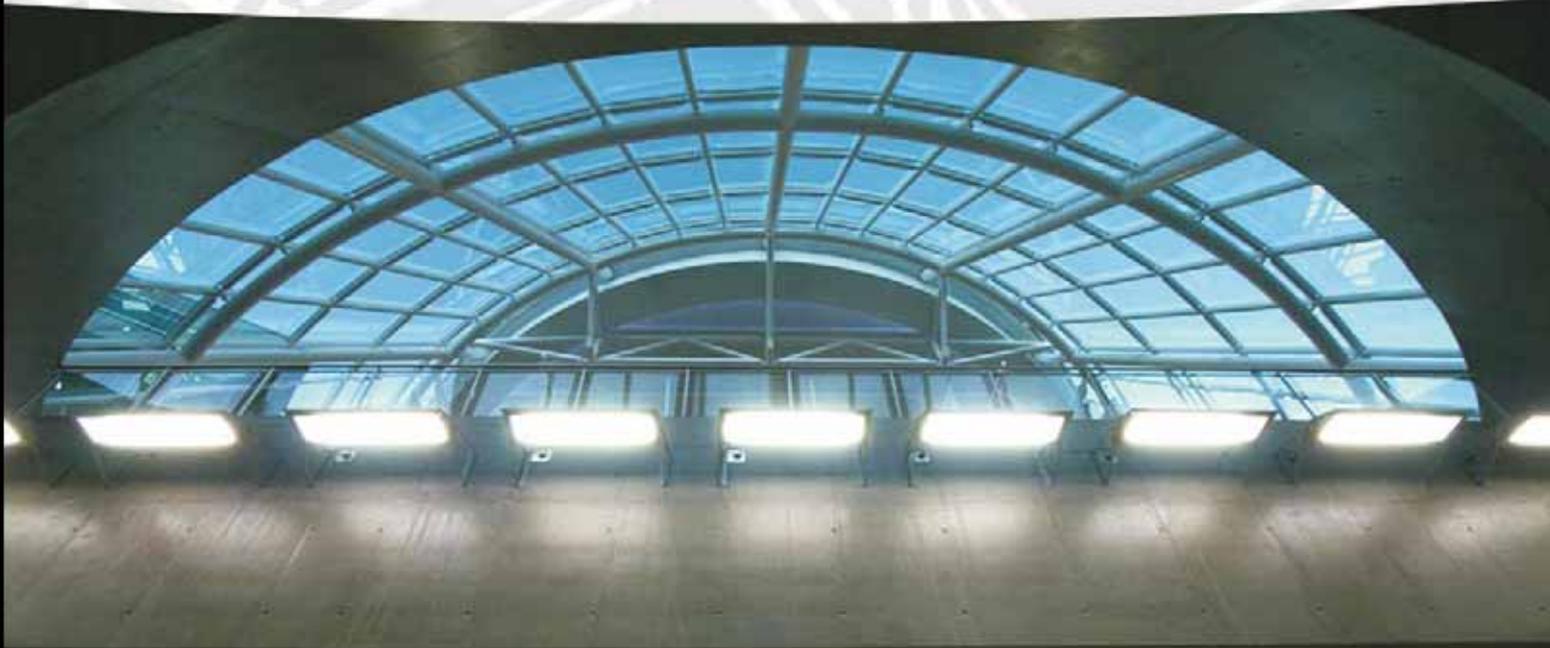


**maubertec**

# ESTAÇÃO ALTO DO IPIRANGA



**V Prêmio TALENTO - 2007**  
**Engenharia Estrutural**

**ESTAÇÃO ALTO DO IPIRANGA**

**V Prêmio TALENTO - 2007**

**Engenharia Estrutural**

**Jullho/2007**

**Eng° Luciano Afonso Borges**

**Código de Inscrição TA7P67773**

**ÍNDICE**

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>CONSIDERAÇÕES GERAIS</b> .....	<b>1</b>
<b>1. CONCEPÇÃO ESTRUTURAL</b> .....	<b>5</b>
1.1. Estação .....	5
1.1.1. Poço de Acesso .....	5
1.1.2. Estruturas Internas do Poço de Acesso.....	5
1.1.3. Mezanino de Distribuição .....	10
1.1.4. Plataforma .....	15
1.1.5. Cobertura em Cúpula de Concreto, Aço e Vidro .....	15
1.2. Edifícios Auxiliares.....	18
1.2.1. Salas técnicas .....	18
1.2.2. Salas Operacionais.....	18
1.3. Acessos .....	22
1.4. Poço de Acesso de Emergência e Ventilação .....	22
<b>2. PROCESSO CONSTRUTIVO</b> .....	<b>27</b>
2.1. Obra Provisória.....	27
2.1.1. Poço de Acesso, Túnel da Estação, Poço Saída de Emergência .....	27
2.2. Obras Definitivas .....	29
<b>3. MONUMENTALIDADE</b> .....	<b>38</b>
3.1. Diâmetro do Poço de Acesso .....	38
3.2. Túnel da Estação .....	38
<b>4. IMPLANTAÇÃO</b> .....	<b>38</b>
4.1. Solução Poço sobre o Túnel da Estação .....	38
4.2. Salas Técnicas e Operacionais na Superfície.....	38
<b>5. ESBELTEZ</b> .....	<b>38</b>
5.1. Grande Diâmetro do Poço .....	38
5.2. Estrutura do Poço de Acesso.....	39
5.3. Passarela de Distribuição .....	39
5.4. Cúpula de Vidro .....	39

6.	ESTÉTICA .....	39
6.1.	Associação da Cúpula de Vidro com as Estruturas de Concreto (Contraste e Leveza).....	39
7.	LUMINOTÉCNICA.....	40

## INTRODUÇÃO

Em 30 de Junho de 2007 o Metrô de São Paulo concluiu com sucesso as obras civis da extensão da Linha 2 – Verde, colocando em operação o trecho Ana Rosa – Alto do Ipiranga e acrescentando 40 mil passageiros/dia ao sistema de transporte metroviário da cidade de São Paulo.

A Estação Alto do Ipiranga, última obra concluída nesse trecho prolongado em 3,4 km, é a mais profunda do trecho, e teve seu projeto pautado por concepções inovadoras, que lhe conferiram redução de prazos e custos de construção, praticidade, leveza e luminosidade incomuns. Suas cores compõem de forma harmoniosa o cenário urbano em que se encontra, próxima ao Museu do Ipiranga.

O projeto funcional foi desenvolvido pela equipe do **Metrô**, os projetos básico e executivo, e a assessoria técnica à obra, pela **Maubertec** Engenharia e Projetos Ltda, e a construção pela Construtora Norberto Odebrecht – **CBPO**.

Esse projeto é um exemplo a ser divulgado de trabalho competente e sinérgico entre as equipes do Metrô, da Projetista e da Construtora, que possibilitou uma melhoria continuada e substancial da concepção do empreendimento ao longo de sua execução.

Esse processo de melhoria de uma fase do projeto para outra, ilustra de forma muito clara que a divisão do projeto em funcional, básico e executivo é importante para estabelecer fases de configuração do empreendimento, mas que não devem ser encaradas como fases estanques, e sim, como etapas de um mesmo processo e, portanto, sujeitas a revisões à medida que o projeto avança.

O desenvolvimento do projeto proporciona à Projetista uma maturação que pode contribuir de forma substantiva na melhoria das soluções adotadas nas fases anteriores.

Com estas observações, evidencia-se que não há uma fase mais importante do que a outra, como muitas vezes se pretende defender. Cada uma tem a sua importância e a sua complexidade, e um empreendimento só estará adequadamente projetado se todas as fases forem bem resolvidas.

O resultado está aí, para ser visto.

## CONSIDERAÇÕES GERAIS

A Estação Alto do Ipiranga está localizada na quadra compreendida pela Avenida Gentil de Moura e pelas ruas Visconde de Pirajá, Dona Leopoldina e Gama Lobo. Seus dois acessos encontram-se em posição privilegiada, próximos à esquina da avenida com a Rua Visconde de Pirajá, e destacam a nova estação na paisagem local (Desenho 1).

Juntamente com dois trechos de túneis de via, com 410 m e 140 m de comprimento, pertence ao denominado Lote 3 da expansão da Linha 2.

As melhorias a que se refere iniciaram-se a partir de uma revisão do projeto funcional, com a alteração do traçado da Linha no trecho em questão. Em seguida introduziram-se modificações no “lay-out” das escadas, na concepção estrutural e, por fim, na cúpula sobre o poço de acesso, prevista inicialmente em concreto.

O projeto básico teve seu início em Outubro de 2003, e o executivo em Junho de 2004. A estação foi entregue ao público no dia 30/06/2007 e sua construção teve a duração de 22 meses.

Foi adotada solução inédita na execução de estações, onde o poço de acesso está localizado sobre o túnel da Estação, eliminando a necessidade de túneis de ligação.

Todas as estruturas foram modeladas em elementos finitos (Strap), para análise das fases críticas de execução (Figura 1).

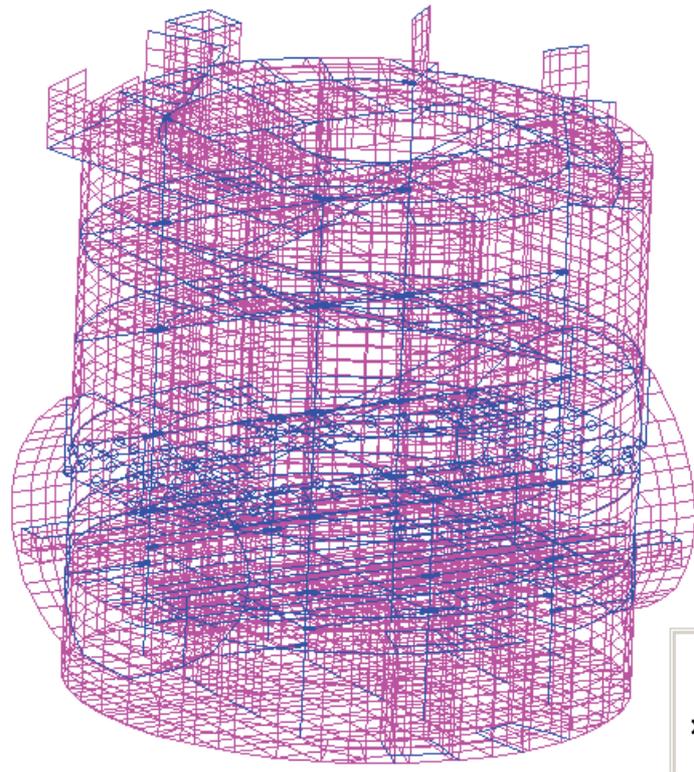
Considerou-se a interação entre o solo e a estrutura nas etapas de verificação e detalhamento, tendo sido também utilizados programas de cálculo de edificações (TQS) para verificação dos

esforços, (Figura 2), além de cálculos simplificados para validação dos resultados obtidos nos processamentos.

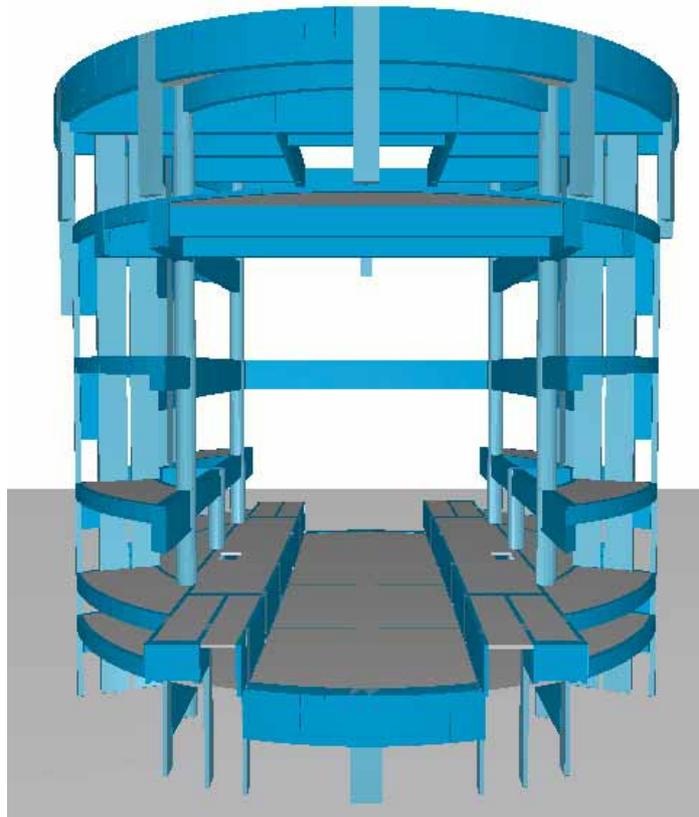
Como foi dito, o projeto desenvolveu-se sob uma dinâmica muito grande, acompanhando sempre as necessidades da obra, e atendendo aos projetos de arquitetura e sistemas. As mudanças foram precedidas sempre por estudos e análises de viabilidade estrutural. Como resultado, a estrutura ganhou esbeltez e funcionalidade, mesmo considerando-se as grandes dimensões das peças estruturais.



**DESENHO 1**  
Implantação Geral



**Figura 1 Vista em 3D da estrutura do poço de Acesso- STRAP**



**Figura 2 Estrutura de verificação - TQS**

## 1. CONCEPÇÃO ESTRUTURAL

### 1.1. Estação

A estação composta por dois acessos, hall de bilheterias, poço de acesso, salas técnicas, salas operacionais, e poço de saída de emergência (Desenho 1).

#### 1.1.1. Poço de Acesso

O poço de acesso tem diâmetro interno mínimo de 32,0m, e profundidade total de 33,50m no centro e 34,50m, nas bordas (face inferior da laje).

As paredes são duplas, devido ao método executivo, sendo a primeira em concreto projetado, e a segunda (interna) em concreto moldado in loco.

A parede de concreto projetado tem 25cm de espessura, nos 9,50m primeiros metros, 40cm nos 17,5 m seguintes e 0,20 nos últimos 7,50 m.

A parede em concreto moldado nasce da laje de fundo, que tem espessura de 2,0m, com engrossamento nas bordas de mais um metro.

A parede tem sua seção variável com 1,60m até 4,20 m acima da laje, passando para 80cm, até 20,80 m de altura, e 40cm nos 6,50m finais.

A parede do poço está ligada apenas à laje de fundo, e à laje do térreo, sendo que os demais níveis intermediários estão isolados e independentes do poço.

Esta peculiaridade facilitou na execução da parede interna, permitindo a utilização de formas deslizantes, acelerando e conferindo qualidade à obra.

A plataforma de embarque cruza diametralmente o poço que a divide em três partes. O trecho central situa-se dentro do poço e as duas alas, uma com 61,50m e outra com 42,50m de comprimento alojam-se em dois túneis que partem do poço, porém, separados deste por juntas de dilatação (Desenho 2).

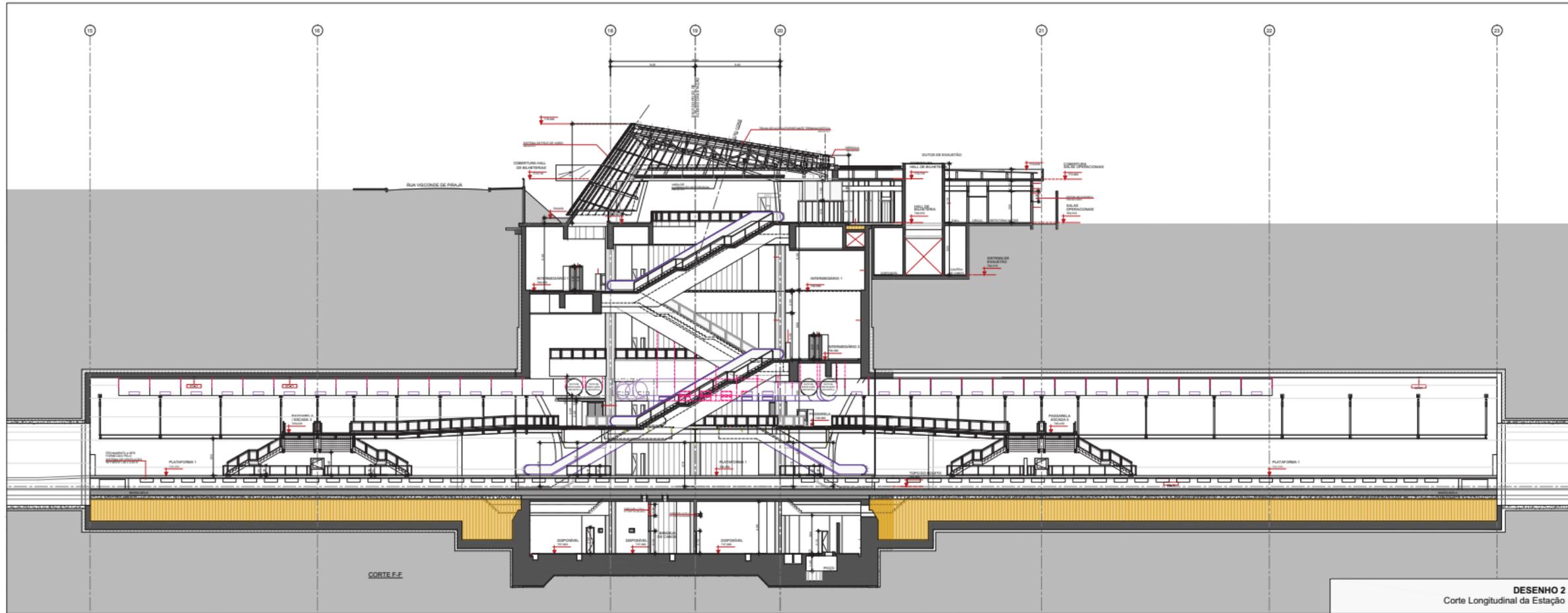
#### 1.1.2. Estruturas Internas do Poço de Acesso

Internamente ao poço encontram-se dois pisos intermediários, (Fotos 1 e 2) que, devido à distribuição das escadas, chegadas e saídas do mesmo lado, permitiram uma estrutura simples, resultando em ganho de espaço livre, duplicando o pé direito na região oposta às escadas.

Também compõem o poço, o mezanino, as plataformas, o porão de cabos e via, e o piso do sistema de exaustão, que abriga também a galeria de cabos, e o poço de bombas (Figuras. 3 e 4 e Desenho 3).

Da laje de fundo nascem seis pilares com diâmetro de 1,00m, dispostos em duas linhas, cada uma com três pilares, espaçados de 8,20m e 17,40m de vão livre na outra direção. Os dois pilares centrais morrem no nível do mezanino. Também da laje de fundo partem as paredes que compõem o duto de ventilação, as caixas de elevadores e prumadas de cabos. Estas paredes radiais, formam duas caixas com 3 septos, inicialmente, posicionadas diametralmente opostas no poço e perpendicularmente ao eixo da via. Essas caixas seguem até o térreo, também desligadas da parede do poço (Desenho 4).

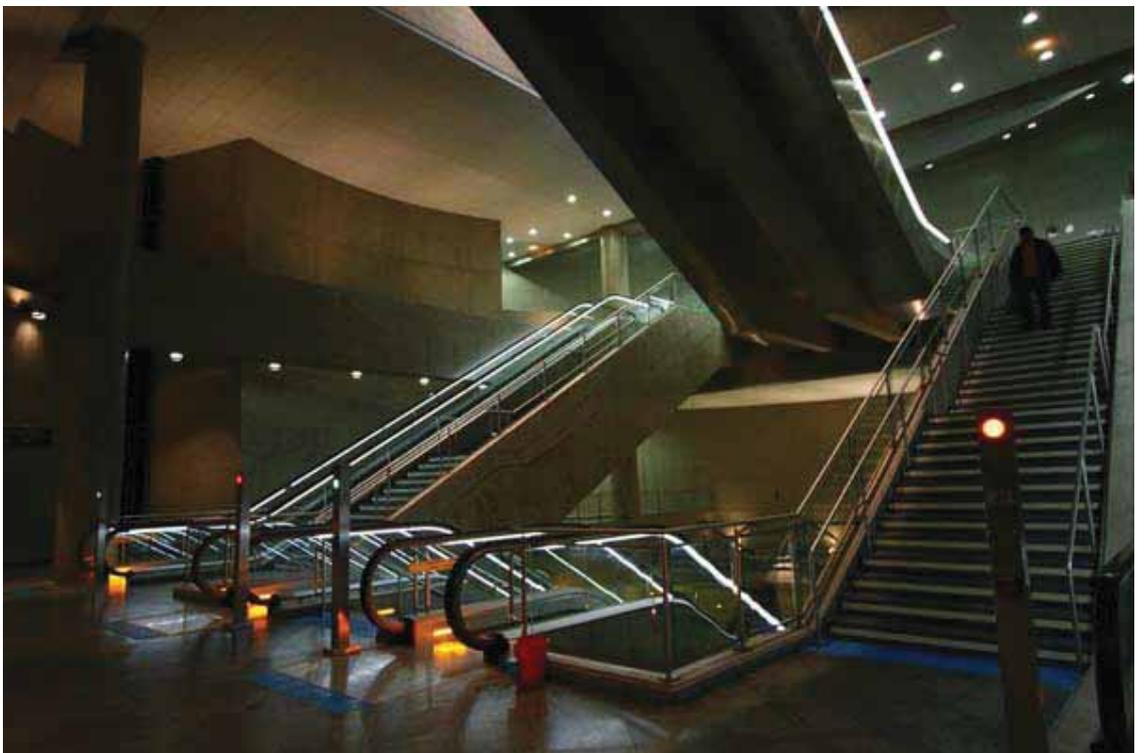
A laje de via é apoiada internamente em seis pilares paredes e nas extremidades estão ligadas ao poço, nas laterais em paredes que formam o duto de exaustão (abaixo da plataforma) (Desenho 3).



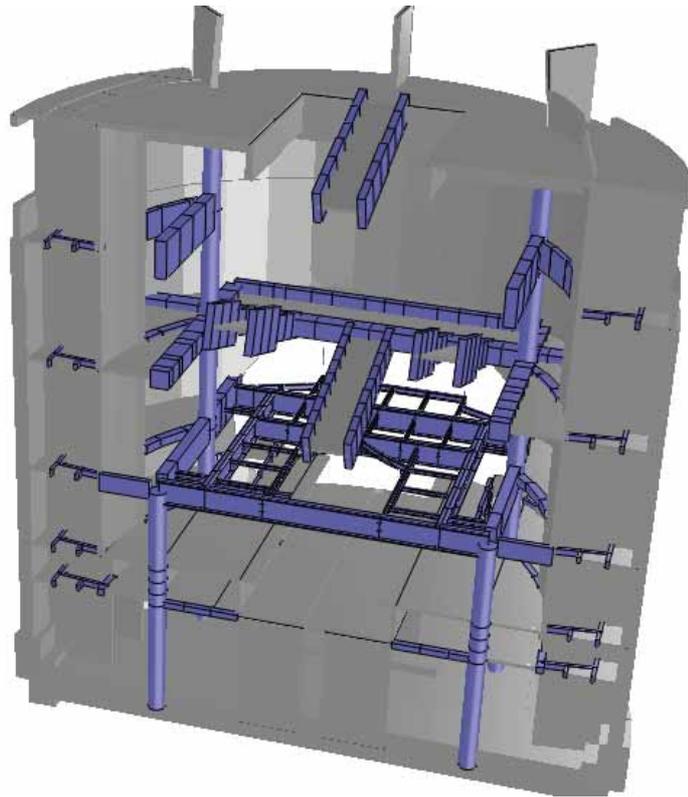
**DESENHO 2**  
Corte Longitudinal da Estação



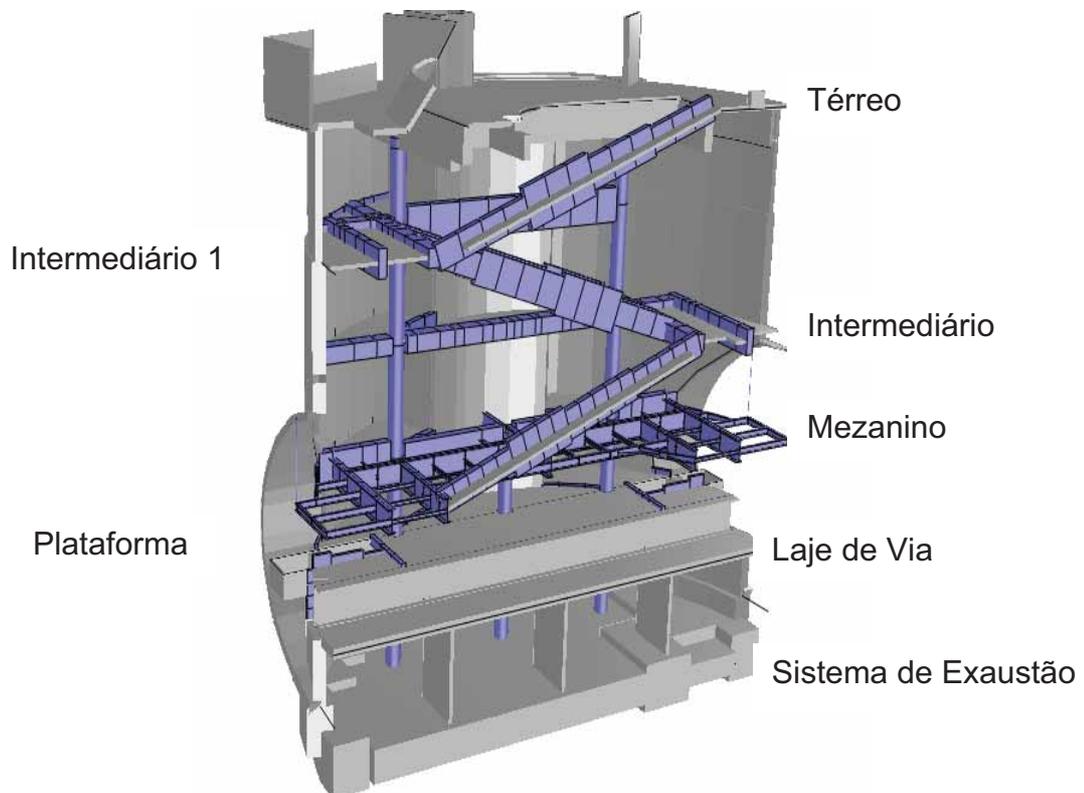
**FOTO 1:** Vista dos pisos intermediários.



**FOTO 2:** Vista dos pisos intermediários.



**Figura 3 - Vista da seção transversal do poço de Acesso**

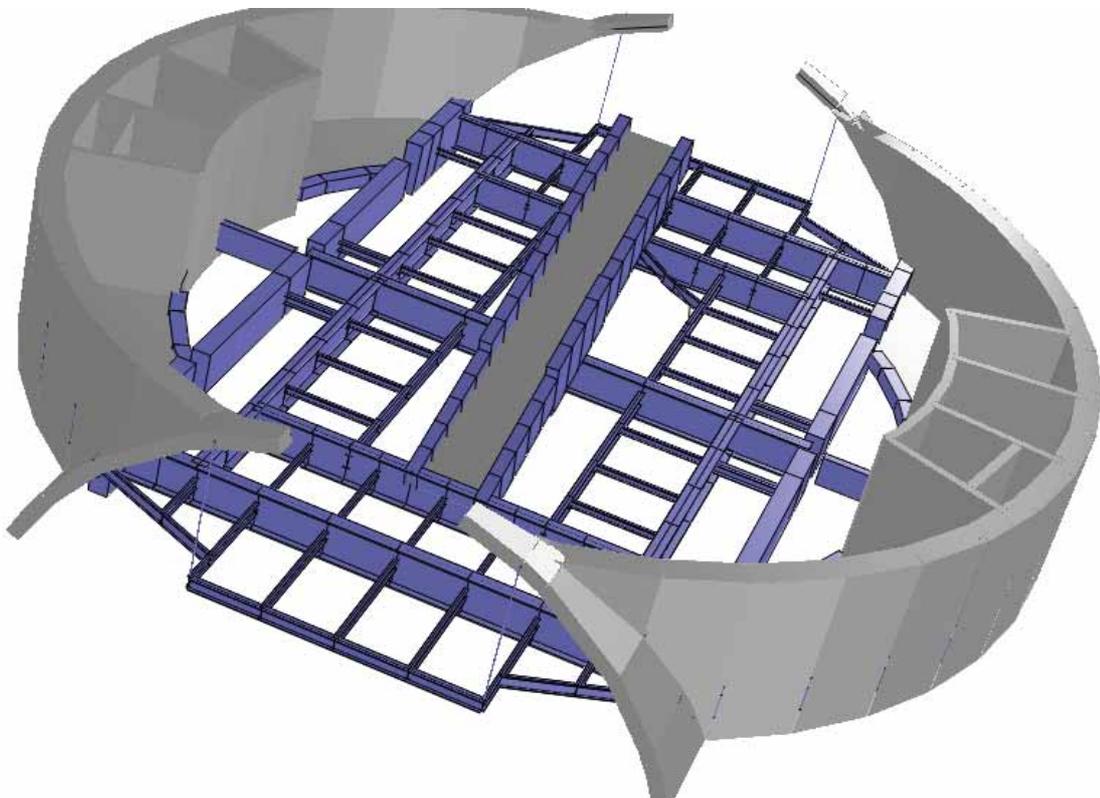


**Figura 4 - Vista da Seção Transversal do Poço de Acesso**

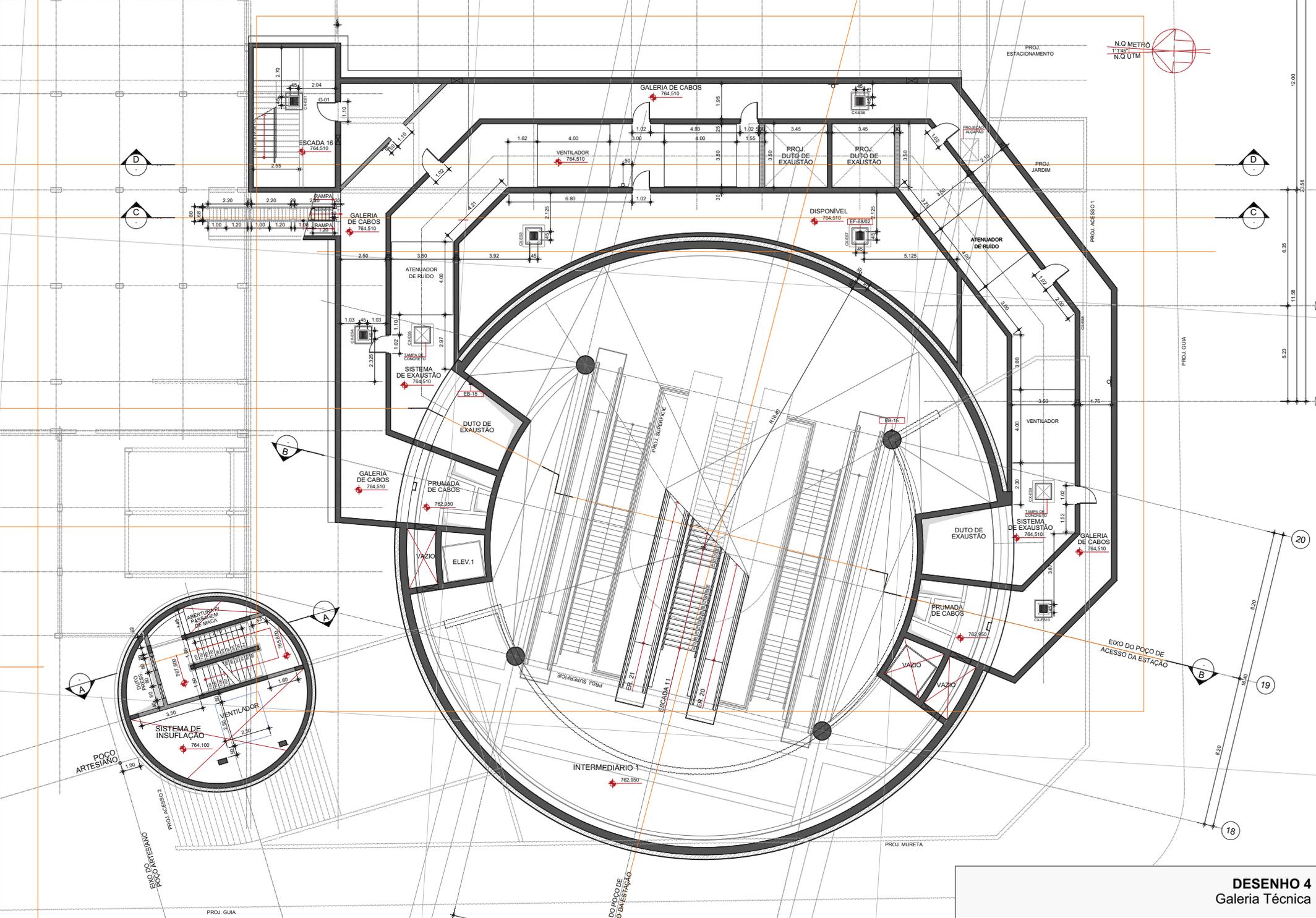


### 1.1.3. Mezanino de Distribuição

A estrutura do mezanino de distribuição, primeiro nível acima da plataforma, tem estrutura mista, em concreto e aço. Internamente ao poço, apóia-se sobre as duas linhas dos pilares circulares, vencendo o vão de 17,40m (Figura 5). Segue depois sobre cada braço da plataforma (trecho em túnel), em passarelas metálicas por tirantes no teto do túnel, e terminam em escadas de acesso, também metálicas (Figura 6). A solução conferiu leveza à estrutura (Fotos 3, 4, 5 e 6). Para esta estrutura foi feita também a análise dinâmica, devido à grande movimentação dos usuários, para garantir conforto e segurança. Outra peculiaridade desta estrutura é a escada fixa central, em concreto armado, que se apóia na viga de aço (Foto 7).



**Figura 5 - Vista do Mezanino em Estrutura de Aço e Concreto**



**DESENHO 4**  
Galeria Técnica



**FOTO 3:** Vista da passarela ao nível do mezanino.



**FOTO 4:** Vista da escada de acesso da passarela à plataforma.



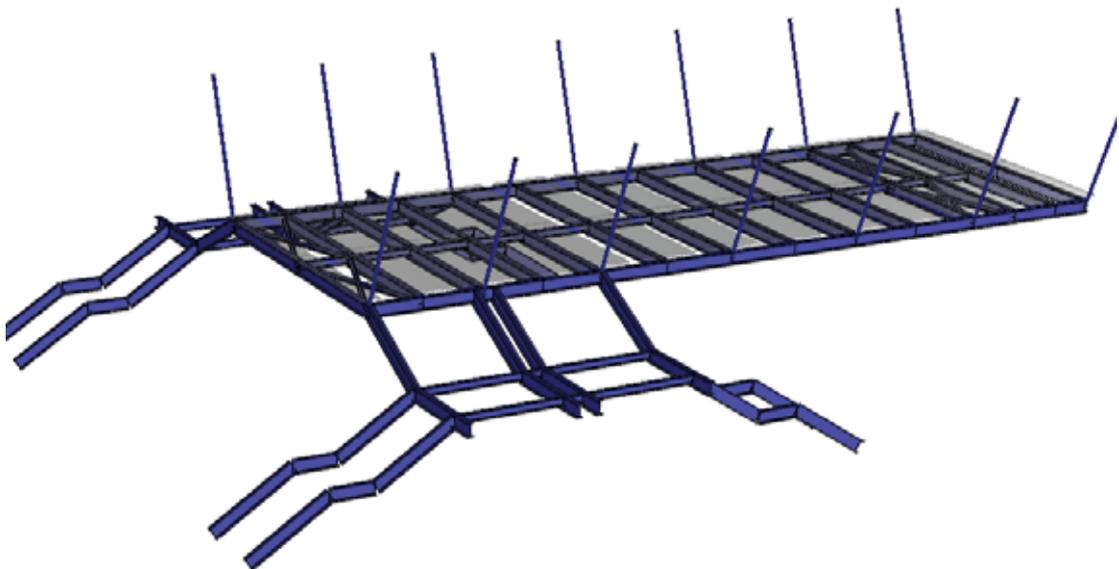
**FOTO 5:** Vista da face inferior da passarela, a partir do poço de acesso.



**FOTO 6:** Vista da passarela e da plataforma.



**FOTO 7:** Apoio da viga da escada na estrutura metálica do mezanino.



**Figura 6 - Vista da Passarela de Distribuição, em Aço – Estrutura Mista**

#### **1.1.4. Plataforma**

A plataforma, dividida em três partes, tem sua estrutura independente, e possui juntas entre o poço e os túneis (Foto 8).

No trecho interno ao poço, a estrutura de apoio das plataformas está ligada à laje de via, através das paredes do porão de cabos (Figura 4 e Desenho 3). Por outro lado a laje de via nas extremidades está ligada ao poço, o que confere as lajes da plataforma enorme responsabilidade no travamento das aberturas do poço, devido ao encontro com os túneis da estação.

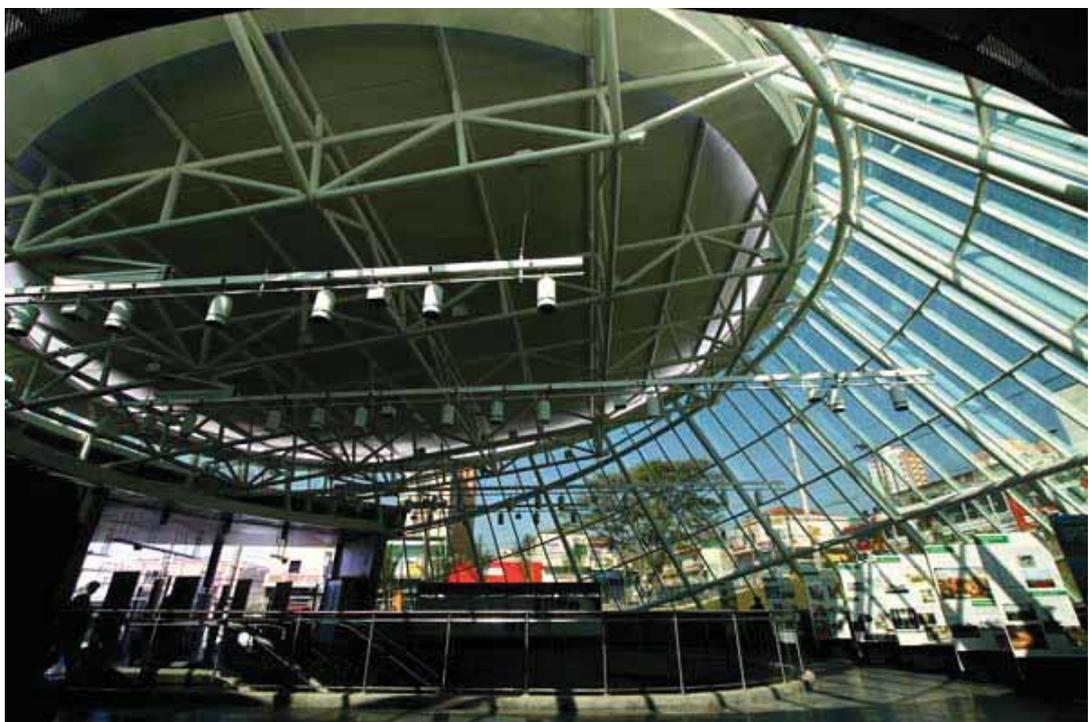
#### **1.1.5. Cobertura em Cúpula de Concreto, Aço e Vidro**

O piso térreo, totalmente ligado ao poço, é estruturado para receber a cobertura em cúpula, que tem sua base posicionada excentricamente ao centro do poço, tangenciando em um ponto a parede do poço. Neste piso nascem, quatro pilares paredes, isolados e com formas irregulares, que acompanham a inclinação da cúpula, e servem de apoio a estrutura metálica.

A estrutura da cobertura do poço de acesso, prevista inicialmente para ser uma cúpula inteiramente de concreto, deu lugar a uma estrutura mista, onde a base foi executada em concreto, com altura de 1,20m, necessária à contenção do jardim externo, seguida pela estrutura em aço tubular, revestida de vidro. Esta estrutura, formada por um tronco de cone irregular, confere a toda estação uma sensação de liberdade, difícil de encontrar em estruturas subterrâneas, além de garantir uma melhor iluminação (Fotos 9, 10 e 11).



**FOTO 8:** Vista da Plataforma na região do túnel.



**FOTO 9:** Vista da cobertura metálica.



**FOTO 10:** Vista da cobertura metálica e escadas de acesso.



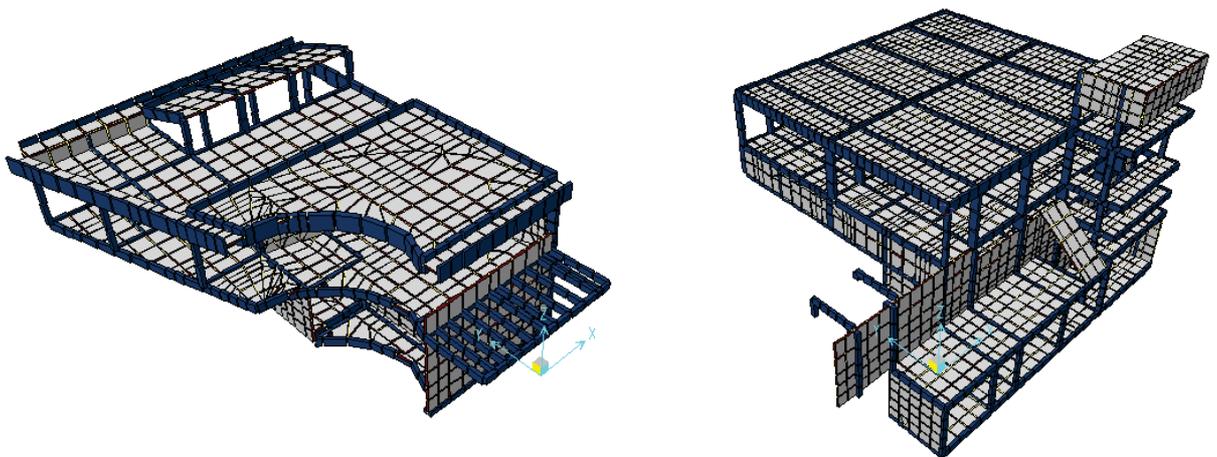
**FOTO 11:** Vista noturna da cúpula metálica e escadas de acesso.

## 1.2. Edifícios Auxiliares

### 1.2.1. Salas técnicas

As salas técnicas são compostas por porão de cabos, piso técnico e cobertura, com estrutura em concreto aparente. Em sua concepção foi introduzida outra inovação: a edificação é independente, com acesso externo lateralmente, permitindo a movimentação de equipamentos, sem que haja interferência com a estação (Foto 12).

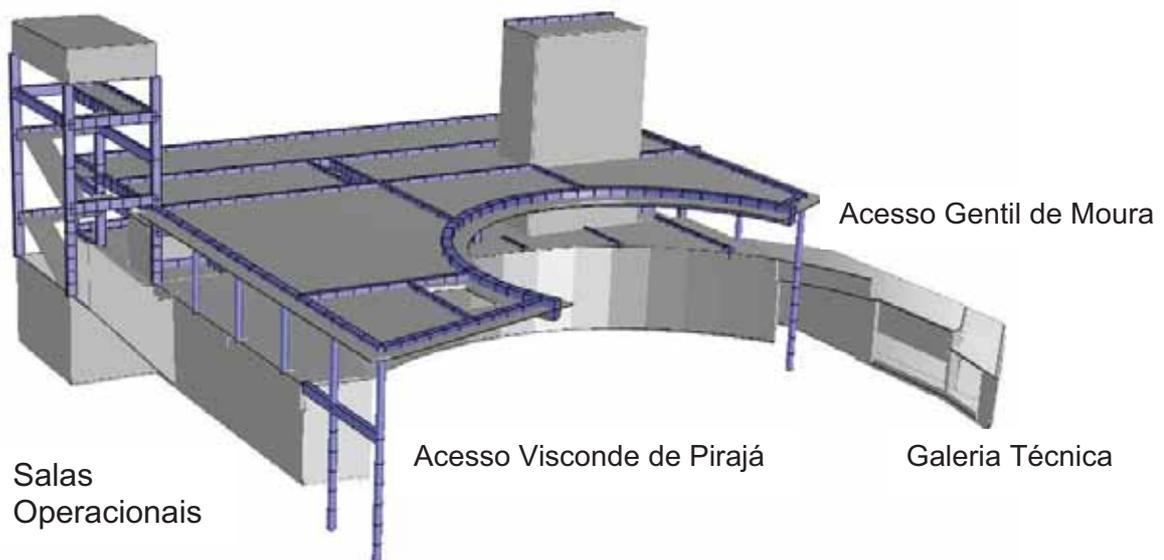
A estrutura tem fundação estaqueada, onde os comprimentos e o tipo da estaca foram definidos levando-se em conta a pouca profundidade disponível, pois as salas estão localizadas sobre o túnel da estação (Figura 7 e Desenho 5).



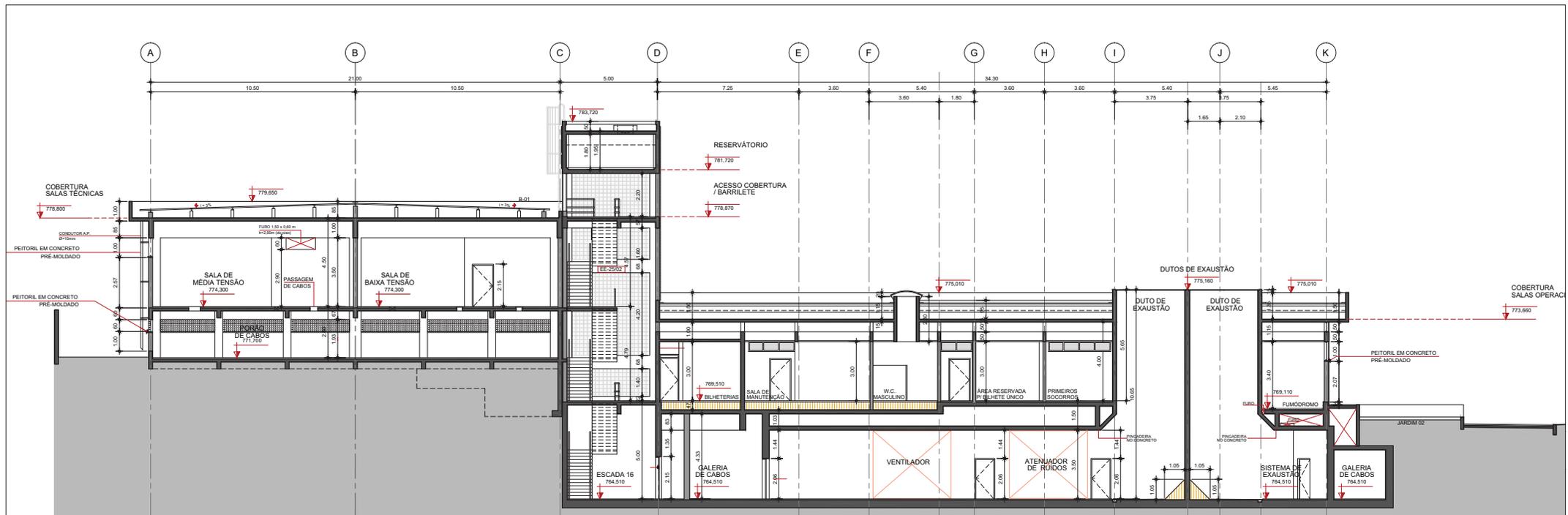
**Figura 7 - Salas Técnicas – Vista geral – Trecho Frontal e Trecho do Fundo**

### 1.2.2. Salas Operacionais

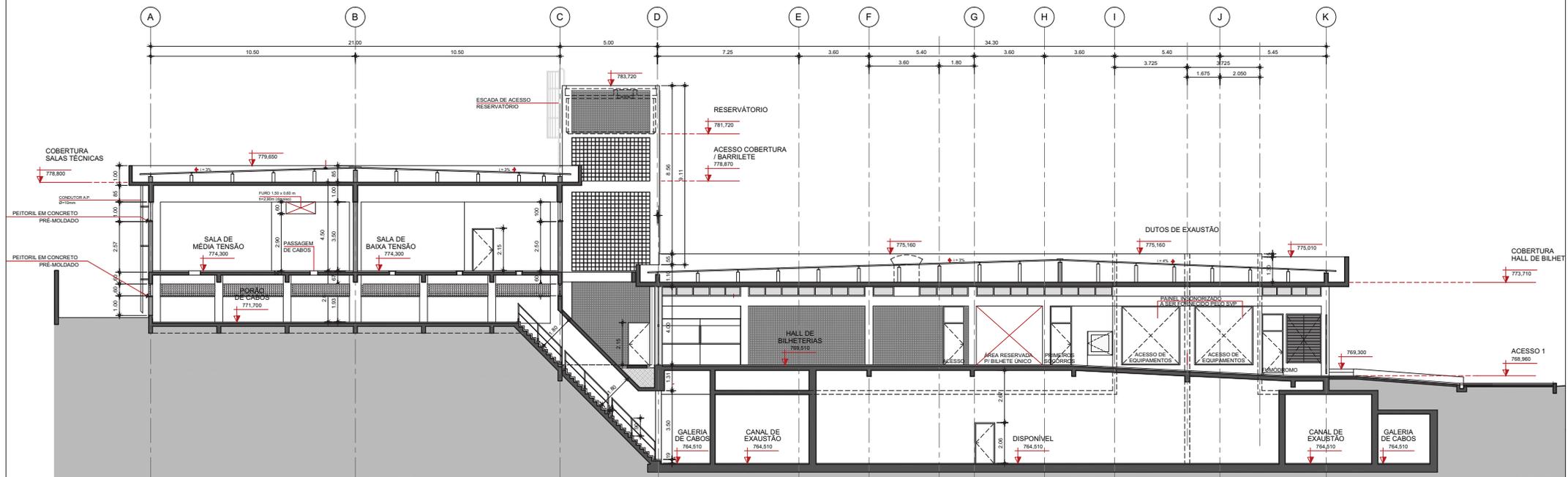
As salas operacionais são edificações térreas, e estão apoiadas parte em estacas curtas e parte sobre a galeria técnica (Foto 13). A galeria que circunda parte do poço de acesso é toda em concreto e desligada do poço (Figuras 8 e 9). Está apoiada 5,00m abaixo do piso (Desenho 4).



**Figura 8 - Salas Operacionais e Galeria técnica**



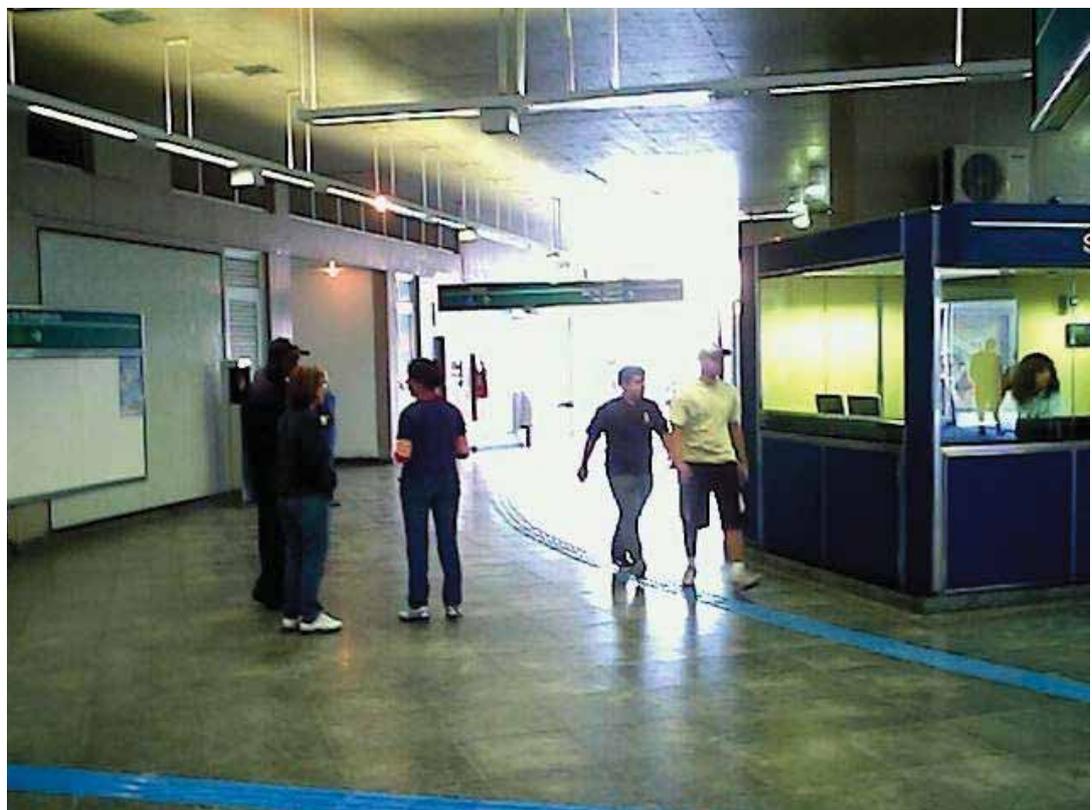
CORTE D-D



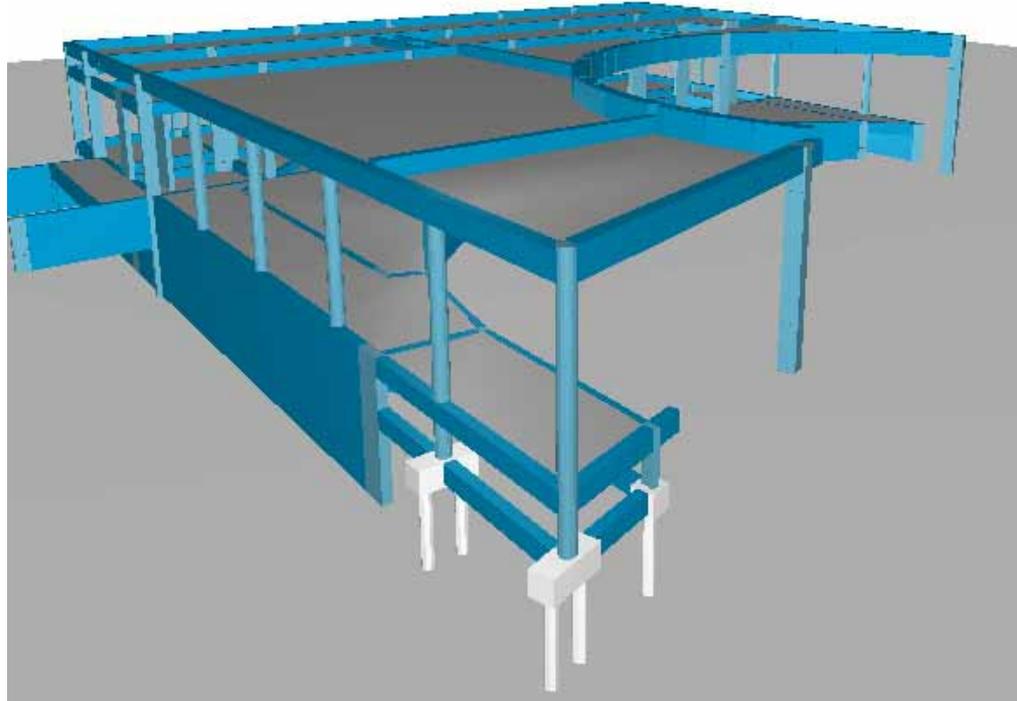
CORTE C-C



**FOTO 12:** Vista das salas técnicas, ao fundo.



**FOTO 13:** Vista da bilheteria e salas operacionais.



**Figura 9 Salas Operacionais e Cobertura do Hall de Bilheterias e Acessos**

### **1.3. Acessos**

A estação possui dois acessos: um pela Av. Gentil de Moura, em nível, e outro pela Rua Visconde de Pirajá, onde uma escada vence os 4,00 m de desnível (Fotos 14 e 15)

A cobertura dos acessos e do hall de bilheterias é de laje de concreto aparente, apoiada por vigas invertidas, por um lado sustentadas diretamente pelos pilares das salas operacionais, e por outro lado, indiretamente, por aparelhos de apoio, situados nos pilares paredes que nascem no piso térreo do poço, conferindo uma seção plana ao teto (Fotos 16 e 17).

### **1.4. Poço de Acesso de Emergência e Ventilação**

Trata-se de estrutura similar ao poço de acesso, mas com diâmetro interno de 10,00m, e profundidade de 28,50m. Tem paredes duplas, uma em concreto projetado 20cm até 17,00m de profundidade e 40cm por mais 9,00m, terminando os últimos 2,50m com 15cm de espessura, e a outra, em concreto moldado 25cm. A ligação com o poço de acesso se dá através de pequeno túnel de ligação de 7,00m de comprimento, no nível do mezanino de distribuição (Fig. 10).

Também a sua estrutura interna é desligada das paredes do poço.

Dentro do poço encontram-se as escadas de emergência, o acesso para macas, e duto de ventilação.

Acima do terreno a estrutura avança mais 8,50m (Desenho 6, e Foto18).



**FOTO 14:** Vista do acesso Visconde de Pirajá.



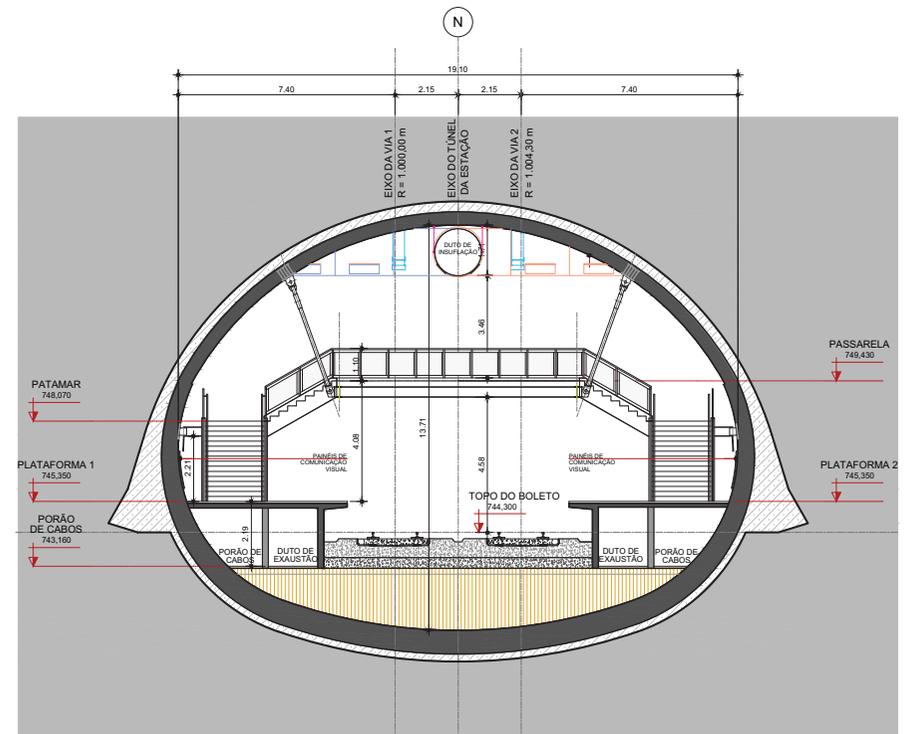
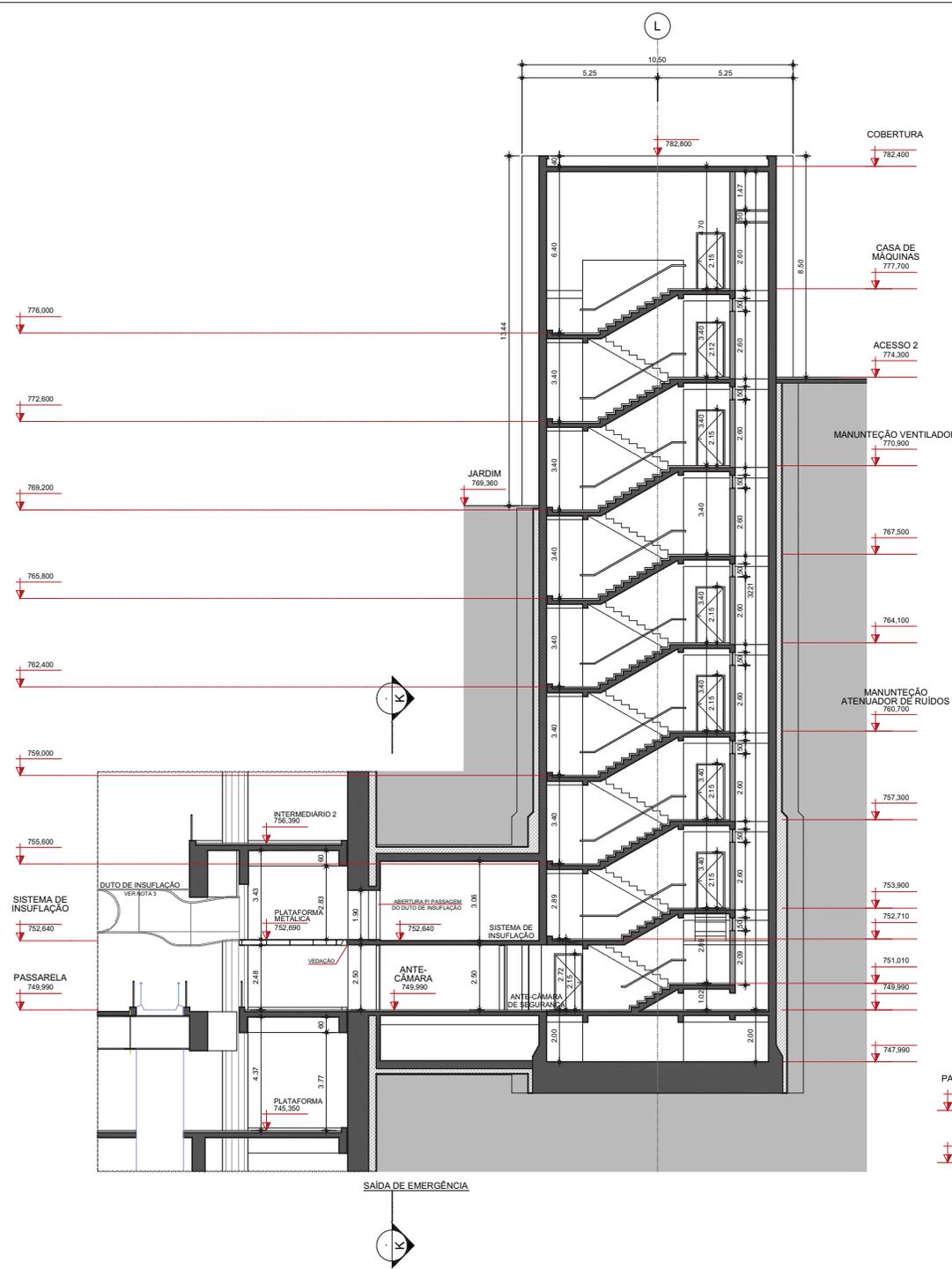
**FOTO 15:** Vista do acesso - Av. Gentil de Moura.



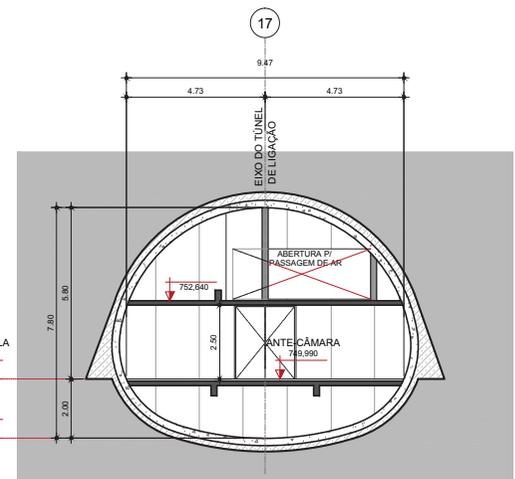
**FOTO 16:** Vista do pilar parede, que apoia o teto plano.



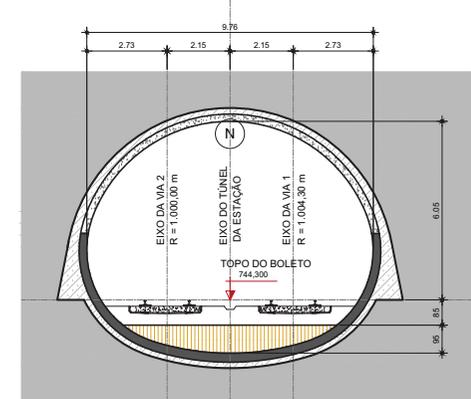
**FOTO 17:** Vista noturna do acesso Visconde de Pirajá e da cúpula.



TÚNEL DA ESTAÇÃO



TÚNEL DE LIGAÇÃO  
CORTES K-K



TÚNEL DE VIA



FOTO 18: Vista da torre da saída de emergência.

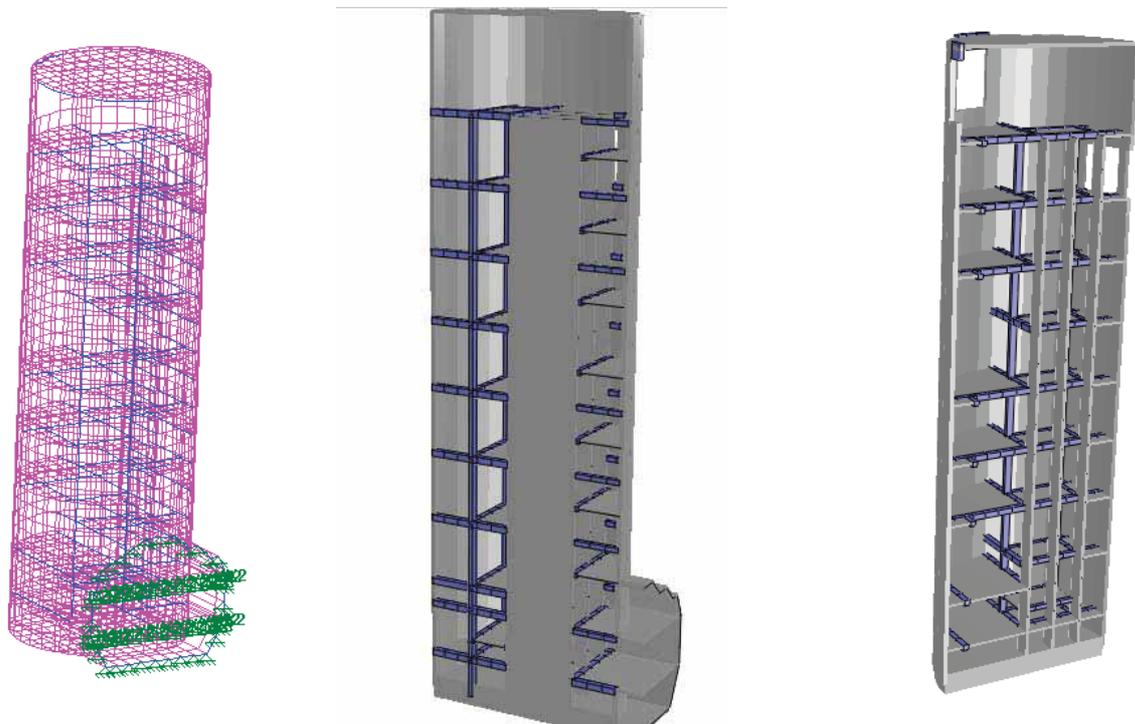


Figura 10 Poço de Emergência – Túnel de Ligação - Vista Central - e Esquema de Cálculo

## 2. PROCESSO CONSTRUTIVO

A Estação Alto do Ipiranga ocupa em planta um terreno relativamente pequeno (Desenho 1).

A falta de espaço para canteiro de serviço condicionou a sequência executiva, que priorizou a execução da parte subterrânea para, somente depois dar prosseguimento às edificações

### 2.1 Obra Provisória

A parte subterrânea foi executada em duas fases, uma denominada provisória, ou primeira fase, e outra definitiva, ou segunda fase.

A primeira fase garante a abertura dos espaços subterrâneos sob condições de rebaixamento do lençol freático e de redução dos empuxos de terra, decorrentes de sua ativação, para permitir a construção da segunda fase. Essa condição de carregamento é transitória até que a segunda fase seja executada.

#### 2.1.1. Poço de Acesso, Túnel da Estação, Poço Saída de Emergência

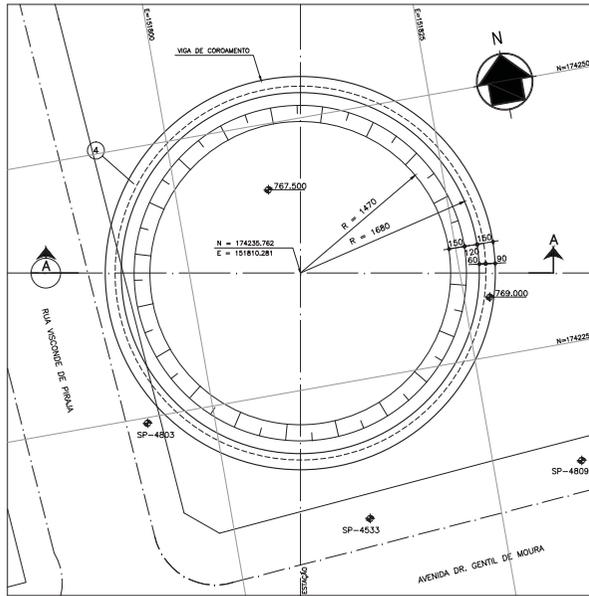
Os espaços subterrâneos são compostos pelo poço de acesso, a partir do qual saem dois túneis de grande seção transversal ( $263,55 \text{ m}^2$ ), em direções diametralmente opostas, que abrigam as passarelas de distribuição e as plataformas de embarque. Ao lado do poço de acesso há um segundo poço de diâmetro menor que abriga a saída de emergência e a ventilação.

Com base nas hipóteses acima mencionadas, a obra se iniciou pela abertura do poço de acesso com 32,00m de diâmetro, com escavação em anéis de 0,90m de altura, a partir de uma viga horizontal circular com 1,50m de altura, assentada sobre o terreno, coroando a boca do poço. À medida que se ia escavando, eram lançadas na parede do poço as camadas de concreto projetado (desenho 7 e Foto 19).

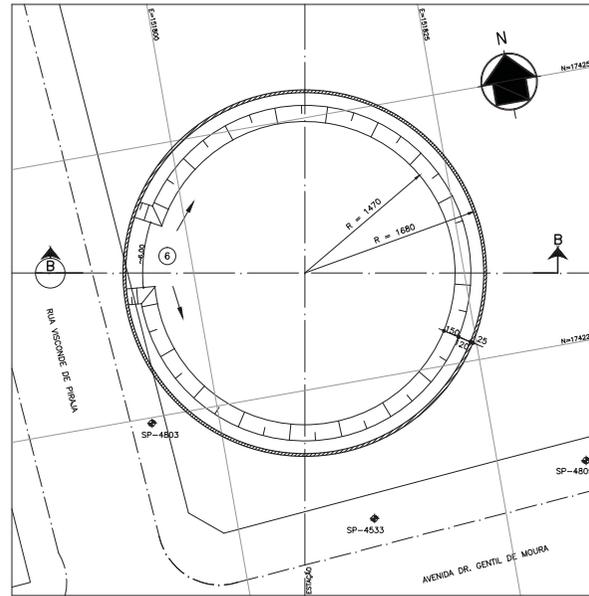


FOTO 19: Fase de Execução da estrutura provisória do poço de acesso.

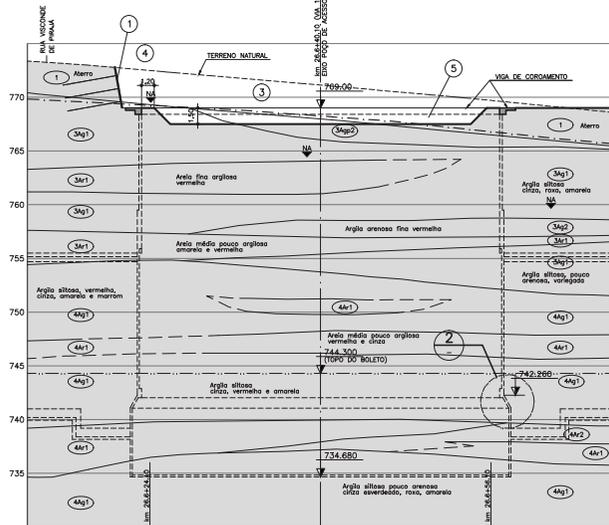
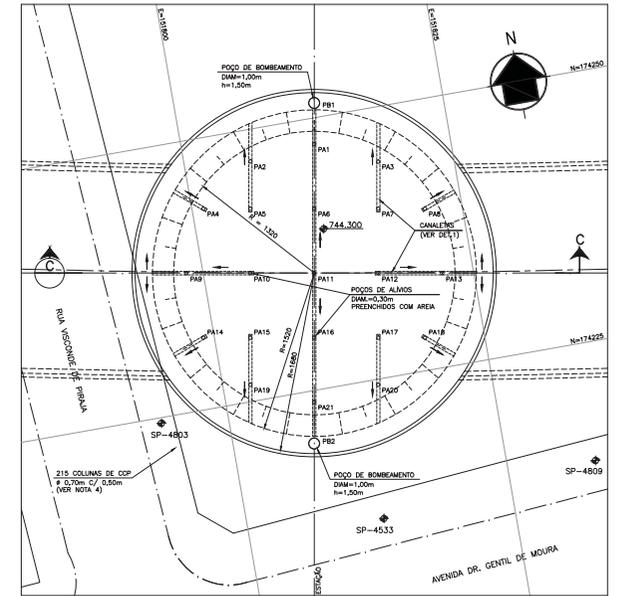
PLANTA NA ELEVÇÃO 769.000



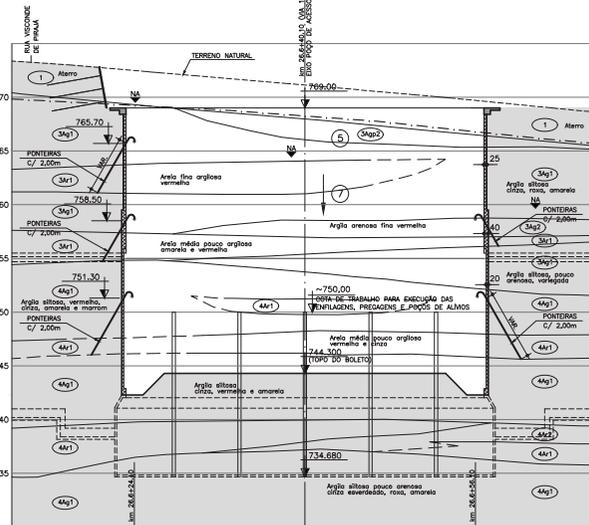
PLANTA DAS SEQUÊNCIA CONSTRUTIVA ENTRE AS ELEVÇÕES 767.500 E 744.300



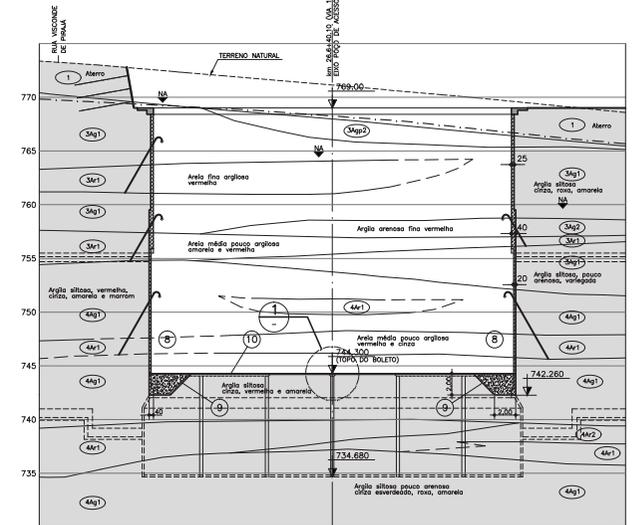
PLANTA NA ELEVÇÃO 744.300



CORTE A



CORTE B



CORTE C

A análise do comportamento estrutural do poço, nas várias etapas de construção, foi realizada com o apoio dos programas de elementos finitos Ansys e Plaxis.

Antes de atingir o fundo do poço, interrompeu-se a escavação em uma cota cerca de 2,00m abaixo do greide do topo do boleto, para dar início aos emboques dos túneis (Foto 20).

Como se trata de túnel de grande diâmetro, executado pelo método NATM (Novo Método Austríaco), sua escavação foi parcializada, iniciando-se por dois túneis de menor diâmetro ("side drift") nas duas laterais (Desenho 8). A partir desses dois túneis procedeu-se à escavação para a execução da calota, e sucessivamente, dos rebaixos, com a conseqüente demolição da parte interna dos túneis auxiliares (Foto 21).

Toda a análise do comportamento estrutural do túnel foi feita utilizando-se os programas de elementos finitos, Tunnel, e Plaxis.

Uma vez executados os túneis, prosseguiu-se com o poço até sua cota final.

O poço para a saída de emergência e ventilação seguiu a mesma metodologia executiva do poço de acesso. A sua ligação com o poço de acesso se fez ao nível do mezanino, através de um túnel em NATM, com seção de 77,79 m<sup>2</sup> ( Figura 10 e Desenho 6).

## 2.2 Obras Definitivas

Estando abertos os espaços subterrâneos, a etapa seguinte constitui-se da execução das estruturas definitivas da segunda fase, concretadas contra a manta de impermeabilização termoplástica de PVC, fixada nas paredes da primeira fase.

Dentro das premissas do Metrô, a segunda fase é projetada para os carregamentos de empuxo d'água e de empuxo de terra em estado de repouso, e não é considerada nenhuma contribuição da estrutura da primeira fase no dimensionamento da segunda fase.

A execução das estruturas definitivas seguiu procedimentos tradicionais, onde nos túneis foram utilizadas formas de madeira (Foto 22).

As grandes espessuras da laje de fundo (2 e 3m) e a densidade da armadura, exigiram especificações cuidadosas do concreto, recorrendo-se ao uso de gelo para reduzir a variação de temperatura durante a cura (Fotos 23, 24 e 25).

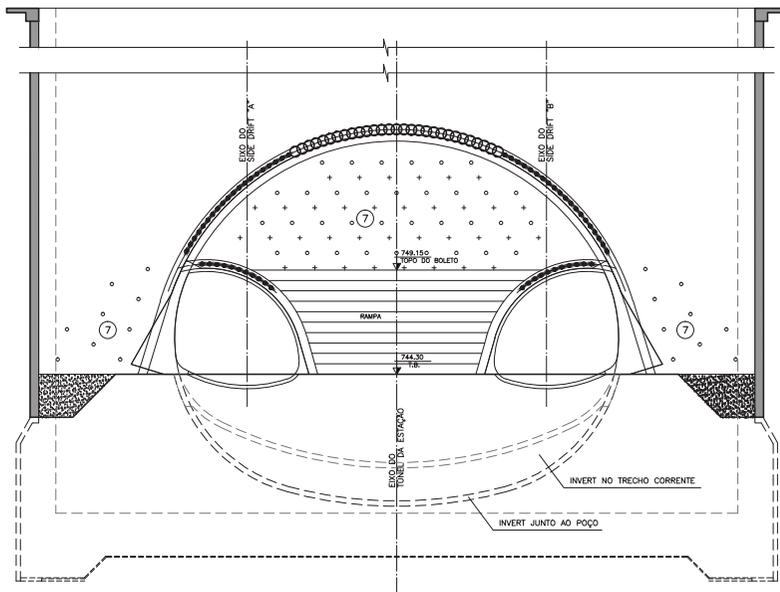
Os poços tiveram suas paredes executadas com forma deslizante, o que, somente foi possível pelo fato de as estruturas internas ao poço não estarem ligadas às paredes nos níveis intermediários, mas apenas na laje de fundo e na laje de cobertura (Fotos 26 e 27).

As estruturas internas foram executadas sobre cimbramento tubular e forma de madeira (Foto 28).

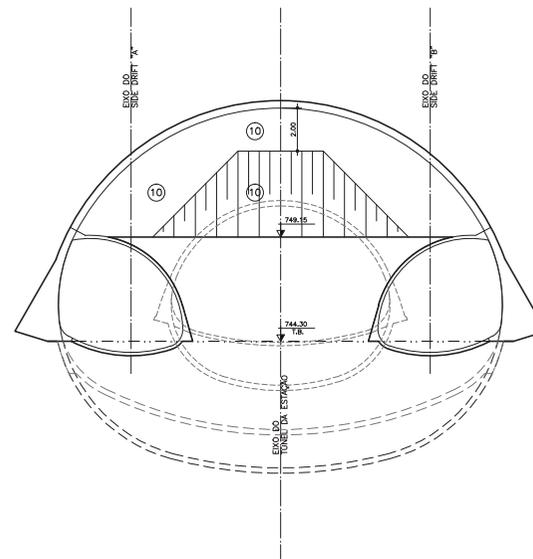
O mezanino, em estrutura mista, teve a parte metálica montada "in loco" e a concretagem da laje também (Fotos 29 e 30).

A cobertura tubular revestida em vidro teve também sua montagem feita "in loco", bem como a montagem dos vidros (Fotos 31, 32 e 33).

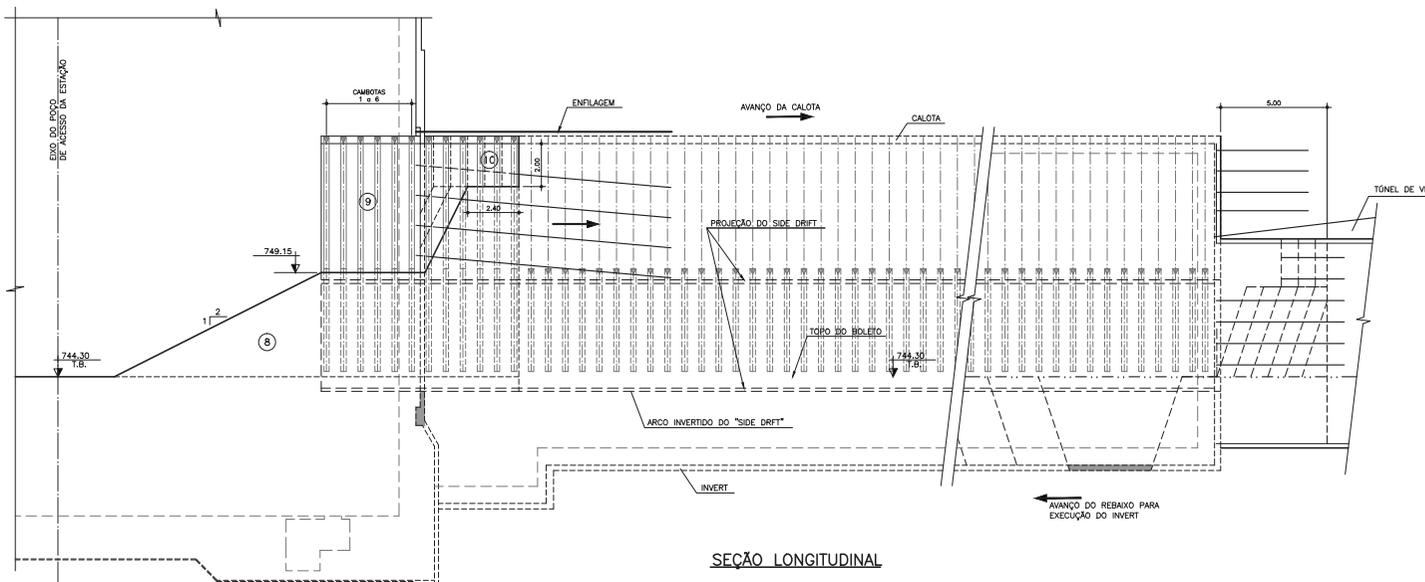
As demais edificações na superfície do terreno foram executadas dentro da sistemática usual a esse tipo de construção.



VISTA DO EMBOQUE



SEÇÃO TRANSVERSAL JUNTO AO TÚNEL DE VIA



SEÇÃO LONGITUDINAL



**FOTO 20:** Fase de execução dos túneis auxiliares (side drift).



**FOTO 21:** Fase de execução da calota do túnel.



**FOTO 22:** Fase de execução do túnel de segunda fase, em amarelo a manta de impermeabilização.



**FOTO 23:** Montagem da armadura da laje de fundo definitiva do poço de acesso.



FOTO 24: Fase de concretagem dam primeira etapa da laje de fundo.



FOTO 25: Armação negativa da laje de fundo do poço.



**FOTO 26:** Forma deslizante na execução das paredes de segunda fase do poço.



**FOTO 27:** Forma deslizante na execução das paredes de segunda fase do poço, na região do túnel da Estação.



**FOTO 28:** Fase Executiva da estrutura interna ao poço de acesso.



**FOTO 29:** Fase de montagem da estrutura metálica do mezanino.



**FOTO 30:** Fase de montagem do steel-deck.



**FOTO 31:** Fase de montagem da estrutura tubular da cúpula.



**FOTO 32:** Fase de montagem da estrutura tubular da cúpula.



**FOTO 33:** Fase de montagem da estrutura tubular da cúpula.

## 3. MONUMENTALIDADE

### 3.1. Diâmetro do Poço de Acesso

O poço, com diâmetro externo de 34.00 m e profundidade de quase 35.00 m abaixo do nível da superfície, tem a principal função de interligar a área subterrânea do corpo da estação ao nível dos acessos, abrigando todas as circulações verticais através de escadas fixas, escadas rolantes, elevadores e todos os caminhamentos que alimentam os sistemas e as instalações, desde as salas técnicas até o nível do sistema de exaustão.

### 3.2. Túnel da Estação

O túnel da estação com pé-direito duplo, para acomodar a passarela de distribuição e os dutos de insuflação de ar, também é uma característica inovadora, pois, além de valorizar a amplitude do corpo da estação, tornando-o mais arejado, dilui a sensação da grande profundidade em que está situado.

## 4. IMPLANTAÇÃO

### 4.1. Solução Poço sobre o Túnel da Estação

O novo conceito adotado, posicionando o poço de emboque da obra sobre o túnel da estação, mostra-se uma solução mais rápida e econômica, pois diminui sensivelmente a quantidade de escavação da obra enterrada, uma vez que não dispõe de túneis de ligação que, em geral, são utilizados como elementos de transição entre as estruturas verticais dos poços de acesso e o túnel que abriga o corpo da estação. Do ponto de vista operacional, esta solução também se apresenta como alternativa melhor, pois diminui o percurso de deslocamento dos usuários no interior da estação.

### 4.2. Salas Técnicas e Operacionais na Superfície

A implantação das salas técnicas e operacionais na superfície, e da galeria técnica dos equipamentos do sistema de exaustão logo abaixo da superfície trouxe grandes vantagens:

- as áreas de trabalho dos funcionários da estação dispõem de iluminação e ventilação naturais, garantindo a salubridade nesses ambientes de permanência prolongada e a economia no consumo de energia, durante o dia.
- a proximidade das áreas destinadas aos equipamentos pesados com a superfície, facilita o seu acesso e a manutenção.

## 5. ESBELTEZ

### 5.1. Grande Diâmetro do Poço

O poço, com diâmetro interno de 32,00 m e dois níveis de pisos intermediários, se mostra amplo o bastante para acomodar confortavelmente o fluxo previsto de 40.000 usuários circulando por dia, e permitir áreas significativas de vazios que funcionam como alívio do efeito pistão gerado pela movimentação dos trens.

## 5.2. Estrutura do Poço de Acesso

Os pisos intermediários são estruturalmente desligados das paredes do poço e se apóiam em apenas quatro pilares bastante esbeltos. Os três desníveis vencidos pelo conjunto de escadas em torno de 6,50m e a sua disposição chegando e saindo num mesmo patamar, valorizam a amplitude do poço pelos grandes vazios gerados e pela iluminação natural derramada pela cúpula envidraçada que atinge o nível do mezanino.

## 5.3. Passarela de Distribuição

A passarela metálica está posicionada sobre as vias onde circulam os trens, suspensa por tirantes presos ao teto do túnel da estação, com a função principal de organizar e flexibilizar a distribuição de usuários em direção às plataformas laterais e ao mesmo tempo, escoar rapidamente a lotação do trem com suas escadas fixas e rolantes posicionadas ao longo do seu comprimento.

Destaca-se, também, a inovação na maior utilização de estruturas metálicas definitivas em obras enterradas do METRÔ, devidamente protegidas com pintura intumescente a fim de retardar a propagação do calor em situações de emergência.

## 5.4. Cúpula de Vidro

Um grande desafio foi viabilizar o fechamento e a cobertura do enorme poço de acesso. Aqui, mais uma vez, adotou-se a linguagem contrastante dos partidos de engenharia e arquitetura, utilizando um grande volume de destaque na paisagem, executado em estrutura metálica e vidro, elaborado de maneira a conduzir a iluminação e a ventilação natural até as regiões mais profundas do corpo da estação. Essa iniciativa pioneira acelerou o andamento das obras e dispensou a utilização de escoramentos, fôrmas e armações sobre o imenso vazio do poço.

## 6. ESTÉTICA

### 6.1. Associação da Cúpula de Vidro com as Estruturas de Concreto (Contraste e Leveza)

O partido arquitetônico adotado prima por uma intervenção contrastante com os elementos estruturais de grande porte da estação, adotando elementos de fechamento de extrema leveza.

A ampla utilização de áreas envidraçadas em fechamentos entre áreas internas e externas da estação, entre áreas livres e pagas, em corrimãos das escadas fixas e rolantes e em guarda-corpos de proteção, caracteriza um contraponto de transparências com as faces sólidas das estruturas, ampliando visualmente os ambientes e, ao mesmo tempo destacando as estruturas.

Na superfície, a estação também reforça a linguagem de contrates, caracterizando a área de público como toda transparente e integrada visualmente aos jardins interno e do seu entorno. As edificações destinadas a abrigar as salas técnicas e operacionais, áreas de acesso restrito ao público, são mais fechadas e cobertas por uma grande laje de concreto que abraça a cúpula envidraçada. Os dois amplos edifícios horizontais, localizados em desníveis acentuados, em função da topografia do local, se unem através de elementos verticais destacados como o poço de saída de emergência e o reservatório elevado. O pergolado que cobre o jardim interno do hall de bilheterias une estes elementos verticais.

O sistema de fechamento em vidro, além de conduzir a iluminação natural até o nível do mezanino, situado a quase 20.00 m abaixo da superfície, contribui para a renovação de ar no interior da estação combinado ao sistema mecânico de ventilação.

O vidro utilizado passou por estudos de conforto térmico de maneira a não criar uma estufa e possui características interessantes, pois de dia os usuários visualizam as áreas externas e à noite a estação é visualizada de fora para dentro, criando uma relação mais íntima com o entorno. A própria superfície da cúpula se modifica ao longo do dia refletindo o seu entorno.

## 7. LUMINOTÉCNICA

A iluminação artificial também foi utilizada de maneira diferenciada, criando um espaço cenográfico no corpo da estação onde a sua presença marcante em tonalidade verde se harmoniza perfeitamente com as cores fortes do azul da passarela e do amarelo dos dutos de insuflação. As luzes coloridas, voltadas para o teto do corpo da estação, valorizam e ao mesmo tempo suavizam a obra bruta de engenharia. O sistema de iluminação ainda destaca os painéis decorativos coloridos, aplicados ao longo das paredes do túnel da estação.

As luzes coloridas na área externa da cúpula, que realçam e modificam a estrutura metálica revestida com vidro, dinamizam a sua presença na paisagem, destacando sua volumetria à noite e contrapondo-se à variação de reflexos e luminosidades recebidas ao longo do dia, através da iluminação natural.

A imensa estrutura do poço de acesso à estação também impôs a utilização de um sistema inusitado de iluminação artificial, com varas cênicas motorizadas que facilitam os serviços de manutenção.

## **FICHA TÉCNICA**

Empreendedor: COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO - METRÔ  
Construtora: NORBERTO ODEBRECHT - CBPO  
Projetista: MAUBERTEC ENGENHARIA E PROJETOS LTDA.

**ANEXO - FOTOS DA ESTAÇÃO ALTO DO IPIRANGA**







