
Total	334,36 m²
Mezanino - TQS:	
Vigas	117,95 m²
Pilares	74,12 m²
Lajes	97,89 m²
Total	289,96 m²
Cobertura - TQS:	
Vigas	119,03 m²
Pilares	71,40 m²
Lajes	142,63 m²
Total	333,06 m²
Cobertura do Reservatório - TQS:	





Vigas	46,69 m ²
Pilares	11,40 m ²
Lajes	20,91 m ²
Total	79,00 m ²

Escadas:

$$\text{Lance L1: } (2 \times 0,875) + 1,50 \times (3,50 + 1,18) + 10 \times (0,17 \times 1,50) = 11,32 \text{ m}^2$$

$$\text{Lance L2: } (2 \times 0,843) + 1,50 \times (1,54 + 3,06) + 9 \times (0,17 \times 1,50) = 10,88 \text{ m}^2$$

$$\text{Lances L3 e L5: } 2 \times [(2 \times 0,851) + 1,50 \times (3,50 + 0,98) + 10 \times (0,17 \times 1,50)] = 21,94 \text{ m}^2$$

$$\text{Lances L4 e L6: } 2 \times [(2 \times 0,82) + 1,50 \times (1,34 + 3,06) + 9 \times (0,17 \times 1,50)] = 21,07 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 65,21 \text{ m}^2$$

Muros de Arrimo:

$$\text{Cortina 1: } 2 \times (10,84 \times 4,15 + 10,84 \times 1,10) + 10,84 \times (0,15 + 0,20) = 117,61 \text{ m}^2$$

$$\text{Cortina 2: } 2 \times (5,05 \times 20,37) + 20,37 \times (0,25 + 0,15) + 16,66 \times (0,22 + 0,15) = 220,05 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 337,66 \text{ m}^2$$

1.6.1.4 Pré-laje

$$\text{Subsolo - TQS: } 189,91 \text{ m}^2$$

1.6.1.5 Escoramento

$$4 \text{ pavimentos completos: } 4 \times 186 \times 3,4 = 2529,60 \text{ m}^3$$

$$\text{Complementação da cobertura: } 37,00 \text{ m}^3$$





Pérgolas da Cortina 1: $3 \times 3,00 \times 0,50 \times 4,30 =$

19,35 m³

Total:

2585,95 m³

1.6.1.6 Aço CA-50

Prancha 15

2928 kg

Prancha 16

949 kg

Prancha 18

806 kg

Prancha 19

1092 kg

Prancha 21

803 kg

Prancha 22

635 kg

Prancha 24

558 kg

Prancha 25

602 kg

Prancha 27

664 kg

Prancha 28

519 kg

Prancha 29

99kg

Prancha 30

347 kg

Prancha 31

1649 kg

Prancha 32

415 kg

Prancha 33

134 kg

Total

12266 kg

1.6.1.7 Resumo

Concreto Magro

8,39 m³

Concreto Estrutural C25

180,75 m³





Área de Formas	1984,01 m²
Pré-laje	189,91 m²
Escoramento	2585,95 m³
Aço CA-50	12106 kg

1.6.2 Estrutura da Passarela de Acesso à Reserva Técnica

1.6.2.1 Concreto Estrutural C25

Vigas	4,80 m³
Lajes	20,23 m³
Pilares: 39,20 x 0,15² x 3,14 / 4	0,69 m³
Total	25,72 m³

1.6.2.2 Área de Formas

Vigas	61,60 m²
Lajes	112,40 m²
Total	174,00 m²

1.6.2.3 Aço ASTM A-36

Prancha 13	748 kg
------------	--------

1.6.2.4 Escoramento

2,45 x 112,40 =	275,38 m³
-----------------	-----------

1.6.2.5 Aço CA-50

Prancha 13	865,00 kg
------------	-----------





1.6.2.6 Junta

Largura da Laje: 2,81 m

2,81 m

1.6.2.7 Aparelho de Neoprene

$2 \times 0,14 \times 1,00 \times 0,50 =$

0,14 dm³

1.6.2.8 Mastique elástico

$2 \times (4,00 + 4,00) \times 1,50 \times 0,2 =$

4,8 dm³

1.6.2.9 Resumo

Concreto Estrutural C25

25,72 m³

Área de Formas

174,00 m²

Aço ASTM A-36

748 kg

Escoramento

275,38 m³

Aço CA-50

865 kg

Junta

2,81 m

Aparelho de Neoprene

0,14 dm³

Mastique Elástico

4,8 dm³

1.6.3 Estrutura da Ampliação do Bloco B e Acesso ao Elevador

1.6.3.1 Concreto Magro

Térreo:

Vigas

0,02 m³





1.6.3.2 Concreto Estrutural C25

Térreo - TQS:

Vigas 0,13 m³

Primeiro Pavimento - TQS:

Vigas 3,94 m³

Pilares 1,36 m³

Lajes 3,34 m³

Total 8,64 m³

Cobertura - TQS:

Vigas 6,76 m³

Pilares 1,05 m³

Lajes 10,71 m³

Total 18,57 m³

Escada Plissada:

0,73 x 2,00 = 1,46 m³

1.6.3.3 Área de Formas

Térreo - TQS:

Vigas 0,75 m²

Primeiro Pavimento - TQS:

Vigas 40,93 m²

Pilares 23,43 m²

Lajes 29,79 m²





Total	94,15 m²
Cobertura - TQS:	
Vigas	72,49 m²
Pilares	18,20 m²
Lajes	99,83 m²
Total	190,53 m²

Escada Plissada:

$2 \times 0,73 + 10 \times 0,30 \times 2,00 + 10 \times 0,16 \times 2,00 =$	10,66 m²
---	----------

1.6.3.4 Escoramento

Primeiro Pavimento: $38,05 \times 2,98 =$	113,39 m³
Cobertura: $113,06 \times 2,57 =$	290,56 m³
Escada Plissada: $3,91 \times 2,00 \times 0,90 =$	7,04 m³
Total	410,88 m³

1.6.3.5 Aço CA-50

Prancha 05	405 kg
Prancha 07	183 kg
Prancha 08	260 kg
Prancha 10	674 kg
Prancha 11	527 kg
Total	2049 kg

1.6.3.6 Escada Metálica

Aço ASTM-A36	438.48 kg
--------------	-----------





1.6.3.7 Resumo

Concreto Magro	0,02 m³
Concreto Estrutural C25	28,75 m³
Área de Formas	296,08 m²
Escoramento	411,89 m³
Aço CA-50	2049 kg
Aço ASTM-A36	438,48 kg

1.6.4 Estrutura Galeria Técnica

1.6.4.1 Concreto Magro

0,05 x 1,00 x 27,50 =	1,88 m³
-----------------------	---------

1.6.4.2 Concreto Estrutural C25

Vigas: $2 \times (0,20 \times 0,20 \times 49,00) + 10 \times (0,20 \times 0,20 \times 1,00) =$	4,32 m³
Lajes: $(0,09 \times 1,16 \times 27,50) =$	2,87 m³
Total	7,17 m³

1.6.4.3 Área de Formas

Vigas: $2 \times (0,20 \times 1,56) + 9 \times 2 \times (0,20 \times 1,16) + 2 \times (0,20 \times 27,50) + 2 \times (0,20 \times 25,50)$ = 22,86 m²	
Total	26,00 m²

1.6.4.4 Estacas Escavadas

163 x 1,39	226,57 m
------------	----------





1.6.4.5 Aço CA-50

Prancha 12

1588 kg

1.6.4.6 Mastique Elástico

Assentamento: $2 \times 275,00 \times 2,00 \times 0,10 =$

110,00 dm³

Rejunte: $24 \times 15,60 \times 0,90 \times 0,10 =$

33,69 dm³

Total

143,69 dm³

1.6.4.7 Resumo

Concreto Magro

1,38 m³

Concreto Estrutural C25

7,17 m³

Área de Formas

26,00 m²

Estacas Escavadas

226,57 m

Aço CA-50

1588 kg

Mastique Elástico

143,69 dm³

1.6.5 Estruturas dos Prédios Existentes

1.6.5.1 Estacas Escavadas 30 cm Diâmetro.

3,00 m x 4 =

12,00m

1.6.5.2 Concreto C25

Escada Pátio -

1,04m³





1.6.5.3 Graute

Viga VR1: $2 \times (0,07 \times 0,40 \times 2,60) =$	0,15m ³
Viga VR2: $2 \times (0,07 \times 0,40 \times 1,30) =$	0,07m ³
Viga VR3: $2 \times (0,07 \times 0,40 \times 1,75) =$	0,10m ³
Viga VR4: $2 \times (0,07 \times 0,40 \times 2,90) =$	0,16m ³
Viga VR5: $2 \times (0,07 \times 0,40 \times 2,60) =$	0,15m ³
Viga VR6: $(0,07 \times 0,40 \times 2,10) =$	0,06m ³
Viga VR7: $(0,07 \times 0,40 \times 1,55) =$	0,04m ³
Viga VR8: $(0,07 \times 0,40 \times 2,10) =$	0,06m ³
Viga VR9: $2 \times (0,15 \times 0,40 \times 4,85) =$	0,58m ³
Viga VR10: $2 \times (0,07 \times 0,40 \times 2,55) =$	0,14m ³
Viga VR11: $2 \times (0,07 \times 0,40 \times 2,55) =$	0,14m ³
Viga VR12: $(0,07 \times 0,40 \times 1,50) =$	0,04m ³
Viga VR13: $(0,07 \times 0,40 \times 1,60) =$	0,05m ³
Viga VR14: $2 \times (0,07 \times 0,40 \times 2,40) =$	0,13m ³
Total	1,87m ³

1.6.5.4 Área de Formas

Viga VR1: $2 \times (0,07 \times 2,20 + 0,40 \times 2,60 + 2 \times 0,07 \times 0,40) =$	2,50 m ²
Viga VR2: $2 \times (0,07 \times 0,90 + 0,40 \times 1,30 + 2 \times 0,07 \times 0,40) =$	1,28 m ²
Viga VR3: $2 \times (0,07 \times 1,35 + 0,40 \times 1,75 + 2 \times 0,07 \times 0,40) =$	1,70 m ²
Viga VR4: $2 \times (0,07 \times 2,50 + 0,40 \times 2,90 + 2 \times 0,07 \times 0,40) =$	2,78 m ²
Viga VR5: $2 \times (0,07 \times 2,20 + 0,40 \times 2,60 + 2 \times 0,07 \times 0,40) =$	2,50 m ²





Viga VR6: $(0,07 \times 2,10 + 0,40 \times 2,10 + 2 \times 0,07 \times 0,40) =$	1,04 m ²
Viga VR7: $(0,07 \times 1,15 + 0,40 \times 1,55 + 2 \times 0,07 \times 0,40) =$	0,76 m ²
Viga VR8: $(0,07 \times 2,10 + 0,40 \times 2,10 + 2 \times 0,07 \times 0,40) =$	1,04 m ²
Viga VR9: $2 \times (0,15 \times 4,85 + 0,40 \times 4,85 + 2 \times 0,15 \times 0,40) =$	5,58 m ²
Viga VR10: $2 \times (0,07 \times 2,15 + 0,40 \times 2,55 + 2 \times 0,07 \times 0,40) =$	2,45 m ²
Viga VR11: $2 \times (0,07 \times 2,15 + 0,40 \times 2,55 + 2 \times 0,07 \times 0,40) =$	2,45 m ²
Viga VR12: $(0,07 \times 1,10 + 0,40 \times 1,50 + 2 \times 0,07 \times 0,40) =$	0,73 m ²
Viga VR13: $(0,07 \times 1,20 + 0,40 \times 1,60 + 2 \times 0,07 \times 0,40) =$	0,78 m ²
Viga VR14: $2 \times (0,07 \times 2,00 + 0,40 \times 2,40 + 2 \times 0,07 \times 0,40) =$	2,31 m ²
Escada Pátio -	16,24m
Total	41,22 m ²

1.6.5.5 Aço CA-50

Prancha 04	390 kg
Prancha 34	140 kg

1.6.5.6 Escada Metálica

Aço ASTM-A36	935.58 kg
--------------	-----------

1.6.5.7 Cabos de Protensão e Cones de Ancoragem

Prancha 04 CP 210 12,5mm bainha engraxada	170kg
Prancha 04 Cones de ancoragem monocordoalhas	4un

1.6.5.8 Resumo

Estacas Escavadas 30 cm	12,00m
-------------------------	--------





Concreto C25	1,04 m³
Graute	1,87 m³
Área de Formas	41,22 m²
Aço CA-50	530 kg
Aço ASTM-A36	935.58 kg
CP 210 12,5mm bainha engraxada	170 kg
Cones de ancoragem monocordoalhas	4 un

1.7 Memorial de Procedimentos para escavações

Além das especificações deste memorial de procedimentos devem ser utilizadas as recomendações a ABNT NBR 9061 - Segurança de Escavação a céu aberto e NR 18 - Legislação em segurança e saúde no trabalho.

A escavação será realizada de maneira manual e por mini escavadeira por estar em um local de difícil acesso e por estar próxima às edificações existentes. Dessa forma, o local será isolado, escorado e esgotados por processo que assegure a proteção adequada.

As escavações com mais de 1,25m de profundidade serão dotadas de escadas e de segurança para permitir a rápida saída dos trabalhadores em caso de emergência, independente da adoção de escoramento.

O material proveniente das escavações, poderá, à critério da fiscalização, ser utilizado para reaterro. Para isso deverá ser estocado em local seguro e afastado da escavação. Para o caso da não utilização, deverá ser encaminhado aos locais de "bota-fora" legalizados.

Ao atingir a cota de projeto, o fundo da escavação deverá ser regularizado e limpo.





1.8 Memorial de procedimentos para estruturas em concreto armado

1.8.1 Concreto

Nas estruturas de concreto armado deve ser empregado concreto C25 ou específico para cada caso, conforme constante em projeto. Todos os procedimentos deverão atender a NBR 12655:2015, cuja última revisão passou a valer a partir de 15 de fevereiro de 2015. No que pese os itens estejam colacionados na maior parte dos manuais de Construção Civil, elenca-se as definições a seguir:

1.8.1.1 Composição / Materiais Componentes

Conforme determinação da NBR 12.655:2015, para Concreto de Cimento Portland, o concreto deve ser composto por Cimento Portland (CP II-E), areia, agregado graúdo (brita nº 1) e água.

1.8.1.2 Dosagem

Os materiais devem ser medidos em massa ou em volume (para agregados), sendo que a conversão de massa para volume seja confiável e leve em consideração a umidade da areia conforme recomendação da NBR 12.655:2015. A edificação será construída em uma zona rural, portanto sua classe de agressividade ambiental é II.A relação cimento, areia e brita deve obedecer 1:2:3 em volume (m³) e a relação Água / Cimento $\leq 0,6$.

1.8.1.3 Preparo do concreto

A edificação receberá concreto usinado. Os responsáveis pelo recebimento do concreto são a equipe de fiscalização da obra e o responsável técnico pela execução da obra. A documentação comprobatória do cumprimento da NBR 12.655:2015 deve estar disponível no canteiro de obra, durante toda a construção, e deve ser arquivada e preservada pelo prazo previsto na legislação vigente (NBR 12.655, item 4.4).

O preparo do concreto deverá ser sempre através de uma central de concreto, convenientemente dimensionada para atendimento ao plano de concretagem estabelecido de acordo com o cronograma da obra.





A central de concreto deverá ser operada por pessoal especializado, com constante assistência do laboratório de campo, para as correções que se fizerem necessárias no traço do concreto.

Antes do início das operações de produção do concreto, deverão ser feitas as aferições dos dispositivos de pesagem e as determinações das umidades dos agregados, para correção do fator água/cimento.

Para cada carga de concreto preparado, deverá constar: peso do cimento, peso dos agregados miúdo e graúdo, fator água/cimento, hora do término da mistura e identificação do equipamento de transporte.

1.8.1.4 Transporte

O concreto deverá ser transportado, desde o seu local de mistura até o local de colocação com a maior rapidez possível, através de equipamentos transportadores especiais que evitem a sua segregação e vazamento da nata de cimento.

Quando transportados por caminhões betoneiras, o tempo máximo permitido neste transporte será de uma hora, contado a partir do término da mistura até o momento de sua aplicação; caso o concreto contenha aceleradores de pega este tempo será reduzido.

Para qualquer outro tipo de transporte, este tempo será de no máximo, 30 minutos.

Para prazos superiores, a FISCALIZAÇÃO estudará juntamente com a CONTRATADA as providências necessárias.

Todo equipamento transportador deverá ter dispositivo de identificação e características de funcionamento que permitam à FISCALIZAÇÃO determinar as suas condições de operação.

1.8.1.5 Lançamento

O concreto deverá ser depositado nos locais de aplicação, diretamente em sua posição final, através da ação adequada de vibradores, evitando-se a sua segregação.





Não será permitido o lançamento do concreto com alturas superiores a 2,00 metros, devendo-se usar funil e tubos metálicos articulados de chapa de aço para o lançamento.

Antes do lançamento do concreto, os locais a serem concretados, deverão ser vistoriados e retirados destes quaisquer tipos de resíduos prejudiciais ao concreto.

O lançamento do concreto, através de bombeamento, deverá atender às normas da ABNT e especificações da ACI-304 e ou sucessoras, e o concreto deverá ter um índice de consistência adequado às características do equipamento.

1.8.1.6 Adensamento

O adensamento do concreto deverá ser executado através de vibradores de alta frequência, com diâmetro adequado às dimensões das formas, e com características para proporcionar bom acabamento e deverá iniciar logo após o lançamento com vibradores de imersão que devem penetrar cerca de 5 cm na camada inferior.

Os vibradores de agulha deverão trabalhar sempre na posição vertical e movimentados constantemente na massa de concreto, até a caracterização do total adensamento, e os seus pontos de aplicação deverão ser distantes entre si cerca de uma vez e meia o seu raio de ação.

Deverão ser evitados os contatos prolongados dos vibradores junto às formas e armaduras.

As armaduras parcialmente expostas, devido a concretagem parcelada de uma peça estrutural, não deverão sofrer qualquer ação de movimento ou vibração antes que o concreto onde se encontram engastadas adquira suficiente resistência para assegurar a eficiência da aderência.

Os vibradores de parede só deverão ser usados se forem tomados cuidados especiais, no sentido de se evitar que as formas e as armaduras possam ser deslocadas.

Toda concretagem deverá obedecer a um plano previamente estabelecido pela CONTRATADA, onde necessariamente serão considerados:





- Delimitação da área a ser concretada em uma jornada de trabalho, sem interrupções de aplicação do concreto, com definição precisa do volume a ser lançado.
- Na delimitação desta área, ficarão definidas as juntas de concretagem, que deverão ser sempre verticais e atender às condições de menores solicitações das peças. O concreto junto às formas verticais das juntas deverá ser bem vibrado. As juntas de concretagem deverão ser providas de pontas de ferro para reforço conforme indicado anteriormente.
- Planejamento dos recursos de equipamentos e mão-de-obra necessários à concretização dos serviços.
- Verificação dos sistemas de formas e se as condições do cimbramento estão adequadas às sobrecargas previstas.
- Estudos dos processos de cura a serem adotados para os setores delimitados por este plano de concretagem.

Todo concreto deverá ser cadastrado de forma a estabelecer uma correlação entre o local de aplicação e o número do lote do concreto lançado, para possibilitar um adequado controle de qualidade.

1.8.1.7 Cura

O concreto deve ser curado por aspersão contínua, intermitente ou lâmina d'água por um período mínimo de sete dias. No caso de aspersão intermitente o uso de papelão ou saco de aniagem umedecidos auxilia no desempenho da cura. A aspersão contínua pode ser feita com aspersores de jardim. Uma cura bem-feita evita fissuração e o aparecimento de trincas, a cura total ocorre após 28 dias.

Conforme o Manual da Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem do Brasil, a cura do concreto é uma etapa importante da concretagem, pois evita a evaporação prematura da água e fissuras no concreto.

Quanto mais perfeita e demorada for a cura do concreto, tanto melhores serão suas características finais, de tal modo que a resistência máxima do concreto preestabelecida seja atingida.





1.8.1.8 Controle de qualidade

O controle de qualidade deverá ser feito através do ensaio de consistência pelo abatimento do tronco de cone (NBR NM 67:1998) ou pelo espalhamento na mesa de Graff (NBR 15823-2:2010), a escolha do método fica a critério do executor. O ensaio deve ser realizado toda vez que a umidade dos agregados sofrer alteração ou nas situações que seguem:

- 1 - primeira massada do dia;
- 2 - reinicialização do preparo após intervalo de 2 horas;
- 3 - troca de operadores;

Devem ser observadas outras duas Normas Técnicas para o controle de qualidade: a NBR 12654 (Controle Tecnológico dos Materiais Componentes do Concreto), que dispõe sobre os ensaios que devem ser efetuados nestes materiais e as determinações da NBR 12655 (Concreto – preparo, controle e recebimento), cujas obrigatoriedades referem-se a dosagem experimental para concretos com resistência igual ou superior a 15 MPa.

Por ser praticamente impossível encontrar materiais totalmente isentos de substâncias nocivas, as NBR's desempenham um papel de fundamental importância, pois nos apresentam os limites de tolerância destes elementos

Durante a concretagem deverão ser moldados corpos de prova, em quantidades determinadas pelas normas brasileiras para rompimento aos 7, aos 14 e aos 21 dias e obtido o *slump* para todos os lotes do concreto.

Os relatórios sobre a resistência a compressão aos 7 dias e *slump* deverão ser entregues a FISCALIZAÇÃO até 10 dias no máximo, após a respectiva concretagem e 31 dias para o rompimento aos 21 dias.

Para as peças em que o concreto não atinja a resistência especificada poderão ser necessários reforços ou refazimento, a critério da FISCALIZAÇÃO, e dos projetistas, e de acordo com as normas da ABNT.





Deverá ser feita a contraprova de preferência pelo Departamento de Engenharia Civil da CONTRATANTE, ou outro laboratório indicado pela FISCALIZAÇÃO, às custas da CONTRATADA.

1.8.2 Armaduras

1.8.2.1 Aço

CA 50 nas estruturas de concreto armado;

1.8.2.2 Recebimento e estocagem

O material será aceito se cumprir os quesitos do item 7 da NBR 7480:2007, subitens 7.1. (Aceitação) e 7.2. (Rejeição).

O aço deverá ser recebido e estocado em local seco coberto e sem contato direto com o solo.

É importante atentar aos seguintes quesitos:

a) Para aço em barras:

- quantidade;
- comprimento das barras;
- bitola do aço;
- se os ensaios abrangem todos os lotes entregues;
- se o nome do fabricante está estampado nas barras de diâmetro superior a 10 mm;
- aspecto geral do aço, observando se há defeitos ou impurezas (fissuras, esfoliações, corrosão). Caso a quantidade de material seja considerável, é recomendável verificar a massa, através da pesagem do caminhão em balança neutra, antes e depois da descarga.





b) Para aço em telas: é preciso estar atento e verificar se as informações contidas na etiqueta conferem com o material entregue. Recomenda-se também fazer as seguintes verificações:

- medir as dimensões principais (comprimento, largura, espaçamentos) com uma trena metálica com precisão de 1mm;
- se a quantidade entregue corresponde ao pedido de compra;
- aspecto geral do material (corrosão, fissuras nas barras, pontos de solda solto).

c) Aço beneficiado

verificar inicialmente se a quantidade entregue confere com a nota fiscal e o pedido de compra. Em seguida, verificar se as informações contidas na etiqueta (bitola, formato, dimensões e quantidade) conferem com as peças recebidas. Verificar também o aspecto geral das peças: fissuras, esfoliações e corrosão.

Em caso de material oxidado, se existir possibilidade de remoção da oxidação com uma escova ou um pano grosso e, após essa atividade, não houver evidências de pontos localizados de corrosão, o material pode ser aceito. O ideal para casos de oxidação e dúvidas quanto sua abrangência é a verificação das propriedades do material por ensaios.

1.8.2.3 Preparo das armaduras

As armaduras deverão ser preparadas sobre bancada respeitando as bitolas, NBR's e orientações do projeto. O procedimento básico é citado no Manual do Concreto Armado¹:

“Nas estruturas de concreto, a perfeita cobertura das armaduras é um dos fatores que garantem a durabilidade da edificação. Para um melhor desempenho da estrutura, a armadura deve estar bem protegida. Se a armadura se movimentar e, numa laje, por exemplo, levantar, uma parte pode ficar exposta e, depois, com o tempo, sofrer corrosão. O preparo da armadura acaba sendo, portanto, uma condicionante da obra.”

¹ Disponível em: <<http://www.clubedoconcreto.com.br/2013/11/passo-passo-prpreparo-de-armaduras-para.html>>. Acessado em 01/10/2018.





1.8.2.4 Colocação das armaduras

As armaduras deverão ser posicionadas dentro das formas respeitando os espaçamentos indicados em projeto.

Utilizar os vergalhões com bitola e quantidade certas é o primeiro passo. Depois, é preciso amarrar corretamente as barras de aço, quando se faz a montagem das armaduras. Outro procedimento necessário é garantir o espaçamento correto das armaduras, obedecendo ao projeto técnico. Para isso utilizam-se espaçadores, também chamados de distanciadores. São peças, quase sempre de material plástico, que mantêm os ferros na posição certa mesmo sob o peso do concreto fresco. Quando o concreto é jogado, às vezes bombeado, a força e o peso são tão grandes que podem tirar as armaduras do lugar.

Os distanciadores devem ser colocados no lugar certo e em quantidade para ficar bem distribuídos. Existem espaçadores para cada aplicação: nas lajes são usados distanciadores do tipo "cadeirinha"; nas vigas e pilares, o modelo é outro, o circular "S". Existem ainda os modelos multiapoio, que suportam grandes cargas e são indicados para fundo de vigas e lajes muito pesadas.

1.8.3 Formas para concreto

1.8.3.1 Painéis

As formas deverão confeccionadas com painéis de madeira compensada. Tábuas e sarrafos de madeira também podem ser utilizados na confecção das formas. O uso de desmoldante fica a critério do executor, embora seja recomendada.

O Manual do Sinduscon "Qualidade na Aquisição de Materiais e Execução de Obras" apresenta um padrão de montagem de formas e uma série de recomendações durante esta fase da obra.

Em termos gerais é recomendado que a obra esteja limpa, evitando erros durante a locação dos gastalhos. Parece uma recomendação simples, mas que pode gerar grande impacto, caso haja algum impedimento de fácil resolução. Um pilar fora de locação ou de prumo pode comprometer a distribuição dos esforços da edificação. A



boa qualidade na fase de construção das estruturas de concretagem é de grande interferência no resultado.

Para o caso da montagem das formas, tem-se como base a NBR 15696:2009, que fixa procedimentos e condições que devem ser respeitados na execução das estruturas provisórias de fôrmas e escoramentos, para a execução de estruturas de concreto moldadas in loco.

1.8.3.2 Travamentos

O travamento poderá ser feito com barras de ancoragem metálicas ou sarrafos e pontaletes.

1.8.3.3 Cimbramentos

O cimbramento poderá ser feito com estruturas metálicas ou de madeira.

1.8.4 Metodologia nas concretagens

O processo de concretagem inicia com a colocação das armaduras dos pilares e montagem das formas. Os painéis que compõe as formas devem estar limpos e no caso do uso de desmoldante ele deve ser aplicado. As formas dos pilares devem ser travadas e então é feita a concretagem do pilar fazendo adensamento das camadas. Após a cura dos pilares são montadas as formas das vigas e lajes com cimbramento. As armaduras das vigas e lajes são colocadas com espaçadores para garantir o cobrimento de projeto. A concretagem das vigas e lajes pode ser iniciada, sendo feita em camadas, das extremidades para o centro. As camadas de concreto devem ser todas adensadas. Cuidado especial deve ser tomado ao lançar o concreto para que não seja lançado grande volume de concreto num único ponto que sobrecarregue os escoramentos.

1.8.4.1 Desforma e Descimbramento

A desforma deve iniciar com a retirada das laterais de vigas e pilares após 7 dias da concretagem. O cimbramento e fundo de vigas e lajes deve ser retirado somente após 20 dias.





1.8.4.2 Passagens de Dutos

Nos casos em que dutos necessitem passar através de elementos de concreto esperas devem ser deixadas previamente. As esperas para os dutos devem ser feitas com dutos de maior diâmetro sendo posicionadas em seus respectivos lugares antes da concretagem.

1.8.5 Impermeabilizações das estruturas de concreto

1.8.5.1 Muro de Arrimo e Cortina de Contenção

Deve ser executada impermeabilização no muro de arrimo e cortina de contenção do subsolo da reserva técnica.

Pelo lado aterrado será feita a impermeabilização com proteção mecânica em lona, sendo o concreto lançado entre a lona e a forma do muro de arrimo/cortina. Pelo lado interno, após a retirada da forma da parede será feita a impermeabilização com aplicação de impermeabilizante do tipo hidroasfalto, sendo aplicado em toda a área a estrutura em duas demãos.

Após serão revestidos internamente com chapisco contendo aditivo impermeabilizante na massa.

1.8.5.2 Vigas baldrame, alvenarias de embasamento e fundações

Será feita a impermeabilização horizontal de todas as vigas baldrame, alvenarias de embasamento e fundações, com aplicação de uma camada de regularização de argamassa 1:3 de cimento e areia, com aditivo impermeabilizante, devidamente sarrafeada e desempenada e sobre a camada de regularização aplicar impermeabilizante do tipo hidroasfalto, de acordo com orientação do fabricante e com garantia mínima de 5 anos, para se evitar a percolação da água pela futura alvenaria e futuros pontos de infiltração e mofos.

Após a execução desta impermeabilização deverá ser proibido trânsito sobre a mesma evitando-se danos futuros e pontos de infiltração.





1.8.6 Fiscalização

A fiscalização deve ser feita por profissional habilitado que acompanhe todas as etapas de execução da obra, visando garantir que as Normas vigentes sejam seguidas. Normas técnicas e de segurança do trabalho devem ser a base da fiscalização buscando a segurança da edificação e dos trabalhadores





1.9 BIBLIOGRAFIA

Normas ABNT

- “NBR 6118 – Projeto de Estruturas de Concreto”, 2014.
- “NBR 6120 - Carga para Cálculo de Estruturas de Edificações”, 1980.
- “NBR 6122 - Projeto e Execução de Fundações”, 2010.
- “NBR 6123 – Forças Devidas ao Vento em Edificações”, 1988.
- “NBR 8681 – Ações e Segurança nas Estruturas”, 2003.
- “NBR 8800 – Projeto e Execução de estruturas de Aço e Estruturas Mistas Aço-Concreto de Edifícios”, 2004.
- “NBR 9050 – Acessibilidade a Edificações, Mobiliário, Espaços e Equipamentos Urbanos”, 2004.
- “NBR 9062 – Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-moldado”, 2001.
- “NBR 14762 – Dimensionamento de Estruturas de Aço Constituídas por Perfis Formados a Frio”, 2010.

Cánovas, Manoel F. - “Patologia e Terapia do Concreto Armado”. Editora Pini – São Paulo, 1988.

Carvalho, C. R. e Figueiredo Fº, J. R. - “Concreto Armado” - Edufscar – São Carlos, 2004.

Franz, G. - “Tratado del Hormigón Armado”. Tomo I e II – Editorial Gustavo Gili S.A. - Barcelona – 1970.

Guerrin, A. - “Tratado de Concreto Armado – Muros de arrimo e Muros de Cais” - Vol. 6 Hemus Editora Ltda. São Paulo





Guerrin, A.; Daniel, G. – “Traité de Béton Armé – Réservoirs. Bassins – Tuyaux – Galeries” - Vol. 8 Dunod, Éditeur, Paris 1969.

Martha, L. F. - “Ftool – Two – Dimensional Frame Analysis Tool” PUC – RJ, Rio de Janeiro – 2008.

Mason, J. - “Concreto Armado e Protendido” - Livros Técnicos e Científicos Editora S. A. - 1976.

MIX, Sistema de Análise Estrutural – Manual de uso – São Paulo – 2011.

Montoya, P. J. e outros – Hormigón Armado – 10ª edição, Editorial Gustavo Gili – Barcelona.

Sarkis, J. M. - “Vigas Reforçadas Sob Carregamento: Um Método para Simulação Matemática” – Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Maria – 2001.

Souza, Vicente C. M. e Ripper, Thomaz - “Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto” - Editora Pini – São Paulo – 1998.

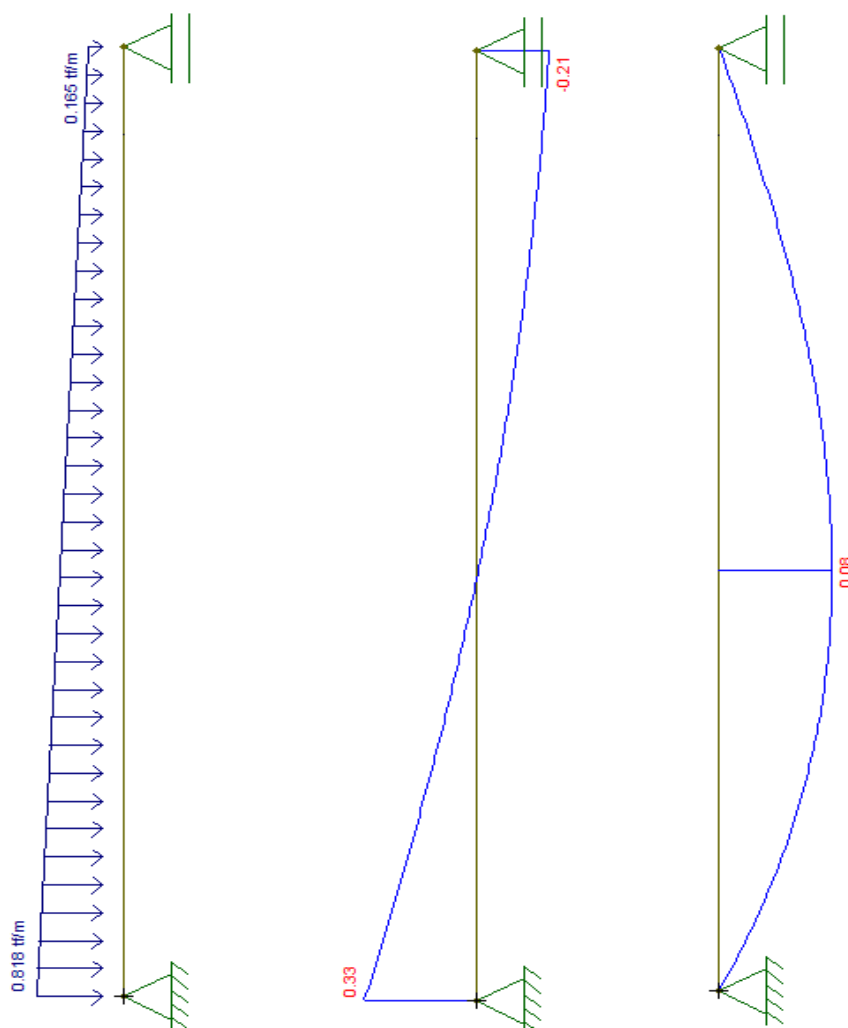
Süssekind, J. C. - “Curso de Concreto” - Volume I – Editora Globo – Porto Alegre – 1984.

TQS - Manuais de Utilização – Versão 18 - TQS Informática Ltda – São Paulo – Setembro 2014.

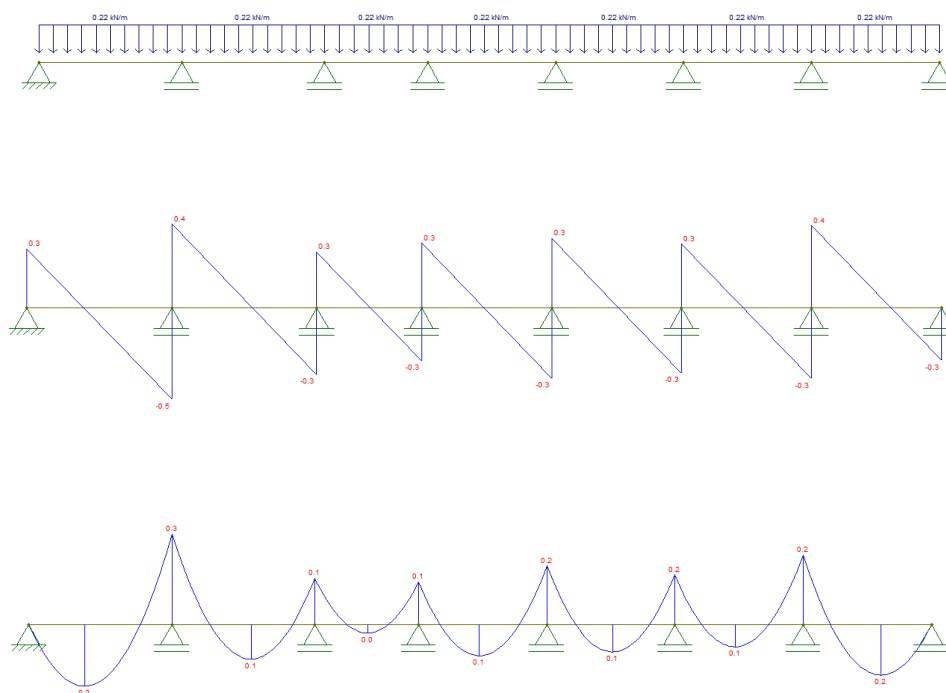
Velloso, D. A., Lopes, F. R. – “Fundações” – Volume completo – Editora Oficina de Textos – São Paulo – 2012.



Anexo I – Análises do Ftool

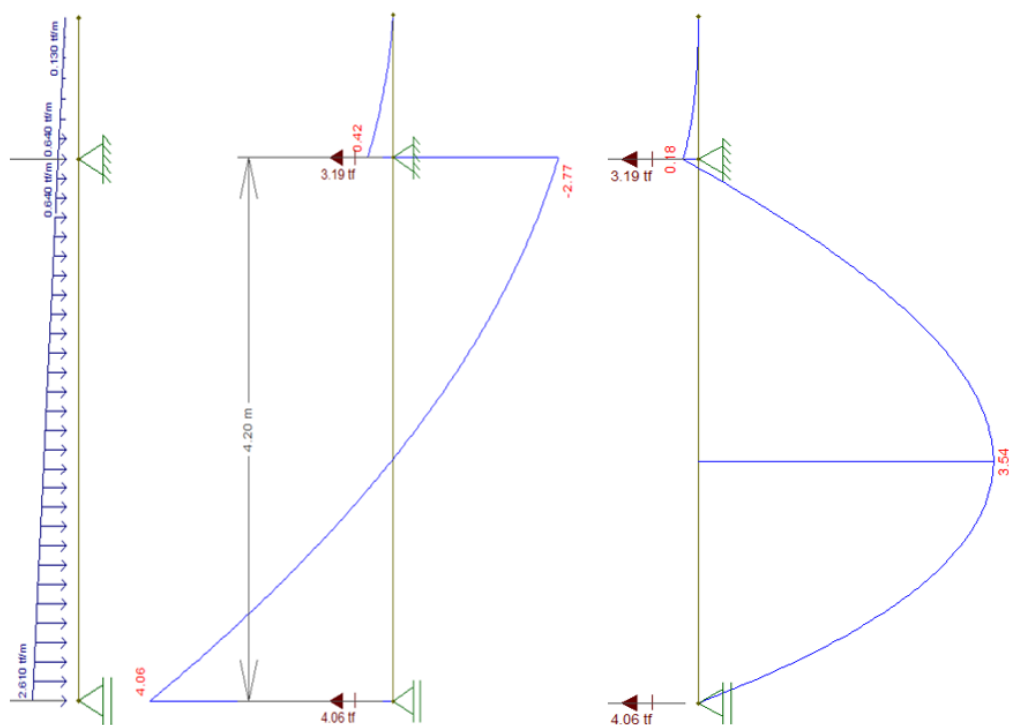


Carregamento e Solicitações nas Paredes da Galeria Técnica

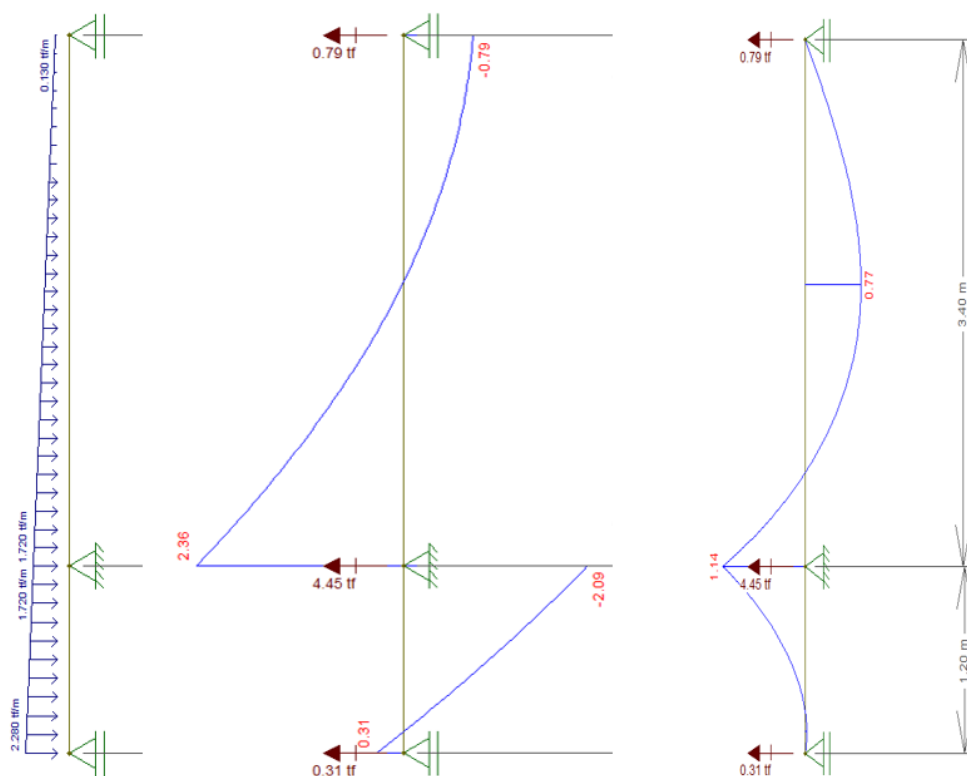


Carregamento e Solicitações nas Vigas de Coroamento da Galeria Técnica





Carregamento e Solicitações do Muro de Arrimo Cortina 1 da Reserva Técnica



Carregamento e Solicitações do Muro de Arrimo Cortina 2 da Reserva Técnica





2 MEMORIAL DESCRITIVO FUNDAÇÕES

2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os presentes memoriais referem-se às fundações do Prédio destinado a reserva técnica, da estrutura denominada Passarela de Ligação, ao Deck situado nos fundos do Prédio da Reserva Técnica, que são construções novas totalmente independentes dos prédios históricos existentes, bem como da ampliação dos prédios históricos.

Pela sua natureza a Galeria Técnica e as cortinas de contenção já têm as fundações incluídas no próprio projeto estrutural.

Na escolha das fundações foi considerada, preponderantemente, a forte declividade do terreno e a dificuldade de acesso para máquinas de grande porte, como bate estacas, devido ao pátio fechado para vias de acesso (rua Duque de Caxias).

As cargas nas fundações foram fornecidas pelo projeto estrutural e repetidas nas plantas de locação das fundações.

As características do solo foram determinadas por sondagem feitas pela empresa SOLMEC Serviços Técnicos Ltda, cujos resultados estão reportados no Anexo II □

2.2 MEMORIAL DESCRITIVO E JUSTIFICATIVO

2.2.1 Ampliação dos Prédios Históricos

Nessa região foram projetadas 22 estacas escavadas a trado de diâmetro 40 centímetros e comprimento médio estimado de 4 metros.

As estacas foram encimadas por 4 blocos de três estacas, 2 blocos de duas estacas e 6 blocos com uma estaca cada um.

A proximidade da estaca E10 com as estacas da Galeria Técnica foi devidamente considerada na definição da ordem de execução dos serviços.

A justificativa para adoção da solução com micro estacas escavadas a trado é que a dificuldade de acesso para equipamentos de grande porte e com cargas solicitantes de 14 tf, estacas com pouco comprimento são suficientes.





Foi considerado o furo mais desfavorável entre os furos SP03 e SP04 que resultou em estacas com 4,0 metros de comprimento.

As figuras abaixo ilustram a topologia das fundações da Ampliação dos Prédios Históricos.

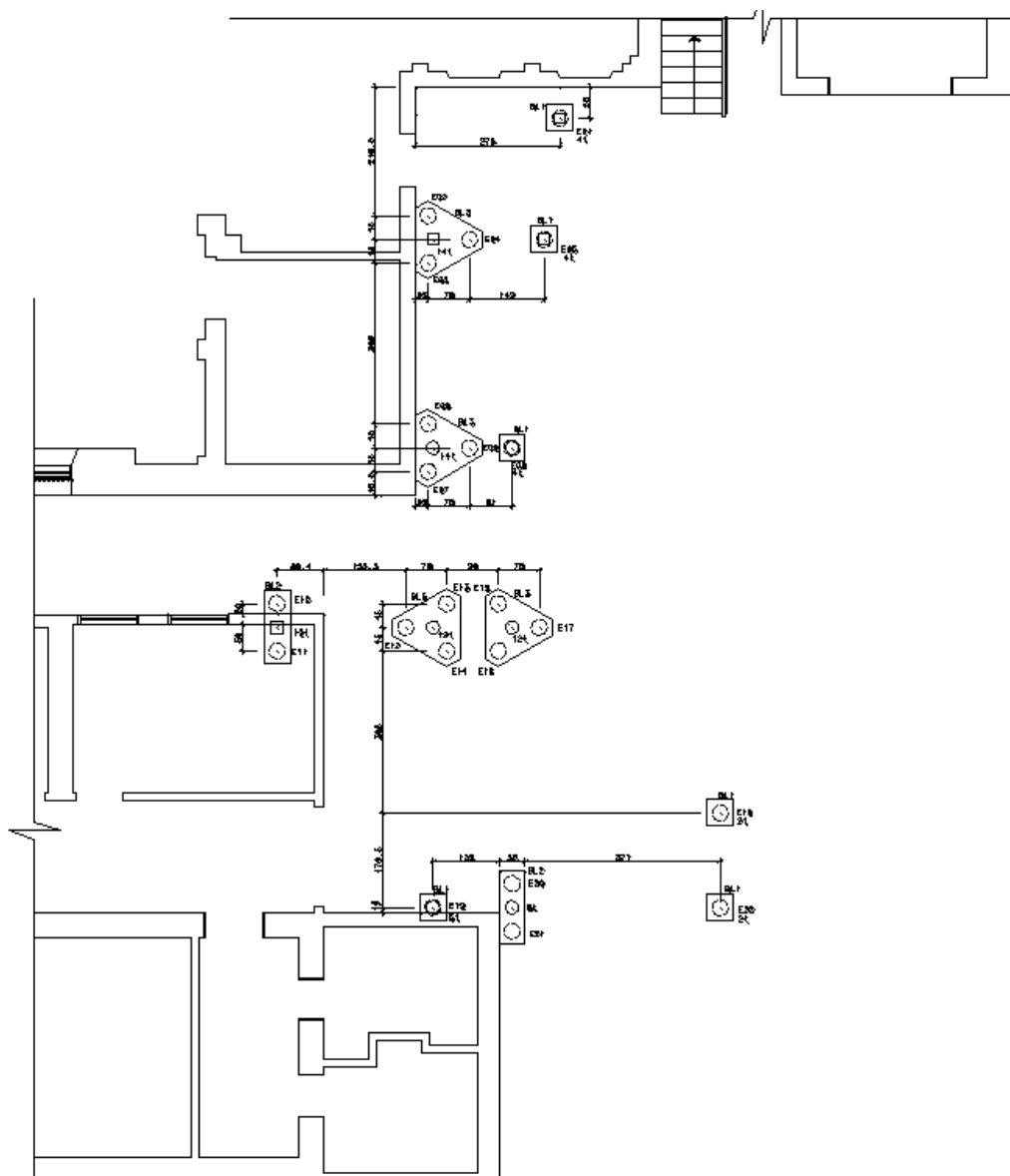


Figura 1 – Vista em Planta das Fundações

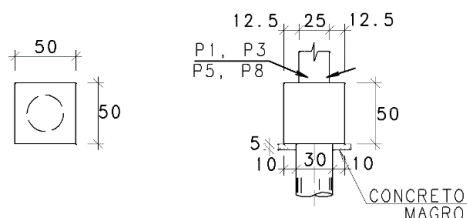




FORMAS BLOCO BL1 (X6)

ESC.: 1:50

VISTA SUPERIOR VISTA LATERAL

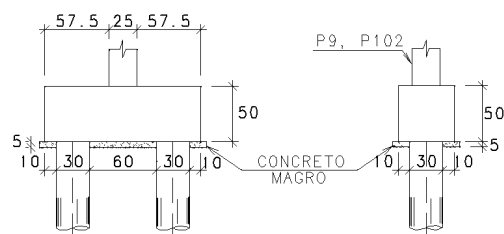


FORMAS BLOCO BL2 (X2)

ESC.: 1:50

VISTA FRONTAL

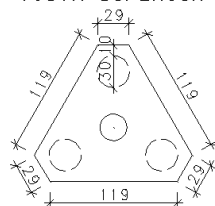
VISTA LATERAL



FORMAS BLOCOS BL3 E BL4 (X4)

ESC.: 1:50

VISTA SUPERIOR



VISTA LATERAL

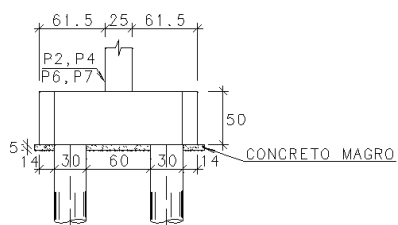


Figura 2 – Forma dos Blocos



2.2.2 Passarela de Ligação

Para essa estrutura foram projetadas 32 estacas escavadas a trado de diâmetro 30 centímetros e comprimento médio estimado de 5 metros.

As estacas foram encimadas por 8 blocos de duas estacas e 4 blocos com 4 estacas cada um.

A proximidade das estacas com as cortinas da Reserva Técnica foi devidamente considerada com o uso do bloco especial sobre quatro estacas que permitiu o afastamento das estacas em relação ao prédio da Reserva Técnica.

A justificativa para adoção da solução com micro estacas escavadas a trado é que a dificuldade de acesso para equipamentos de grande porte e com cargas solicitantes de 7 tf, estacas com pouco comprimento são suficientes.

Foi considerado o furo mais desfavorável entre os furos SP03 e SP04 que resultou em estacas com 5,0 metros de comprimento.

O afastamento das estacas em relação ao prédio da Reserva Técnica, levou em conta a escavação necessária para execução da cortina de concreto do subsolo (as estacas serão executadas depois do reaterro). Com o afastamento projetado, a quase totalidade das estacas será escava no terreno natural.

As figuras abaixo ilustram a topologia das fundações da Passarela de Ligação.



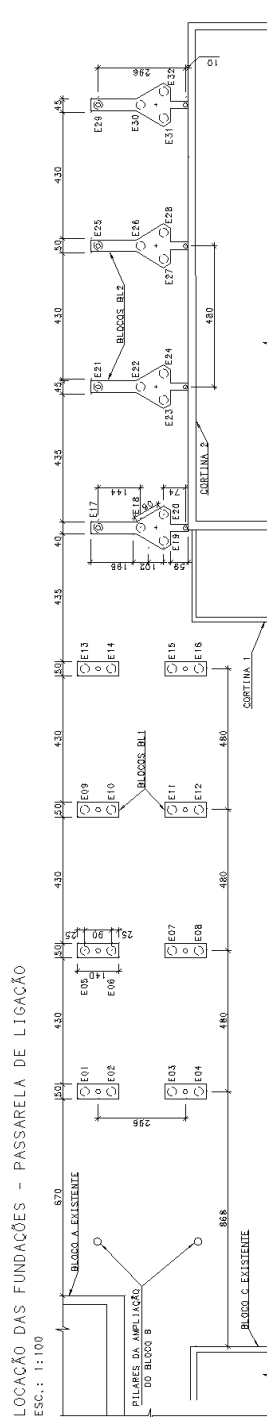
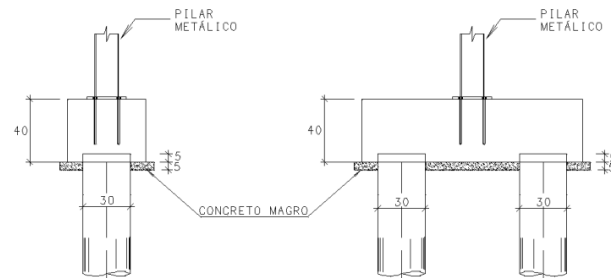


Figura 3 – Vista em Planta das Fundações

FORMAS BLOCO BL1
P/ PILARES METÁLICOS (X8)
ESC: 1:25

VISTA FRONTAL

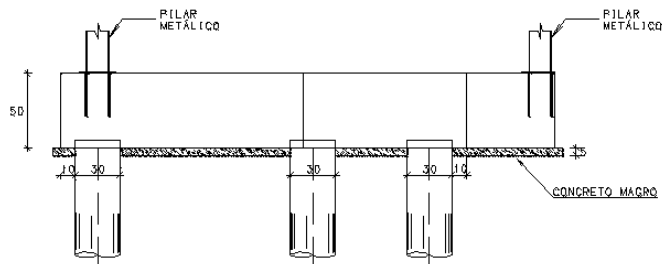
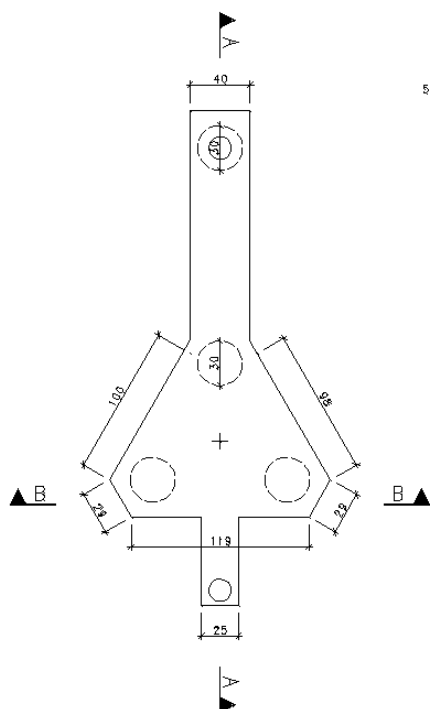
VISTA LATERAL



FORMAS BLOCO BL2 (X4)
ESC.: 1:25

VISTA SUPERIOR

CORTE AA



CORTE BB

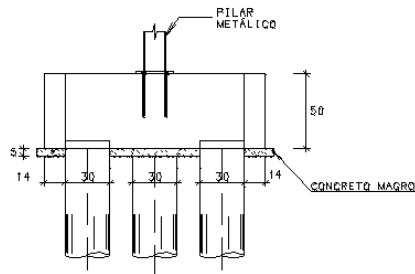


Figura 4 – Forma dos Blocos



2.2.3 Reserva Técnica

Para esse prédio foram projetados 21 tubulões escavados com revestimento recuperável em chapa calandrada de 10 milímetros espessura e diâmetro interno de um metro. Na sua forma final os tubulões terão fuste de um metro de diâmetro e base com ou sem alagamento. Os tubulões em torno do poço do elevador terão o seu topo rebaixado em relação aos demais. A laje do fundo do poço do elevador será executada em contrapiso direto sobre o solo e será fortemente armada para levar em conta as reações rígidas nas regiões de contato com os tubulões do entorno.

A justificativa para adoção da solução com tubulões escavados com revestimento é que a dificuldade de acesso para equipamentos de grande porte e com cargas solicitantes de mais de 70 tf, estacas com pouco comprimento não seriam suficientes. Mesmo com a possibilidade de acesso de máquinas de maior porte, que não é o caso, a grande declividade do terreno apresentaria o risco de deslizamento da fundação em estaca. A fundação em tubulão permite a preparação horizontal do terreno na base. O uso do teste da mesa para determinação da tensão admissível no terreno da base completa a segurança do procedimento.

Para os pilares próximos da divisa o centro dos tubulões ficou afastado do centro do pilar e foram projetadas cinco vigas de equilíbrio.

Dois tubulões, cujos fustes coincidem parcialmente com os pilares da Estrutura do Deck, terão balanços curtos para receber esses pilares.

As figuras abaixo ilustram a topologia das fundações da Reserva Técnica e da Estrutura para o Deck.



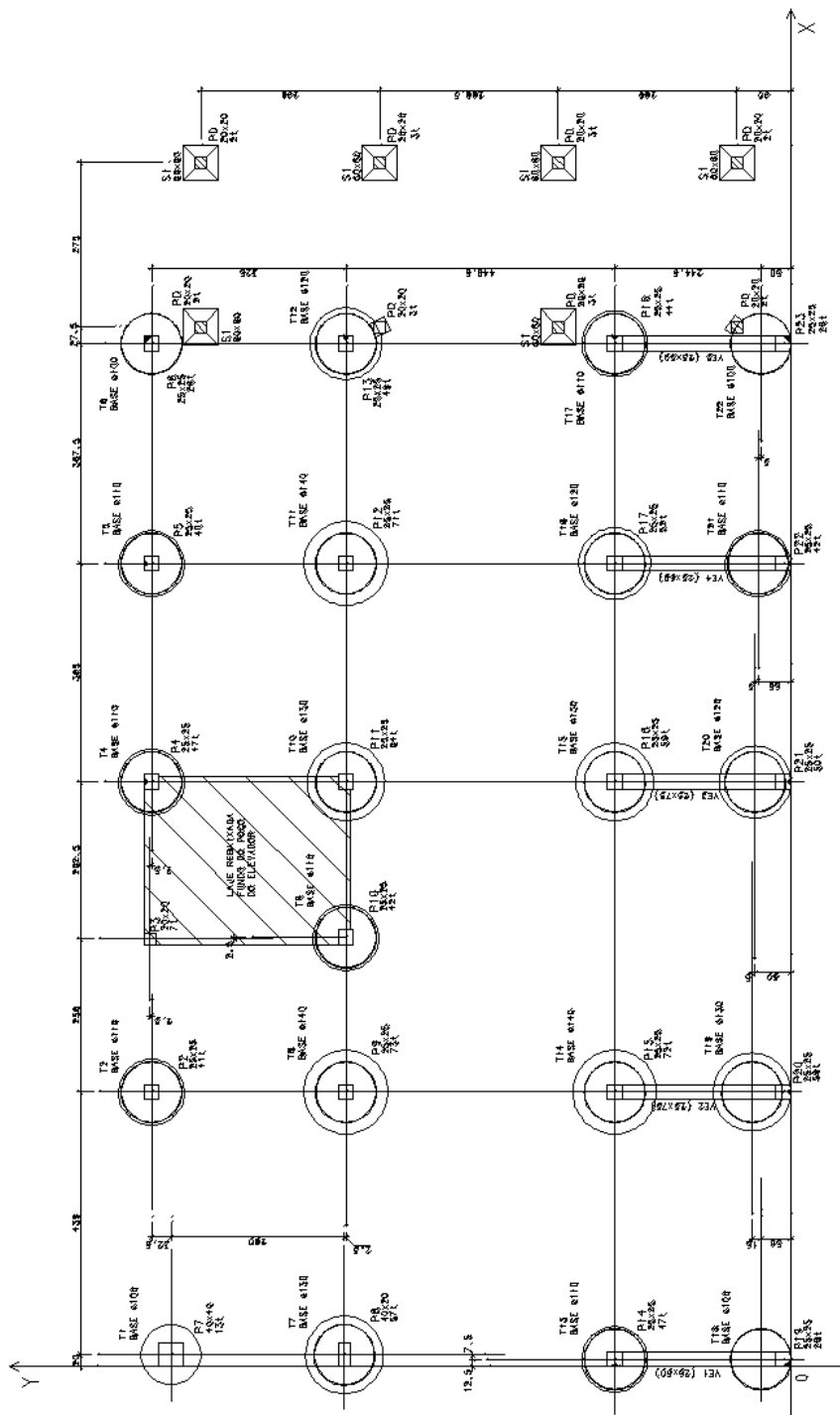


Figura 5 – Vista em Planta das Fundações

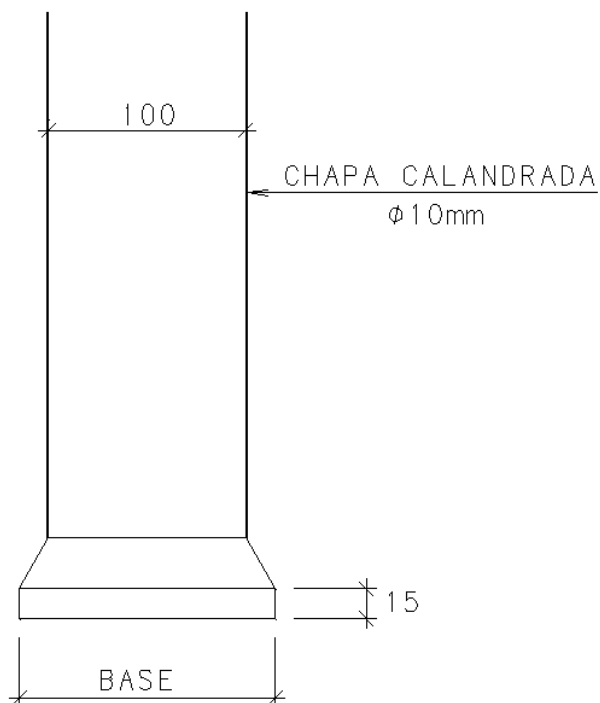


Figura 6 – Forma dos Tubulões

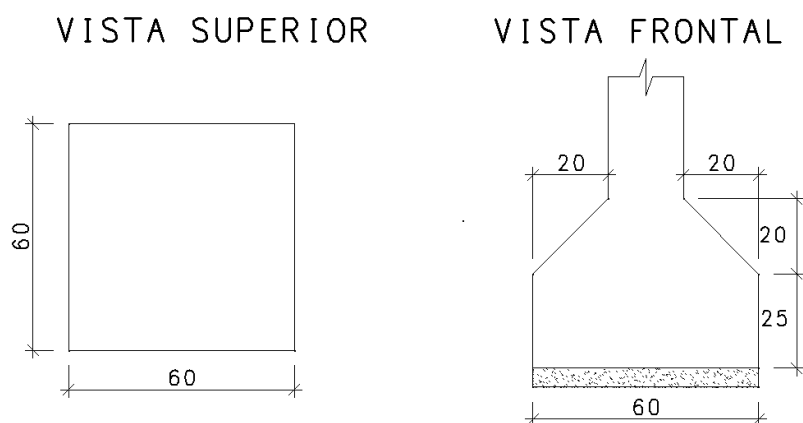


Figura 7 – Forma das Sapatas



2.2.4 Estrutura para o Deck

Nessa região foram projetadas 6 sapatas de superfície quadrada com 60 centímetros de lado assente em solo com resistência admissível de 2 kgf/cm²

Dois pilares do Deck se apoiarão em balanços curtos anexos aos tubulões da Reserva Técnica.

A justificativa para adoção da solução com sapatas escavadas sem revestimento é que a dificuldade de acesso para equipamentos de grande porte e com cargas solicitantes de 3 tf, sapatas mínimas de 60 x 60 seriam suficientes. O uso de micro estacas não é recomendado devido à grande declividade do terreno, pois apresentaria o risco de deslizamento da fundação em estaca. A fundação em sapata permite a preparação horizontal do terreno na base. O uso do teste da mesa para determinação da tensão admissível no terreno da base completa a segurança do procedimento.

As figuras acima, do item 2.2.3, ilustram a topologia das fundações da Reserva Técnica e da Estrutura para o Deck.

2.2.5 Materiais

Para o concreto, utilizado nas fundações foi adotado o C25 com resistência característica fck = 25Mpa.

Para o aço de concreto armado foi adotado o CA -50 com tensão de escoamento característica de fyk = 500Mpa





2.3 CARGAS ADMISSÍVEIS NAS ESTACAS E NO SOLO

2.3.1 Método Adotado

Para cada situação foi adotado o método Aoki-Veloso para definição da capacidade resistente das estacas em relação à sua interação com o solo e por análise dos SPTs para capacidade de carga do solo na base dos tubulões e das sapatas.

O Anexo II Fornece as diversas tabelas utilizadas.

2.3.2 Estacas Escavadas a Trado – Micro Estacas

Para as fundações das passarelas em estrutura metálica, como a carga solicitante é muito baixa, foram projetadas estacas com diâmetro de 30cm. Essas estacas, pelo método Aoki Velloso, resultam em carga admissível de 7,0tf. Foi considerado o furo mais desfavorável entre os furos SP03 e SP04 que resultou em estacas com 5,0 metros de comprimento.

Para as fundações da ampliação do Bloco B, as maiores cargas solicitantes foram de 14 tf. Foram projetadas estacas com diâmetro de 30cm. Essas estacas, pelo método Aoki Velloso, resultam, no pior caso, em carga admissível de 4,7t. Foi considerado o furo mais desfavorável entre os furos SP03 e SP04 que resultou em estacas com 4,0 metros de comprimento.

2.3.3 Tubulões Reserva Técnica

Para as fundações da Reserva Técnica, como a carga solicitante é muito alta, com pilares superando as 70 toneladas, foram projetados tubulões com diâmetro do fuste de 100cm e alargamento da base, quando necessário. O alargamento da base foi definido para se ter uma tensão máxima no solo de 5kgf/cm², compatível com o SPT 25 facilmente encontrado em profundidades máximas de 5 metros, em relação ao piso inferior do prédio. O furo SP02 foi o mais desfavorável.

Na região do poço do elevador o rebaixamento de 1,20 metros coloca a laje em solo com alta capacidade de carga admissível. A especificação de 2kgf/cm² é suficiente para a laje funcionar como elemento de fundação direta sobre o solo.



2.3.4 Sapatas Deck dos Fundos da Reserva Técnica

Para as fundações desse Deck dos fundos da Reserva Técnica, como a carga solicitante é insignificante, com pilaretes atingindo 3 toneladas, foram projetadas sapatas mínimas de 60x60 centímetros. A tensão necessária no solo é inferior a 1kgf/cm², mesmo com a sapata mínima. Por prudência, para evitar um solo facilmente degradável, foi especificado no projeto a tensão admissível de 2 kgf/cm², compatível com o SPT 10, facilmente encontrado em profundidades superficiais, nas sondagens realizadas na região, ou mesmo em aterros bem compactados. O furo SP02 foi o mais desfavorável. Embora estacas escavadas a trado de pequeno diâmetro pudessem atender a baixa carga dos pilaretes, a declividade superficial acentuada do terreno, que deve se repetir nas camadas do subsolo, desaconselha esse tipo de solução pela alta possibilidade de escorregamento.





2.4 QUANTITATIVO DE MATERIAIS

2.4.1 Fundações do Bloco B

2.4.1.1 Concreto Magro

Bloco BL1

$$6 \times 0,05 \times 0,60 \times 0,60 = 0,11 \text{ m}^3$$

Bloco BL2

$$2 \times 0,05 \times 1,50 \times 0,60 = 0,09 \text{ m}^3$$

Bloco BL3=BL4

$$4 \times 0,05 \times 1,473 \text{ (Área TQS)} = 0,30 \text{ m}^3$$

2.4.1.2 Concreto Estrutural C25

Bloco BL1

$$6 \times 0,50 \times 0,50 \times 0,50 = 0,75 \text{ m}^3$$

Bloco BL2

$$2 \times 0,50 \times 1,40 \times 0,50 = 0,70 \text{ m}^3$$

Bloco BL3=BL4

$$4 \times 0,50 \times 1,243 \text{ (Área TQS)} = 2,49 \text{ m}^3$$

2.4.1.3 Área de Formas

Bloco BL1

$$6 \times 4 \times 0,50 \times 0,50 = 6,00 \text{ m}^2$$

Bloco BL2

$$2 \times 2 \times 0,50 \times (1,40 + 0,50) = 3,80 \text{ m}^2$$

Bloco BL3=BL4





$$4 \times 3 \times 0,50 \times (0,29 + 1,19) =$$

8,88 m³

2.4.1.4 Aço CA-50

Prancha 2

666 kg

2.4.1.5 Estacas 30 cm

22 x 4,00 =

88 m

2.4.1.6 Resumo

Concreto Magro

0,50 m³

Concreto Estrutural C25

3,94 m³

Área de Formas

18,68 m²

Aço CA-50

666 kg

Estacas 30 cm

88 m

2.4.2 Fundações da Passarela de Ligação

2.4.2.1 Concreto Magro

Bloco BL1

$$8 \times 0,05 \times 1,50 \times 0,60 =$$

0,36 m³

Bloco BL2

$$4 \times 0,05 \times 2,41 \text{ (Área TQS)} =$$

0,48 m³

2.4.2.2 Concreto Estrutural C25

Bloco BL1

$$8 \times 0,40 \times 1,40 \times 0,50 =$$

2,24 m³





Bloco BL2

$4 \times 0,50 \times 1,97$ (Área TQS) = 3,94 m³

2.4.2.3 Área de Formas

Bloco BL1

$8 \times 2 \times 0,40 \times (1,40 + 0,50)$ = 12,16 m²

Bloco BL2

$4 \times 0,50 \times (2 \times 0,29 + 2 \times 0,47 + 2 \times 1,19 + 2 \times 0,59 + 0,25 + 2 \times 1,54 + 0,40)$ = 17,62 m²

2.4.2.4 Aço CA-50

Prancha 3 1150 kg

2.4.2.5 Estacas 30 cm

• $32 \times 5,00$ = 160 m

2.4.2.6 Resumo

Concreto Magro 0,84 m³

Concreto Estrutural C25 6,18 m³

Área de Formas 29,78 m²

Aço CA-50 1150 kg

Estacas 30 cm 160 m

2.4.3 Fundações da Reserva Técnica e Deck

2.4.3.1 Concreto Magro

Tubulões





$$0,05 \times (4 \times 1,00 + 7 \times 1,10 + 3 \times 1,20 + 4 \times 1,30 + 3 \times 1,40) = 1,24 \text{ m}^3$$

Sapatas

$$6 \times 0,05 \times 0,60 \times 0,60 = 0,09 \text{ m}^3$$

Laje Poço Elevador

$$2,86 \times 3,45 \times 0,05 = 0,50 \text{ m}^3$$

2.4.3.2 Concreto Estrutural C25

Tubulões

$$\text{Comprimento médio do fuste (100 cm)} = 3,93 \text{ m}$$

$$\text{Volume do tronco de cone tubulão 110 cm} = 0,09 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume do tronco de cone tubulão 120 cm} = 0,19 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume do tronco de cone tubulão 130 cm} = 0,26 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume do tronco de cone tubulão 140 cm} = 0,40 \text{ m}^3$$

$$21 \times 3,93 \times (\pi \times 1,0^2/4) + 7 \times [(\pi \times 1,1^2/4) \times 0,15 + 0,09] + 3 \times [(\pi \times 1,2^2/4) \times 0,15 + 0,19] + 4 \times [(\pi \times 1,3^2/4) \times 0,15 + 0,26] + 3 \times [(\pi \times 1,4^2/4) \times 0,15 + 0,40] = 71,26 \text{ m}^3$$

Sapatas

$$6 \times (0,60 \times 0,60 \times 0,45 - 0,20 \times 0,20 \times 0,60) = 0,83 \text{ m}^3$$

Laje Poço Elevador

Volume de concreto considerado no projeto estrutural.





2.4.3.3 Área de Formas

Sapatas

$$6 \times 4 \times 0,60 \times 0,25 =$$

3,60 m²

2.4.3.4 Aço CA-50

Prancha 4

97 kg

Prancha 5

3199 kg

2.4.3.5 Resumo

Concreto Magro

1,33 m³

Concreto Estrutural C25

72,09 m³

Área de Formas

3,60 m²

Aço CA-50

3296 kg

2.4.4 Resumo Geral

Concreto Magro

3,17 m³

Concreto Estrutural C25

82,21 m³

Área de Formas

52,06 m²

Aço CA-50

5181 kg





2.5 BIBLIOGRAFIA

Normas ABNT

- “NBR 6118 – Projeto de Estruturas de Concreto”, 2014.
- “NBR 6120 - Carga para Cálculo de Estruturas de Edificações”, 1980.
- “NBR 6122 - Projeto e Execução de Fundações”, 2010.
- “NBR 8681 – Ações e Segurança nas Estruturas”, 2003.

Alonso, Urbano Rodrigues. - “Exercícios de fundações”. Editora Blucher, 14 reimpressão, São Paulo, 1996.

Alonso, Urbano Rodrigues. - “Dimensionamento de Fundações”. Editora Blucher, 2 reimpressão, São Paulo, 1998.

Bras Fond, Fundações Especiais S. A. - “Manual Técnico – Capacidade de Carga de Estacas Raíz”.

Carvalho, C. R. e Figueiredo Fº, J. R. - “Concreto Armado” - Edufscar – São Carlos, 2004.

Franz, G. - “Tratado del Hormigón Armado”. Tomo I e II – Editorial Gustavo Gili S.A. - Barcelona – 1970.

Leonhardt, F. e Mönnig, E. “Construções de Concreto”. Volumes 2 e 3. Editora Interciência Ltda. Rio de Janeiro - 1973.

Martha, L. F. - “Ftool – Two – Dimensional Frame Analysis Tool” PUC – RJ, Rio de Janeiro – 2008.

Mason, J. - “Concreto Armado e Protendido” - Livros Técnicos e Científicos Editora S. A. - 1976.





Mathivat, J. e Fenoux, Y. – “Procédés Généraux de Construction” - Eyrolles Editeur, Paris – 1983.

MIX, Sistema de Análise Estrutural – Manual de uso – São Paulo – 2011.

Montoya, P. J. e outros – Hormigón Armado – 10ª edição, Editorial Gustavo Gili – Barcelona.

Pilot, G. – “Foundation Engineering” – Presse de L’École Nationale des Ponts et Chaussées – Paris - 1982

Süssekind, J. C. - “Curso de Concreto” - Volume I – Editora Globo – Porto Alegre – 1984.

TQS - Manuais de Utilização – Versão 18 - TQS Informática Ltda – São Paulo – Setembro 2014.

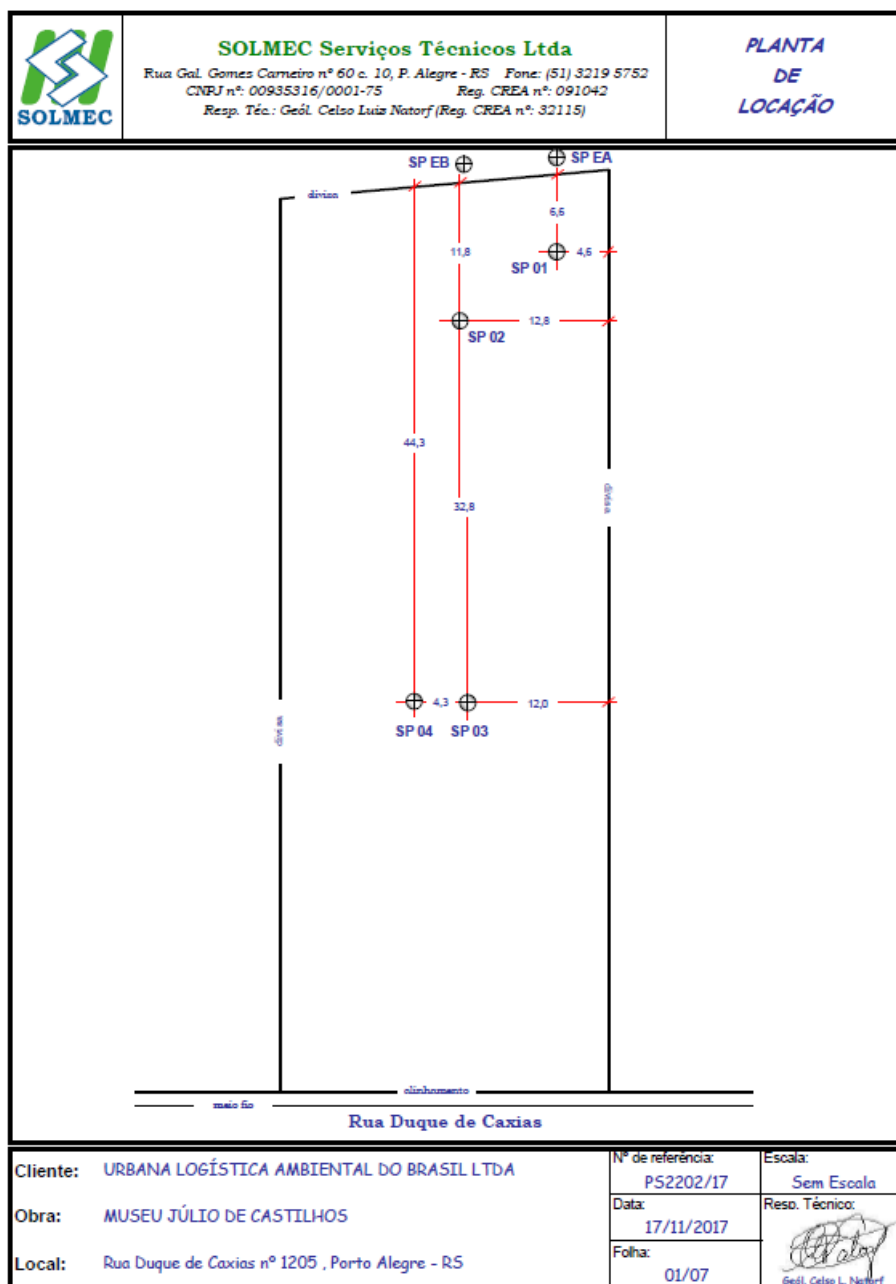
Velloso, D. A. - “Fundações em Estacas” - Estacas Franki Ltda. Publicações Técnicas – Rio de Janeiro – 1969.

Velloso, D. A., Lopes, F. R. – “Fundações” – Volume completo – Editora Oficina de Textos – São Paulo – 2012.





ANEXO II – GEOTECNIA



Locação das Sondagens



SOLMEC		SOLMEC Serviços Técnicos Ltda		STANDARD PENETRATION TEST	
Rua Gal. Gomes Carneiro nº 60 c. 10, P. Alegre - RS Fone: (51) 3219 5752		CNPJ nº: 00935316/0001-75 Reg. CREA nº: 091042		Revestimento	Diam Int. 63,5 mm
Resp. Téc.: Geól. Celso Luiz Natorf (Reg. CREA nº: 32115)				Amostrador Raymond	Diam Int. 34,9 mm
				Marido	Peso 65,0 Kg
				Altura de Queda	75,0 cm
PERFIL GEOTÉCNICO DE SONDAGEM		FURO	DATA INÍCIO	DATA FIM	COTA
		SP 01	10/11/2017	13/11/2017	33.250
Standard Penetration Test (N₆₀)		Escala	Perfil Geológico	Profundidade da Camada	Revestimento
13/24	29/34	10 20 30 40			
6	6		1		SC
6	7		2		
7	8		3		
9	13		4		SR
19	31		5		
47/18	25/3		6		
SILTE ARGILOSO COM AREIA FINA A MÉDIA (Presença de Material Orgânico e Calça) cor cinza escuro consistência média AREIA VARIADA COM SILTE ARGILOSO cor cinza amarelada variegada medianamente compacta a muito compacta Limite de Sondagem Impenetrável à Percussão					
Nível D'água		Inicial	Data: 10/11/2017	Hora: 08:30 h	Prof.: NE
		Final	Data: 14/11/2017	Hora: 09:40 h	Prof.: NE
Obs.: NE = Não Encontrado, ND = Não Determinado, AT = Aterro SR= Solo Residual, SC= Colúvio, SA= Alúvio					
Cliente: URBANA LOGÍSTICA AMBIENTAL DO BRASIL LTDA		Nº de referência: PS2202/17		Operador: Claudeli Ferreira	
Obra: MUSEU JÚLIO DE CASTILHOS		Data: 14/11/2017		Resp. Técnico: [Assinatura]	
Local: Rua Duque de Caxias nº 1205, Porto Alegre - RS		Folha:		Geól. Celso L. Natorf	

Sondagem SP01





	SOLMEC Serviços Técnicos Ltda Rua Gal. Gomes Carneiro nº 60 c. 10, P. Alegre - RS Fone: (51) 3219 5752 CNPJ nº: 00935316/0001-75 Reg. CREA nº: 091042 Resp. Téc.: Geól. Celso Luiz Natorf (Reg. CREA nº: 32115)		STANDARD PENETRATION TEST			
			Revestimento	Diam Int	63,5 mm	
			Amostrador	Diam Int	34,9 mm	
			Raymond	Diam Ext	50,8 mm	
			Martelo	Peso	65,0 Kg	
					Altura de Queda	75,0 cm

PERFIL GEOTÉCNICO DE SONDAGEM		FURO SP 02	DATA INÍCIO 13/11/2017	DATA FIM 13/11/2017	COTA 36.770		
Standard Penetration Test (N ₆₀)		Escala 1:100	Perfis Geológico	Profundidade da Camada	Revestimento		
1º/2º	2º/3º					10	20
4	5					AT	SILTE ARGILOSO COM AREIA FINA A MÉDIA (Presença de Calça) cor cinza escuro consistência mole a média
5	7						
6	7					SR	AREIA VARIADA COM SILTE ARGILOSO cor cinza amarelada variegada medianamente compacta a compacta
9	11						
13	17						
22	28						
43/22	30/7						Limite de Sondagem Impenetrável à Percussão
Nível D'água		Initial	Data: 13/11/2017	Hora: 13:30 h	Prof.: NE	Obs.: NE = Não Encontrado, ND = Não Determinado, AT = Aterro SR= Solo Residual, SC= Colúvio, SA= Alúvio	
		Final	Data: 14/11/2017	Hora: 12:00 h	Prof.: NE		

Ciente:	URBANA LOGÍSTICA AMBIENTAL DO BRASIL LTDA	Nº de referência:	PS2202/17	Operador:	Claudeli Ferreira
Obra:	MUSEU JÚLIO DE CASTILHOS	Data:	16/11/2017	Resp. Técnico:	
Local:	Rua Duque de Caxias nº 1205, Porto Alegre - RS	Folha:			

Sondagem SP02



SOLMEC		SOLMEC Serviços Técnicos Ltda		STANDARD PENETRATION TEST	
Rua Gal. Gomes Carneiro nº 60 c. 10, P. Alegre - RS Fone: (51) 3219 5752		CNPJ nº: 00935316/0001-75 Reg. CREA nº: 091042		Resp. Téc.: Geól. Celso Luiz Natorf (Reg. CREA nº: 32115)	
				Revestimento	Diam Int. 63,5 mm
				Amostrador Raymond	Diam Int. 34,9 mm
					Diam Ext. 50,8 mm
				Martelo	Peso 65,0 Kg
					Altura de Queda 75,0 cm
PERFIL GEOTÉCNICO DE SONDAGEM		FURO SP 03	DATA INÍCIO 14/11/2017	DATA FIM 14/11/2017	COTA 37.080
Standard Penetration Test (N₆₀)		Escala 1:100	Perfil Geológico	Profundidade da Camada	Revestimento
1'2"	2'3"	10	20	30	40
4	5				
4	5				
5	6				
7	10				
9	14				
15	47				
ND	ND				
		1	2	3	4
		5	6	7	8
		9	10	11	12
		13	14	15	16
		17	18	19	20
		21	22	23	24
		25	26	27	28
		29	30	31	32
		33	34	35	36
		37	38	39	40
		41	42	43	44
		45	46	47	48
		49	50	51	52
		53	54	55	56
		57	58	59	60
		61	62	63	64
		65	66	67	68
		69	70	71	72
		73	74	75	76
		77	78	79	80
		81	82	83	84
		85	86	87	88
		89	90	91	92
		93	94	95	96
		97	98	99	100
		101	102	103	104
		105	106	107	108
		109	110	111	112
		113	114	115	116
		117	118	119	120
		121	122	123	124
		125	126	127	128
		129	130	131	132
		133	134	135	136
		137	138	139	140
		141	142	143	144
		145	146	147	148
		149	150	151	152
		153	154	155	156
		157	158	159	160
		161	162	163	164
		165	166	167	168
		169	170	171	172
		173	174	175	176
		177	178	179	180
		181	182	183	184
		185	186	187	188
		189	190	191	192
		193	194	195	196
		197	198	199	200
		201	202	203	204
		205	206	207	208
		209	210	211	212
		213	214	215	216
		217	218	219	220
		221	222	223	224
		225	226	227	228
		229	230	231	232
		233	234	235	236
		237	238	239	240
		241	242	243	244
		245	246	247	248
		249	250	251	252
		253	254	255	256
		257	258	259	260
		261	262	263	264
		265	266	267	268
		269	270	271	272
		273	274	275	276
		277	278	279	280
		281	282	283	284
		285	286	287	288
		289	290	291	292
		293	294	295	296
		297	298	299	300
		301	302	303	304
		305	306	307	308
		309	310	311	312
		313	314	315	316
		317	318	319	320
		321	322	323	324
		325	326	327	328
		329	330	331	332
		333	334	335	336
		337	338	339	340
		341	342	343	344
		345	346	347	348
		349	350	351	352
		353	354	355	356
		357	358	359	360
		361	362	363	364
		365	366	367	368
		369	370	371	372
		373	374	375	376
		377	378	379	380
		381	382	383	384
		385	386	387	388
		389	390	391	392
		393	394	395	396
		397	398	399	400
		401	402	403	404
		405	406	407	408
		409	410	411	412
		413	414	415	416
		417	418	419	420
		421	422	423	424
		425	426	427	428
		429	430	431	432
		433	434	435	436
		437	438	439	440
		441	442	443	444
		445	446	447	448
		449	450	451	452
		453	454	455	456
		457	458	459	460
		461	462	463	464
		465	466	467	468
		469	470	471	472
		473	474	475	476
		477	478	479	480
		481	482	483	484
		485	486	487	488
		489	490	491	492
		493	494	495	496
		497	498	499	500
		501	502	503	504
		505	506	507	508
		509	510	511	512
		513	514	515	516
		517	518	519	520
		521	522	523	524
		525	526	527	528
		529	530	531	532
		533	534	535	536
		537	538	539	540
		541	542	543	544
		545	546	547	548
		549	550	551	552
		553	554	555	556
		557	558	559	560
		561	562	563	564
		565	566	567	568
		569	570	571	572
		573	574	575	576
		577	578	579	580
		581	582	583	584
		585	586	587	588
		589	590	591	592
		593	594	595	596
		597	598	599	600
		601	602	603	604
		605	606	607	608
		609	610	611	612
		613	614	615	616
		617	618	619	620
		621	622	623	624
		625	626	627	628
		629	630	631	632
		633	634	635	636
		637	638	639	640
		641	642	643	644
		645	646	647	648
		649	650	651	652
		653	654	655	656
		657	658	659	660
		661	662	663	664
		665	666	667	668
		669	670	671	672
		673	674	675	676
		677	678	679	680
		681	682	683	684
		685	686	687	688
		689	690	691	692
		693	694	695	696
		697	698	699	700
		701	702	703	704
		705	706	707	708
		709	710	711	712
		713	714	715	716
		717	718	719	720
		721	722	723	724
		725	726	727	728
		729	730	731	732
		733	734	735	736
		737	738	739	740
		741	742	743	744
		745	746	747	748
		749	750	751	752
		753	754	755	756
		757	758	759	760
		761	762	763	764
		765	766	767	768
		769	770	771	772
		773	774	775	776
		777	778	779	780
		781	782	783	784
		785	786	787	788
		789	790	791	792
		793	794	795	796
		797	798	799	800
		801	802	803	804
		805	806	807	808
		809	810	811	812
		813	814	815	816
		817	818	819	820
		821	822	823	824
		825	826	827	828
		829	830	831	832
		833	834	835	836
		837	838	839	840
		841	842	843	844
		845	846	847	848
		849	850	851	852
		853	854	855	856
		857	858	859	860
		861	862	863	864
		865	866	867	868
		869	870	871	872
		873	874	875	876
		877	878	879	880



SOLMEC		SOLMEC Serviços Técnicos Ltda		STANDARD PENETRATION TEST	
Rua Gal. Gomes Carneiro nº 60 c. 10, P. Alegre - RS Fone: (51) 3219 5752		CNPJ nº: 00935316/0001-75 Reg. CREA nº: 091042		Revestimento	Diam Int. 63,5 mm
Resp. Téc.: Geól. Celso Luiz Natorf (Reg. CREA nº: 32115)				Amostrador Raymond	Diam Int. 34,9 mm
					Diam Ext. 50,8 mm
				Martelo	Peso 65,0 Kg
				Altura de Queda	75,0 cm
PERFIL GEOTÉCNICO DE SONDAGEM		FURO SP 04	DATA INÍCIO 14/11/2017	DATA FIM 14/11/2017	COTA 37.070
Standard Penetration Test (N _{63.5})		Escala 1:100	Perfil Geológico	Profundidade da Camada	Revestimento
1º/2º	2º/3º	10	20	30	40
4	4				
4	5				
15	21				
19	27				
23	32				
29/15					
		1	2	3	4
		5	6	7	8
		9	10	11	12
		13	14	15	
		2,10		2,0	
		5,34			
		AT		SR	
		SILTE ARGILOSO COM AREIA FINA A MÉDIA (Presença de Calça) cor cinza escuro consistência mole			
		AREIA VARIADA COM SILTE ARGILOSO cor amarela com cinza variegada compacta a muito compacta			
		Limite de Sondagem Impenetrável ao Trépado de Lavagem			
Nível D'água	Inicial	Data: 14/11/2017	Hora: 13:30 h	Prof.: NE	Obs.: NE = Não Encontrado, ND = Não Determinado, AT = Aterro
	Final	Data: 18/11/2017	Hora: 10:00 h	Prof.: NE	SR= Solo Residual, SC= Colúvio, SA= Alúvio
Cliente:	URBANA LOGÍSTICA AMBIENTAL DO BRASIL LTDA			Nº de referência:	Operador:
Obra:	MUSEU JÚLIO DE CASTILHOS			PS2202/17	Claudeli Ferreira
Local:	Rua Duque de Caxias nº 1205, Porto Alegre - RS			Data:	Resp. Técnico:
				16/11/2017	
				Folha:	
				05/07	Geól. Celso L. Natorf

Sondagem SP04



		SOLMEC Serviços Técnicos Ltda Rua Gal. Gomes Carneiro nº 60 c. 10, P. Alegre - RS Fone: (51) 3219 5752 CNPJ nº: 00935316/0001-75 Reg. CREA nº: 091042 Resp. Téc.: Geól. Celso Luiz Natorf (Reg. CREA nº: 32115)		STANDARD PENETRATION TEST		
				Revestimento	Diam Int.	63,5 mm
			Amostrador Raymond	Diam Ext.	50,8 mm	
			Martelo	Peso	65,0 Kg	
				Altura de Queda	75,0 cm	
PERFIL GEOTÉCNICO DE SONDAGEM		FURO SP EA	DATA INÍCIO 08/11/2017		DATA FIM 09/11/2017	COTA ND
Standard Penetration Test (N_{60})		Escala 1:100	Perfil Geológico	Profundidade da Camada	Revestimento	Origem
1º/2ª	2º/3ª	10	20	30	40	Descrição e Classificação do Material
5	7					
5	4					AT
7	8					
7	9					SR
44/28	30/13					
						SILTE ARGILOSO COM AREIA FINA A MÉDIA (Presença de Material Orgânico e Calça) cor cinza escuro consistência mole a média AREIA VARIADA COM SILTE ARGILOSO cor amarela variegada, mediana.mte a muito compacta Limite de Sondagem Impenetrável à Percussão
Nível D'água	Inicial	Data: 08/11/2017	Hora: 14:30 h	Prof.: NE	Obs.: NE = Não Encontrado , ND = Não Determinado , AT = Aterro	
	Final	Data: 09/11/2017	Hora: 09:10 h	Prof.: NE	SR= Solo Residual, SC= Colúvio, SA= Alúvio	
Cliente: URBANA LOGÍSTICA AMBIENTAL DO BRASIL LTDA				Nº de referência: PS2202/17		Operador: Claudeli Ferreiro
Obra: MUSEU JÚLIO DE CASTILHOS				Data: 16/11/2017		Resp. Técnico:
Local: Rua Duque de Caxias nº 1205 , Porto Alegre - RS				Folha: 06/07		 Geol. Celso L. Natorf

Sondagem SPEA



	SOLMEC Serviços Técnicos Ltda Rua Gal. Gomes Carneiro nº 60 c. 10, P. Alegre - RS Fone: (51) 3219 5752 CNPJ nº: 00935316/0001-75 Reg. CREA nº: 091042 Resp. Téc.: Geól. Celso Luiz Natorf (Reg. CREA nº: 32115)				STANDARD PENETRATION TEST		
	Revestimento		Diam Int.		63,5 mm		
	Amostrador Raymond		Diam Int.		34,9 mm		
	Martelo		Peso		65,0 Kg		
		Altura de Queda		75,0 cm			

PERFIL GEOTÉCNICO DE SONDAGEM				FURO SP EB	DATA INÍCIO	DATA FIM	COTA
					09/11/2017	09/11/2017	ND

Standard Penetration Test (N ₆₀)				Escala 1:100	Perfil Geológico	Profundidade da Camada	Revestimento	Origem	Descrição e Classificação do Material
1º/2º	2º/3º	10	20						
4	4								SILTE ARGILOSO COM AREIA FINA A MÉDIA (Presença de Material Orgânico e Calça) cor cinza escuro consistência mole a média
5	7								
6	7								AREIA VARIADA COM SILTE ARGILOSO cor amarela variegada, mediana. mte a muito compacta
8	9								
40	55/23								Limite de Sondagem Impenetrável à Percussão

Nível D'água	Inicial	Data: 09/11/2017	Hora: 11:30 h	Prof.: NE	Obs.: NE = Não Encontrado, ND = Não Determinado, AT = Aterro SR= Solo Residual, SC= Colúvio, SA= Alúvio
	Final	Data: 10/11/2017	Hora: 10:45 h	Prof.: NE	

Ciente:	URBANA LOGÍSTICA AMBIENTAL DO BRASIL LTDA	Nº de referência:	PS2202/17	Operador:	Cláudio Ferreira
Obra:	MUSEU JÚLIO DE CASTILHOS	Data:	16/11/2017	Resp. Técnico:	
Local:	Rua Duque de Caxias nº 1205, Porto Alegre - RS	Folha:	07/07		

Sondagem SPEB



MÉTODO AOKI-VELOSO (1975)

Tipo de Estaca	Escavada
Diâmetro da Estaca (cm)	30

Área da Base = 0,071 m²

F1 = 3,00

Perímetro = 0,942 m

F2 = 6,00

FS Ponta = 2

Fs Fuste = 2

DADOS DE ENTRADA

Profundidade (m)	nSPT	Tipo de Solo
0,5	2,5	Silte Argiloso
1,0	5,0	Silte Argiloso
1,5	5,0	Silte Argiloso
2,0	5,0	Silte Argiloso
2,5	5,5	Areia Siltosa
3,0	6,0	Areia Siltosa
3,5	8,0	Areia Siltosa
4,0	10,0	Areia Siltosa
4,5	12,0	Areia Siltosa
5,0	14,0	Areia Siltosa
5,5	27,0	Areia Siltosa
6,0	40,0	Areia Siltosa

MEMORIAL DE CÁLCULO

K	α	Pb (tf)	FS Ponta	Pb/FS Ponta (tf)	PL (tf)	Σ PL (tf)	PL/FS Fuste (tf)	Σ PL/FS Fuste (tf)		Pu (tf)
23	0,040	1,35	2,00	0,677	0,181	0,181	0,090	0,090	0,27	0,77
23	0,040	2,71	2,00	1,355	0,361	0,542	0,181	0,271		1,63
23	0,040	2,71	2,00	1,355	0,361	0,903	0,181	0,452	0,36	1,81
23	0,040	2,71	2,00	1,355	0,361	1,264	0,181	0,632		1,99
80	0,020	10,37	2,00	5,184	0,691	1,956	0,346	0,978	0,72	6,16
80	0,020	11,31	2,00	5,655	0,754	2,710	0,377	1,355		7,01
80	0,020	15,08	2,00	7,540	1,005	3,715	0,503	1,857	1,13	9,40
80	0,020	18,85	2,00	9,425	1,257	4,972	0,628	2,486		11,91
80	0,020	22,62	2,00	11,310	1,508	6,480	0,754	3,240	1,63	14,55
80	0,020	26,39	2,00	13,195	1,759	8,239	0,880	4,119		17,31
80	0,020	50,89	2,00	25,447	3,393	11,632	1,696	5,816	4,21	31,26
80	0,020	75,40	2,00	37,699	5,027	16,658	2,513	8,329		46,03

RESULTADO

Capacidade de Carga das Estacas SP03 – Método Aoki Veloso

MÉTODO AOKI-VELOSO (1975)

Tipo de Estaca	Escavada
Diâmetro da Estaca (cm)	30

Área da Base = 0,0716 m²

F1 = 3,00

Perímetro = 0,942 m

F2 = 6,00

FS Ponta = 2

Fs Fuste = 2

DADOS DE ENTRADA

Profundidade (m)	nSPT	Tipo de Solo
0,5	2,0	Silte Argiloso
1,0	4,0	Silte Argiloso
1,5	4,5	Silte Argiloso
2,0	5,0	Silte Argiloso
2,5	13,0	Areia Siltosa
3,0	21,0	Areia Siltosa
3,5	24,0	Areia Siltosa
4,0	27,0	Areia Siltosa
4,5	29,5	Areia Siltosa
5,0	32,0	Areia Siltosa
5,5	36,0	Areia Siltosa
6,0	40,0	Areia Siltosa

MEMORIAL DE CÁLCULO

K	α	Pb (tf)	Pb/FS Ponta (tf)	PL (tf)	Σ PL (tf)	PL/FS Fuste (tf)	Σ PL/FS Fuste (tf)		Pu (tf)
23	0,040	1,08	0,542	0,145	0,145	0,072	0,072	0,22	0,61
23	0,040	2,17	1,084	0,289	0,434	0,145	0,217		1,30
23	0,040	2,44	1,219	0,325	0,759	0,163	0,379	0,34	1,60
23	0,040	2,71	1,355	0,361	1,120	0,181	0,560		1,91
80	0,020	24,50	12,252	1,634	2,754	0,817	1,377	2,14	13,63
80	0,020	39,58	19,792	2,639	5,393	1,319	2,696		22,49
80	0,020	45,24	22,619	3,016	8,408	1,508	4,204	3,20	26,82
80	0,020	50,89	25,447	3,393	11,801	1,696	5,901		31,35
80	0,020	55,61	27,803	3,707	15,508	1,854	7,754	3,86	35,56
80	0,020	60,32	30,159	4,021	19,530	2,011	9,765		39,92
80	0,020	67,86	33,929	4,524	24,054	2,262	12,027	4,78	45,96
80	0,020	75,40	37,699	5,027	29,080	2,513	14,540		52,24

RESULTADO

Capacidade de Carga das Estacas SP04 – Método Aoki Veloso

