

## **Monografia**

# **"A ARQUITETURA DAS ESTAÇÕES DE METRÔ"**

Autor(a): Gabriella Franco Filgueiras

Orientador(a): Prof<sup>a</sup>. Danielle Meireles de Oliveira

Belo Horizonte

Julho/2014

Gabriella Franco Filgueiras

## **"A ARQUITETURA DAS ESTAÇÕES DE METRÔ"**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização  
em Construção Civil da Escola de Engenharia da  
Universidade Federal de Minas Gerais.  
Enfase: Gestão e Avaliações nas Construções

Orientador(a): Prof<sup>a</sup>. Danielle Meireles de Oliveira

Belo Horizonte  
Escola de Engenharia da UFMG  
2014

Dedico este trabalho a minha família, amigos e namorado.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, a minha família pelo amor e incentivo, ao meu namorado pelo apoio e carinho, aos meus amigos pelo companheirismo, aos meus colegas de trabalho pela atenção e colaboração e aos meus professores pelos ensinamentos.

## **RESUMO**

O presente trabalho tem como finalidade apresentar os tipos de estações de metrô existentes, os métodos construtivos utilizados para sua construção, as normas e documentos que devem ser aplicados na elaboração dos projetos, e por fim, através de plantas e tabelas, será mostrado como é feita a organização dos espaços de uma estação de metrô.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	viii
LISTA DE TABELAS .....	ix
LISTA DE NOTAÇÕES, ABREVIATURAS .....	x
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVO .....	2
3. O METRÔ .....	3
3.1 Sistema metropolitano de transporte de massa .....	3
3.2 Estudo de viabilidade técnica e econômica.....	4
3.3 Principais projetos para a implantação do metrô .....	5
3.4 As estações de metrô pelo mundo .....	5
4. ESCOLHA CONSTRUTIVA .....	9
5. TIPOS DE ESTAÇÕES.....	10
5.1 Estações em superfície .....	10
5.2 Estações em elevado .....	11
5.3 Estações subterrâneas .....	13
5.3.1 Métodos construtivos para vias subterrâneas .....	14
6. NORMAS TÉCNICAS E DOCUMENTOS APLICÁVEIS .....	19
6.1 Leis municipais.....	19
6.1.1 Lei de uso e ocupação do solo.....	19
6.1.2 Código de obras.....	19
6.2 NFPA – <i>National Fire Protections Association</i> (EUA) .....	19
6.2.1 NFPA – 101 – <i>Life Safety Code</i> .....	19
6.2.2 NFPA – 130 – <i>Fixed Guideway for Transit and Passenger Rail System</i> . ..	20
6.3 ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.....	20
6.3.1 NBR 9050:2004.....	20
6.3.2 NBR 14021:2005.....	20
6.3.3 NBR NM 313:2007 .....	20
6.3.4 NBR 11742:2003.....	21
6.3.5 NBR NM 207:1999 .....	21
6.3.6 NBR 9077:2001.....	21
6.4 Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho .....	21

6.4.1 NR 23.....	21
6.4.2 NR 24.....	21
7. ORGANIZAÇÃO DE UMA ESTAÇÃO.....	22
7.1 Definição de áreas públicas.....	22
7.1.1 Área não paga.....	22
7.1.2 Área paga.....	22
7.1.3 Acesso.....	22
7.1.4 Área de confluência de passageiros.....	22
7.1.5 Corpo da estação.....	22
7.1.6 Mezanino.....	23
7.1.7 Plataforma.....	23
7.1.8 Cabeceira da plataforma.....	23
7.1.9 Canais e porões de cabos.....	23
7.1.10 Dutos de ventilação.....	23
7.2 Definição de áreas não públicas.....	23
7.2.1 Salas técnicas.....	23
7.2.2 Salas operacionais.....	24
8. ESTAÇÃO CANTAGALO.....	25
8.1 Objeto.....	25
8.2 Localização.....	25
8.3 Espaço urbano.....	26
8.4 Arquitetura.....	27
8.4.1 Considerações gerais.....	27
8.4.2 Concepção estrutural.....	27
8.5 Elementos da estação.....	29
8.5.1 Acessos.....	29
8.5.2 Pavimento intermediário.....	32
8.5.3 Mezanino.....	34
8.5.4 Plataforma.....	37
8.5.5 Saída de emergência.....	40
9. CONCLUSÃO.....	42
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1: Estação da Luz, São Paulo .....	6
Figura 3.2: Estação em Estocolmo, Suécia .....	7
Figura 3.3: Estação em Estocolmo, Suécia .....	8
Figura 3.4: Estação em Moscou, Rússia.....	8
Figura 5.1: Estação José Cândido da Silveira, Belo Horizonte .....	11
Figura 5.2: Estação Liberdade em construção, Novo Hamburgo.....	12
Figura 5.3: Perspectiva da Estação Liberdade, Novo Hamburgo.....	12
Figura 5.4: Estação Uruguai, Rio de Janeiro .....	13
Figura 5.5: Sequência dos procedimentos em <i>Cut and Cover</i> .....	14
Figura 5.6: Sequência dos procedimentos em <i>Cover and Cut</i> .....	16
Figura 5.7: Túnel executado em NATM, São Paulo .....	17
Figura 5.8: TBM na escavação de túnel. Rio de Janeiro.....	18
Figura 8.1: Localização .....	25
Figura 8.2: Trecho da escavação feita em NATM .....	28
Figura 8.3: Trecho da escavação feita em <i>Cover and Cut</i> .....	28
Figura 8.4: Acessos da estação .....	29
Figura 8.5: Acesso Praça Eugênio Jardim .....	30
Figura 8.6: Planta nível acesso .....	31
Figura 8.7: Planta pavimento intermediário.....	33
Figura 8.8: Planta nível mezanino (porção leste) .....	35
Figura 8.9: Planta nível mezanino (porção oeste).....	36
Figura 8.10: Planta nível plataforma .....	39
Figura 8.11: Vista aérea da Praça Eugênio Jardim .....	41
Figura 8.12: Planta saída de emergência .....	41

## LISTA DE TABELAS

Tabela 8.1: Materiais de acabamento nível acesso .....	32
Tabela 8.2: Materiais de acabamento pavimento intermediário .....	34
Tabela 8.3: Materiais de acabamento nível mezanino .....	37
Tabela 8.4: Materiais de acabamento nível plataforma.....	40

## LISTA DE NOTAÇÕES, ABREVIATURAS

VCA = Vala a céu aberto

NATM = *New Austrian Tunnelling Method*

TBM = *Tunnel Boring Machines*

NFPA = *National Fire Protections Association*

ABNT = Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR = Norma Brasileira

NR = Norma Regulamentadora

CO<sub>2</sub> = Dióxido de carbono

DML = Depósito de material de limpeza

SSA = Subestação auxiliar

CGE = Comando geral da estação

## 1. INTRODUÇÃO

Com o crescimento acelerado das cidades, a necessidade da implantação ou expansão das linhas de metrô, se torna cada dia mais evidente nos grandes centros urbanos.

O sistema metropolitano de transporte tem sido a melhor solução para o transporte de massa, uma vez que ele reduz a circulação de veículos nas cidades, diminuindo assim os congestionamentos, a emissão de gases poluentes e o tempo de percurso entre origem e destino, proporcionando melhoria na mobilidade urbana e um transporte rápido e seguro para a população.

Segundo Quintella (2009), são transportados nos trens e metrôs nas cidades de São Paulo, Rio de Janeiro, Recife, Belo Horizonte, Porto Alegre, Brasília, Fortaleza, Salvador, Natal, João Pessoa e Maceió, cerca de 6 milhões de passageiros por dia, sendo a rede metroviária de São Paulo, a maior do Brasil, com 75,5 km de extensão.

Ao abordar o tema metrô, este logo é associado às suas estações. Cada estação é projetada seguindo normas e critérios específicos, levando em consideração diversos fatores, sendo a previsão da demanda de passageiros, um dos principais, pois através dela são definidos o dimensionamento e a organização de cada estação, influenciando assim na sua arquitetura.

## **2. OBJETIVO**

No presente trabalho serão abordados diversos fatores que influenciam direta ou indiretamente na configuração das estações e outros aspectos que são importantes para a implantação do sistema metropolitano de transporte em uma cidade.

Serão apontados, além dos principais projetos necessários para que essa implantação aconteça, pois, juntamente com a arquitetura, atuam diversas outras disciplinas fundamentais para a eficácia do sistema, os tipos de estações existentes e os métodos construtivos utilizados.

Serão também citados os documentos e normas técnicas que devem ser respeitados para a elaboração dos projetos.

Por fim, será apresentado um estudo de caso com o objetivo de, através de uma estação específica, mostrar como é feita a organização de uma estação e seus espaços necessários para a funcionalidade do sistema.

### 3. O METRÔ

#### 3.1 Sistema metropolitano de transporte de massa

O sistema metropolitano de transporte surgiu, quando no fim do século XIX, o homem sentiu a necessidade de um transporte rápido com grande capacidade, uma vez que as cidades se desenvolveram fazendo com que houvesse migração de trabalhadores para as áreas periféricas e que os problemas de locomoção e tráfego intenso já existiam.

O trem possuía as características desejadas, porém, devido à grande ocupação nos centros urbanos, era difícil a sua implantação.

Assim, surgiu o primeiro trecho de metrô em 1863 na cidade de Londres, sendo uma parte da linha construída em trincheira a céu aberto.

Na América Latina, a primeira linha foi inaugurada em 1913 em Buenos Aires. Logo após foi inaugurado o de Madrid em 1919, seguido de Tóquio em 1927 e Moscou em 1935. Já no Brasil, a primeira linha surgiu em 1974 em São Paulo, atualmente a maior do país.

O metrô, ou sistema metropolitano de transporte, é um sistema de transporte coletivo sobre trilhos, desvinculado do tráfego de superfície, sem cruzamentos em nível e com alta capacidade de desempenho. De acordo com Ribeiro (2006):

A palavra metrô é de origem francesa, *métro*, abreviatura de *chemin de fer metropolitain*. Temos então um sistema de transporte por estrada de ferro, cujo veículo é o trem-unidade elétrico, veículo de transporte urbano de passageiros, trafegando em via segregada, produto da indústria ferroviária. Essas estradas de ferro urbanas podem ser de superfície, elevadas ou subterrâneas.

A implantação desse sistema consiste em dotar a cidade de um instrumento de transporte de massa que garanta a circulação de passageiros segundo técnicas operacionais que permitam ao povo a utilização de um transporte rápido e seguro.

### **3.2 Estudo de viabilidade técnica e econômica**

Para a implantação do sistema de metrô em uma cidade, é necessário primeiramente, que seja feito um estudo de viabilidade técnica e econômica da área onde o metrô será implantado.

Este estudo deve ser realizado antes do início de qualquer atividade. Ele tem como objetivo realizar um levantamento global da área, analisando diversos fatores que influenciam direta ou indiretamente na implantação do metrô, demonstrando assim a viabilidade ou inviabilidade do projeto.

Dentre os fatores a serem analisados, devem ser levados em consideração:

- Área de estudo;
- Condições naturais e desenvolvimento histórico da área de estudo;
- Análises urbanísticas, socioeconômicas e de tráfego;
- Prognoses urbanísticas, socioeconômicas e de tráfego;
- Justificativa da necessidade do metrô;
- Elementos básicos para o planejamento técnico, como: dimensões dos carros, elementos de traçado e via permanente, configuração das estações de metrô, entre outros;
- Material rodante;
- Organização, execução operacional e desempenho do tráfego;
- Rentabilidade.

### **3.3 Principais projetos para a implantação do metrô**

Depois de feito o estudo de viabilidade técnica e econômica e a constatação da viabilidade do projeto, vários projetos de diferentes disciplinas devem ser elaborados, sempre compatibilizados uns com os outros, para a implantação de uma linha de metrô.

São necessários projetos das seguintes disciplinas:

- Traçado;
- Obras Civis;
- Arquitetura;
- Geologia e mecânica dos solos;
- Topografia;
- Hidráulica;
- Energia elétrica;
- Telecomunicação;
- Ventilação e Climatização;
- Via permanente;
- Material rodante;
- Serviços preliminares (remanejamento de interferências, etc.);
- Planejamento de transporte e tráfego;
- Instalações gerais;
- Equipamentos auxiliares (bomba, grupo diesel, escadas rolantes, torniquetes, detecção e extinção automática e incêndio, equipamentos de acessibilidade para portadores de necessidades especiais, etc.).

### **3.4 As estações de metrô pelo mundo**

As estações de metrô desempenham funções operacionais e de tráfego. Elas devem ter uma configuração em que essas funções possam ser desenvolvidas da melhor maneira possível.

Para que isso aconteça, é importante o desenvolvimento claro do traçado da via, a disposição e a apresentação adequadas das instalações operacionais necessárias e das plataformas, que são o elemento importante de ligação entre os passageiros e o meio de transporte.

É importante e necessário considerar os problemas de construção civil e arquitetônicos e as possibilidades de sua solução, que por sua vez, são influenciadas pela função de tráfego das estações, sendo a principal função, conduzir o passageiro com segurança e pelo caminho mais curto da via pública até a plataforma e vice-versa.

As estações, além de serem projetadas obedecendo a todas as normas e critérios necessários, transmitem beleza e inovação através da sua arquitetura, refletindo nela as características de cada cidade.

A Estação da Luz na cidade de São Paulo (Figura 3.1), inaugurada em 1901, foi construída com estruturas pré-moldadas e materiais importados. Em 1982, a edificação foi tombada pelo Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Artístico, Arqueológico e Turístico, devido à sua importância arquitetônica.



Figura 3.1 – Estação da Luz, São Paulo.

Fonte: <http://www.cidadedesapaulo.com/sp/br/o-que-visitar/186-estacao-da-luz>

Em Estocolmo na Suécia, o metrô, inaugurado na década de 50, foi construído entre as rochas. No início da construção, um grupo de artistas conseguiu com que artesãos, escultores e artistas plásticos colaborassem com a obra das estações, tornando o metrô uma grande galeria de arte (Figuras 3.2 e 3.3).

Foram utilizados materiais de alta qualidade, combinados com projeto de iluminação personalizado e *design* inovador.



Figura 3.2 – Estação em Estocolmo, Suécia.

Fonte: <http://casavogue.globo.com/Arquitetura/noticia/2012/03/top-10-mais-belas-estacoes-de-metro.html>



Figura 3.3 – Estação em Estocolmo, Suécia.

Fonte: Arte no Metrô..., 2011.

O metrô de Moscou na Rússia (Figura 3.4), conhecido também como Palácio Subterrâneo, foi inaugurado na década de 30, e hoje é o segundo mais movimentado do mundo, atrás apenas de Tóquio. Foi construído no estilo clássico, predominante nas estações, com diversos vitrais e abóbodas e pisos e tetos bastante ornamentados.



Figura 3.4 – Estação em Moscou, Rússia.

Fonte: <http://casavogue.globo.com/Arquitetura/noticia/2012/03/top-10-mais-belas-estacoes-de-metro.html>

#### **4. ESCOLHA CONSTRUTIVA**

A escolha do método construtivo para a implantação do metrô pode ser feita entre o de superfície, elevado e o subterrâneo. Este último é o mais adequado para cidades densamente povoadas, como é o caso de São Paulo, onde mais de 80% do metrô é subterrâneo, uma vez que é uma metrópole com 11 milhões de habitantes e trânsito intenso. No Rio de Janeiro, do total de 40,8 km de linha, 21,5 km foram executados em trecho subterrâneo.

Porém, grande parte dos sistemas de metrô no Brasil é de superfície, já que é um sistema com menor custo e que possibilita o aproveitamento das linhas de trens já existentes, apenas adaptando-as para aumentar a velocidade e a capacidade de transportar um maior número de passageiros, como por exemplo, o metrô de Fortaleza, onde a maior parte da linha, com aproximadamente 18 km, é em superfície, aproveitando ao máximo a malha ferroviária existente, contando também com 2,3 km em elevado e 4 km em trecho subterrâneo. Em Belo Horizonte, toda a extensão da linha, com aproximadamente 28 km, é em superfície.

## **5. TIPOS DE ESTAÇÕES**

### **5.1 Estações em superfície**

Geralmente utilizadas pelas ferrovias para transporte de passageiros e cargas, as construções em superfície são adequadas para regiões com baixa ocupação ou para canteiros centrais de largas avenidas.

As estruturas em superfície pressupõem um grande volume de desapropriações, principalmente junto às estações, o que eleva consideravelmente o custo final. (CRUZ, 1982).

Ainda de acordo com Cruz (1982), a infra-estrutura da via é projetada atendendo a característica técnica de garantia e durabilidade, a fim de evitar a ocorrência de problemas cuja correção implica, inevitavelmente em longas interrupções de operação.

Alguns impactos são causados na implantação e construção de vias em superfície, como: poluição do ar e sonora, perturbações no sistema viário, interferência com as redes de serviço público e também impacto visual, pois, por motivos de segurança, são construídos muros ou barreiras ao longo da linha para se evitar acidentes.

Em Belo Horizonte, por exemplo, toda a linha do metrô, com 28 km de extensão, é em superfície, conforme exemplificado na Figura 5.1.



Figura 5.1 – Estação José Cândido da Silveira, Belo Horizonte.

Fonte: <http://wikimapia.org/319298/pt/Esta%C3%A7%C3%A3o-de-Metr%C3%B4-Jos%C3%A9-Candido-da-Silveira>

## 5.2 Estações em elevado

A construção de estruturas em elevado causa um enorme impacto visual, bem como nas estruturas em superfície, principalmente em regiões densamente ocupadas.

Segundo Kuguelle (2004), para que essas interferências na paisagem urbana sejam reduzidas, é fundamental a aplicação de tecnologia de ponta com relação:

- Aos métodos construtivos utilizados, reduzindo os prazos de execução;
- Ao material rodante, permitindo a fabricação de trens mais silenciosos, com carros menores e mais leves;
- Ao tratamento da via permanente, prevenindo a propagação de ruídos e vibrações.

As estruturas podem ser:

- Concreto pré-moldado;

- Concreto moldado *in loco*;
- Estrutura metálica.

A Estação Liberdade na cidade de Novo Hamburgo no Rio Grande do Sul (Figuras 5.2 e 5.3), é um bom exemplo de estação construída em estrutura elevada.



Figura 5.2 – Estação Liberdade em construção.

Fonte: <http://piniweb.pini.com.br/construcao/infra-estrutura/obras-da-estacao-de-metro-liberdade-avancam-em-novo-hamburgo-174206-1.aspx>



Figura 5.3 – Perspectiva da Estação Liberdade.

Fonte: <http://piniweb.pini.com.br/construcao/infra-estrutura/obras-da-estacao-de-metro-liberdade-avancam-em-novo-hamburgo-174206-1.aspx>

### 5.3 Estações subterrâneas

Nas linhas de metrô subterrâneas as obras civis correspondem a cerca de 50% dos investimentos.

Este método é recomendado para áreas densamente ocupadas, pois proporciona menor impacto na superfície, reduzindo as mudanças de tráfego, menos desapropriações, preservação do patrimônio histórico, entre outras.

No Rio de Janeiro, a linha do metrô que possui 40,8 km de extensão, 21,5 km foram executados em trecho subterrâneo. Um exemplo de estação subterrânea é a Estação Uruguai (Figura 5.4), pertencente à Linha 1.



Figura 5.4 – Estação Uruguai, Rio de Janeiro.

Fonte: [http://www.metrorio.com.br/Estacoes?p\\_ponto=8](http://www.metrorio.com.br/Estacoes?p_ponto=8)

Os métodos construtivos utilizados para escavação de túneis são:

- Trincheiras ou VCA (Vala a céu aberto) – *Cut and Cover*;
- Método invertido – *Cover and Cut*;
- NATM (*New Austrian Tunnelling Method*);
- TBM (*Tunnel Boring Machines*).

### 5.3.1 Métodos construtivos para vias subterrâneas

#### 5.3.1.1 Trincheiras ou VCA (Vala a céu aberto) – Cut and Cover

Conforme Cerello (1998), neste método, o túnel propriamente dito tem sua seção retangular para duas ou mais vias, estando sua base geralmente até 10 m e em alguns casos podendo chegar a 20 m abaixo da superfície.

As escavações pelo método *cut and cover* são feitas a partir dos procedimentos apresentados na Figura 5.5.

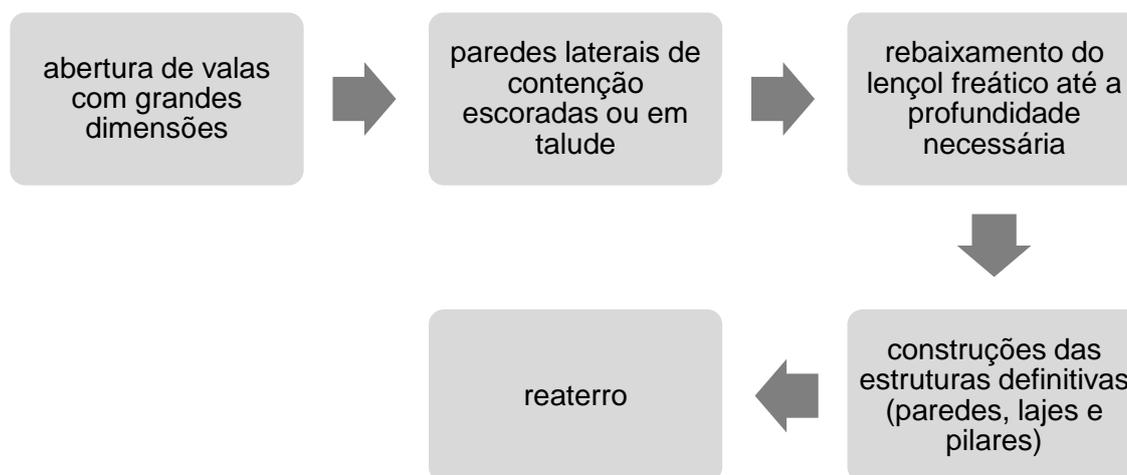


Figura 5.5 – Sequência dos procedimentos.

Fonte: [http://www.metro.sp.gov.br/construcao\\_civil/subterraneo/tesubterraneo.shtml](http://www.metro.sp.gov.br/construcao_civil/subterraneo/tesubterraneo.shtml).

Este método, também conhecido como destrutivo, se caracteriza pela grande interferência que provoca na superfície, principalmente em ruas e calçadas e nas redes de utilidades públicas.

Os principais trabalhos que acompanham esse método são: remoção das interferências, escoramento de prédios, medidas para remanejamento do tráfego e desapropriações do terreno (CERELLO, 1998).

- Remoção das interferências – Redes de água, sistemas de esgoto, tubulações de gás, redes elétrica e de telefonia;
- Escoramento dos prédios – São feitas análises do comportamento do solo e da estrutura dos edifícios próximos à obra, e se detectados recalques ou danos nas edificações, são realizados reforços nas estruturas;
- Medidas para remanejamento do tráfego – Deve ser feito antes do início das escavações. É um dos principais problemas encontrados neste método, pois envolve muitas alterações no trânsito, como mudança de linhas de tráfego, colocação e/ou relocação de semáforos, interdições de vias, etc.

#### 5.3.1.2 Método invertido (*Cover and Cut*)

Segundo Kuguelle (2004), o método invertido ou *cover and cut* é utilizado quando a ocupação da superfície é temporária e precisa ser abreviada devido às condições locais de utilização da superfície pela cidade.

Este método tem como objetivo interferir o menos possível na superfície, começando as atividades de cima para baixo.

As escavações pelo método *cover and cut* são feitas a partir dos procedimentos apresentados na Figura 5.6.

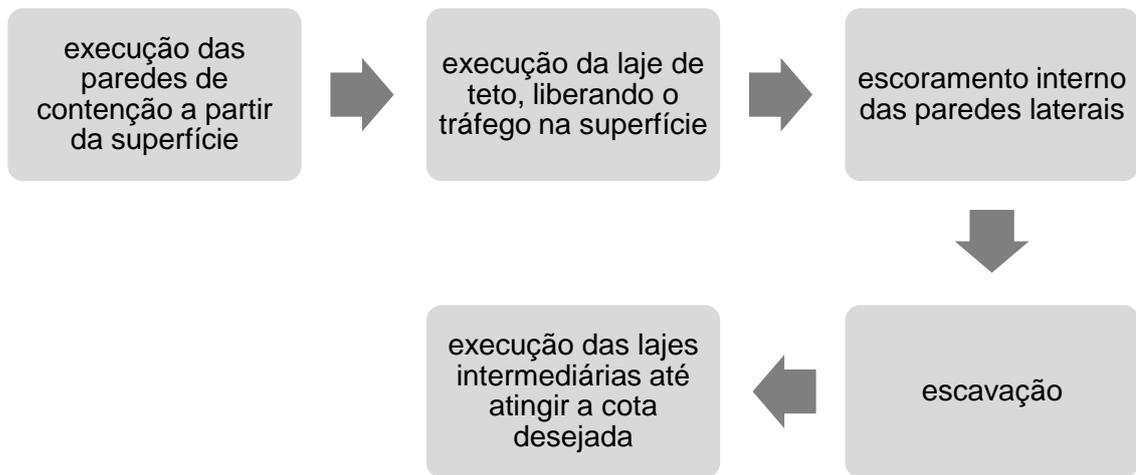


Figura 5.6 – Sequência dos procedimentos.

Fonte: [http://www.metro.sp.gov.br/construcao\\_civil/subterraneo/tesubterraneo.shtml](http://www.metro.sp.gov.br/construcao_civil/subterraneo/tesubterraneo.shtml).

### 5.3.1.3 NATM (New Austrian Tunnelling Method)

De acordo com Kuguelle (2004), o método NATM é utilizado com sucesso na construção de túneis e de estações subterrâneas de grandes dimensões, pois tem a vantagem de se adaptar à seção de escavação, que pode ser modificada em qualquer ponto, de acordo com as necessidades geométricas da escavação, a qual segundo Cury (1978), pode ser feita de maneira manual ou semimecânica, com pá carregadeira, e o escoramento aplicado pode ser em concreto projetado, junto à malha de aço e ao tirante, quando necessário.

Basicamente, logo após a escavação parcial do maciço é instalada a estrutura de suporte, que pode ser feita com concreto projetado e complementada, quando necessário, por tirantes e cambotas, como mostra a Figura 5.7.

Segundo Cury (1978), o concreto projetado é o mais adequado ao NATM, pois pode ser aplicado progressivamente à medida que se avança a escavação e, caso seja necessário, pode ser lançado sobre uma camada já existente como reforço.

É também fundamental a instrumentação, cujo objetivo é monitorar o comportamento do maciço e do suporte durante a execução da obra, fornecendo dados referentes a deformações e ao estado de tensões.



Figura 5.7 – Túnel executado em NATM.

Fonte: Heloísa Medeiros, Fevereiro/2006

#### 5.3.1.4 TBM (Tunnel Boring Machines)

Conhecido também como *shield* ou popularmente chamado de tatuzão, o TBM foi criado em 1825 na Inglaterra para escavar um túnel sob o Rio Tamisa, em solo pouco estável, onde a escavação e o revestimento podiam ser feitos em segurança, com este método.

O método *shield* é aplicado nas áreas urbanas, o que traz menores problemas, tanto ao tráfego na superfície como para remoção de interferências. Ele também pode ser aplicado em todo tipo de solo, dos moles aos rígidos, acima ou abaixo do lençol freático (LEITE, 2004).

O TBM entra escavando o solo, e na sequência, monta e instala os anéis pré-moldados de concreto, que formam as paredes definitivas do túnel, como apresentado na Figura 5.8.

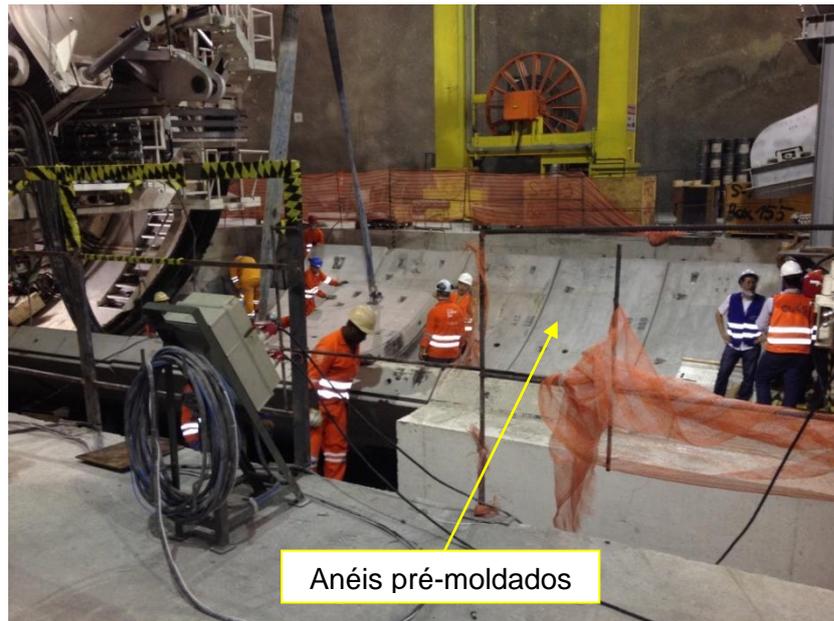


Figura 5.8 – TBM na escavação de túnel no Rio de Janeiro.

Fonte: da autora

O avanço da máquina se dá pela reação de macacos contra os anéis de revestimento já montados. Simultaneamente, é feita a retirada do solo através de uma rosca sem fim, que o deposita em uma correia transportadora no seu interior para levá-lo até vagonetas que voltam ao poço de emboque. Depois, um equipamento de transporte vertical, retira a terra colocando-a em caçambas para ser transportada até um bota-fora.

As principais características do método são:

- Pode ser aplicado em todos os tipos de solo;
- Diâmetros de até 19 m;
- Produtividade de 1 a 70 m/dia;
- Alta regularidade e qualidade da seção escavada;
- Elevado investimento;
- Reduzida interferência na superfície;
- Revestimento com peças pré-moldadas de concreto;
- Extensões acima de 3,2 km.

## **6. NORMAS TÉCNICAS E DOCUMENTOS APLICÁVEIS**

Para a elaboração do projeto arquitetônico de uma estação de metrô, devem ser considerados, além de registros, documentos e normas específicos das empresas construtoras e dos órgãos competentes, as normas e documentos apresentados a seguir.

### **6.1 Leis municipais**

#### *6.1.1 Lei de uso e ocupação do solo*

Estabelece critérios e parâmetros de uso e ocupação do solo, com o objetivo de ordenar o crescimento e desenvolvimento da cidade.

#### *6.1.2 Código de obras*

Estabelece as disposições gerais que regulam a aprovação do projeto, o licenciamento de obras e a execução, manutenção e conservação de obras no município, sem prejuízo das normas estaduais e federais aplicáveis.

### **6.2 NFPA – *National Fire Protections Association* (EUA)**

#### *6.2.1 NFPA – 101 – Life Safety Code*

Estabelece critérios mínimos para a concepção de instalações de egresso, de forma a permitir a rápida fuga dos ocupantes de edifícios ou, quando desejável, em áreas seguras dentro de edifícios.

### *6.2.2 NFPA – 130 – Fixed Guideway for Transit and Passenger Rail System*

Estabelece critérios para segurança e proteção dos passageiros de transporte sobre trilhos, contra incêndio nos sistemas subterrâneos, de superfície ou elevado.

## **6.3 ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas**

### *6.3.1 NBR 9050:2004 – Acessibilidade e edificações, mobiliário, espaço e equipamentos urbanos*

Estabelece critérios e parâmetros técnicos a serem observados quando do projeto, construção, instalação e adaptação de edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos às condições de acessibilidade.

### *6.3.2 NBR 14021:2005 – Transporte – Acessibilidade no sistema de trem urbano ou metropolitano*

Estabelece os critérios e parâmetros técnicos a serem observados para acessibilidade no sistema de trem urbano ou metropolitanos, de acordo com os preceitos do Desenho Universal.

### *6.3.3 NBR NM 313:2007 – Elevadores de passageiros – Requisitos de segurança para construção e instalação – Requisitos particulares para a acessibilidade das pessoas, incluindo pessoas com deficiência*

Especifica os requisitos para o acesso e uso seguros e independentes de elevadores por pessoas, incluindo pessoas com deficiência.

#### *6.3.4 NBR 11742:2003 – Porta corta-fogo para saída de emergência*

Fixa as condições exigíveis de construção, instalação e funcionamento de porta corta-fogo do tipo de abrir com o eixo vertical, para saída de emergência.

#### *6.3.5 NBR NM 207:1999 – Elevadores elétricos de passageiros – Requisitos de segurança para construção e instalação*

Especifica as regras de segurança para a construção de elevadores elétricos novos instalados permanentemente servindo pavimentos definidos, tendo carro projetado para o transporte de pessoas e objetos.

#### *6.3.6 NBR 9077:2001 – Saídas de emergência em edifícios*

Fixa as condições exigíveis que as edificações devem possuir:

- a) a fim de que sua população possa abandoná-las, em caso de incêndio, completamente protegida em sua integridade física;
- b) para permitir o fácil acesso de auxílio externo (bombeiros) para o combate ao fogo e a retirada da população.

### **6.4 Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho**

#### *6.4.1 NR 23 – Proteção contra incêndio*

Estabelece parâmetros para proteção contra incêndio.

#### *6.4.2 NR 24 – Condições sanitárias e de conforto nos locais de trabalho*

Estabelece equipamentos, disposições e condições de manutenção e uso nos locais de trabalho.

## **7. ORGANIZAÇÃO DE UMA ESTAÇÃO**

### **7.1 Definições das áreas públicas**

#### *7.1.1 Área não paga*

Espaço público na parte interna da estação, anterior aos torniquetes. Qualquer pessoa tem livre acesso à essa área, no horário de funcionamento da estação, sem precisar realizar a compra do bilhete.

#### *7.1.2 Área paga*

Espaço público na parte interna da estação, posterior aos torniquetes. Só podem acessar esta área, usuários que realizarem a compra do bilhete ou funcionários autorizados.

#### *7.1.3 Acesso*

Local utilizado para saída e chegada à estação, incluindo os espaços de circulação, escadas (fixas e rolantes) e elevadores.

#### *7.1.4 Área de confluência de passageiros*

Área pública que abriga equipamentos/instalações, como bilheteria, circulação vertical que dá acesso à plataforma. Não inclui os acessos que se localizam fora do corpo da estação, e podem incluir tanto espaços da área paga quanto da área não paga.

#### *7.1.5 Corpo da estação*

Trecho da estação que contém as plataformas, mezanino, canais e porões de cabos e os dutos de ventilação.

### *7.1.6 Mezanino*

Localizado no corpo da estação, é o pavimento que liga a superfície à plataforma.

### *7.1.7 Plataforma*

Local adjacente à posição dos trens parados, de embarque e desembarque, onde os passageiros aguardam pelos trens.

### *7.1.8 Cabeceiras da plataforma*

Extremidade da plataforma, adjacente à cabine do trem quando o mesmo está parado.

### *7.1.9 Canais e porões de cabos*

Espaços de características lineares associados à edificação, destinados a acomodar os cabos elétricos.

### *7.1.10 Dutos de ventilação*

Espaços de características lineares associados à edificação, responsáveis pela condução dos fluxos de ar do sistema de ventilação dos túneis ou da estação.

## **7.2 Definições das áreas não públicas**

### *7.2.1 Salas técnicas*

Salas destinadas à instalação de equipamentos da estação. Elas devem ser segregadas das áreas públicas para evitar conflitos de funções; devem ser dotadas de sistemas de ventilação compatível com sua função, definidos pelas

especialidades de engenharia e em conformidade com as normas e documentos aplicáveis, e devem ter acessos para os equipamentos necessários.

Entende-se por salas técnicas as seguintes salas: Reservatórios de água, Casa de Bombas, Sala de ar condicionado, Sala de CO<sub>2</sub>, Salas de provedores, Comando geral da estação, Sala de combustível, Grupo gerador diesel, Sala de ventiladores de insuflação, Sala de acesso ao poço de esgoto, Sala do trafo retificador, Sala de média tensão, Sala de baixa tensão, Salas de trafo auxiliar, Sala de ventiladores de exaustão, Sala de ventiladores dedicados à ventilação do túnel, Poço de esgoto, Poço de drenagem.

### *7.2.2 Salas operacionais*

Salas destinadas ao uso de funcionários. Devem ser dotadas de ar condicionado quando destinadas a atividades que impliquem em longa permanência. Caso contrário, devem ser dotadas de ventilação forçada.

Entende-se por salas operacionais os seguintes espaços: Sanitários públicos feminino, masculino e para portadores de necessidades especiais, Sala de primeiros socorros, Sanitário da sala de primeiros socorros, Depósito de material de limpeza, Depósito de lixo, Bicicletário, Sanitários e vestiários feminino e masculino para funcionários e terceirizados, Copa e sala de descanso para funcionários e terceirizados, Bilheterias, Sala de supervisão operacional.

## 8. ESTAÇÃO CANTAGALO

### 8.1 Objeto

O objeto deste estudo de caso é a Estação Cantagalo na cidade do Rio de Janeiro, pertencente à Linha 1 do metrô (Ipanema – Tijuca).

### 8.2 Localização

A Estação Cantagalo está localizada no bairro de Copacabana sob a Praça Eugênio Jardim (Figura 8.1). É a penúltima estação da Linha 1, estando entre a Estação Siqueira Campos (Copacabana) e General Osório (Ipanema), esta, a última estação da linha.



Figura 8.1 – Localização.

Fonte: Google Maps – Adaptado.

### **8.3 Espaço Urbano**

Segundo consta, Copacabana surgiu quando no século XVII, comerciantes bolivianos e peruanos trouxeram para a praia do Rio de Janeiro, até então chamada de Sacopenapã, uma réplica de uma santa conhecida na Bolívia como Nossa Senhora de Copacabana. Foi então que construíram uma capela sobre um rochedo dessa praia em homenagem à santa, que com o tempo passou a designar a praia e o bairro.

Como o acesso ao bairro era difícil até o final do século XIX, existiam no local apenas o Forte Reduto do Leme, a capela de Nossa Senhora de Copacabana e algumas chácaras e sítios.

Somente em 1892 com a inauguração do túnel no Morro de Vila Rica (Túnel Velho) entre Copacabana e Botafogo, o bairro se integrou ao restante da cidade.

Com a ampliação das linhas de bonde até o Forte do Leme e à Capela Nossa Senhora de Copacabana, o bairro foi ganhando ruas e casas, fator ainda mais acentuado com a inauguração da Avenida Atlântica em 1906, na orla da praia. A Capela foi demolida em 1914 para ser construído em seu lugar o Forte de Copacabana. Em 1923 foi inaugurado na Avenida Atlântica, o Hotel Copacabana Palace, que se tornou um dos símbolos da cidade.

Copacabana é um bairro nobre do Rio de Janeiro e um dos mais conhecidos do mundo. Ele faz divisa com os também bairros nobres Leme, Lagoa, Ipanema e Botafogo. Atrai todos os anos um grande número de turistas do mundo todo, principalmente nas épocas de carnaval e ano novo.

De acordo com o censo 2010, a população de Copacabana é de 146.392 habitantes, sendo 23,2% composta por idosos.

Por ser um bairro muito populoso e com diversos pontos turísticos, o número de pessoas que vão à Copacabana a trabalho ou lazer é muito grande, pois o bairro

oferece uma grande variedade de lojas, bares, restaurantes, hotéis, opções de cultura, etc. Sendo de extrema importância uma linha de metrô que ligue o bairro a diversos pontos da cidade, através de um meio de transporte rápido e seguro.

A Praça Eugênio Jardim onde se encontra a estação Cantagalo, a terceira de Copacabana, fica localizada no encontro das Ruas Xavier da Silveira, Miguel Lemos e Pompeu Loureiro, na divisa com o bairro Ipanema e próximo ao Parque do Cantagalo.

## **8.4 Arquitetura**

### *8.4.1 Considerações gerais*

A Estação Cantagalo foi inaugurada em 2007 e atende hoje cerca de 25.000 passageiros por dia.

Possui área construída de 14.000 m<sup>2</sup> e conta com dois acessos (feitos pela superfície), os pavimentos intermediário, mezanino, plataforma, canal de cabos, porão do canal de cabos e saída de emergência.

### *8.4.2 Concepção estrutural*

Foram utilizados dois métodos construtivos para escavação dos túneis: NATM em rocha e solo e o Método Invertido (*Cover and Cut*).

No túnel principal e no corpo da estação (Figura 8.2), a escavação foi feita a partir do NATM, principalmente sobre solo gnáissico sólido.

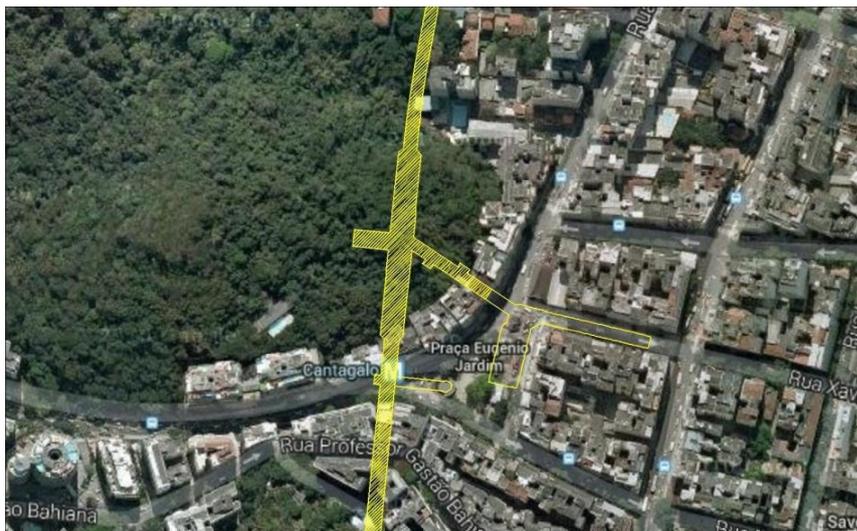


Figura 8.2 – Trecho da escavação feita em NATM.

Fonte: Google Maps – Adaptado.

A escavação dos túneis de acesso e emergência (Figura 8.3) foi feita com o método invertido. Essa escavação foi construída com a utilização de paredes diafragma com 80 cm de espessura e 25 m de profundidade e foi protegida por jato-grauteamentos horizontal e vertical, usados com enfilagem tubular metálica.



Figura 8.3 – Trecho da escavação feita em *Cover And Cut*.

Fonte: Google Maps – Adaptado.

## 8.5 Elementos da Estação

### 8.5.1 Acessos

A Estação Cantagalo possui dois acessos que são feitos pelo nível da rua. O acesso “A” é feito pela Praça Eugênio Jardim e o acesso “B” é feito pela Rua Xavier da Silveira, de acordo com a Figura 8.4 abaixo:



Figura 8.4 – Acessos.

Fonte: Google Maps – Adaptado.

O acesso “A” é feito através de uma escada fixa, duas escadas rolantes e um elevador para portadores de necessidades especiais. Já o acesso “B” é feito por uma escada fixa e uma escada rolante.

Os acessos foram construídos em estrutura metálica, com vedação lateral em vidro laminado e cobertura de policarbonato alveolar (Figura 8.5).



Figura 8.5 – Acesso Praça Eugênio Jardim  
Fonte: [http://www.metrorio.com.br/Estacoes?p\\_ponto=26](http://www.metrorio.com.br/Estacoes?p_ponto=26)

Este pavimento se encontra no nível -2,74m em relação ao nível do terreno (+5,66m). Nele está a delimitação entre a área paga e a área não paga da estação, por meio dos torniquetes.

Na área não paga se encontram duas bilheterias e duas salas de arrecadação, (uma próxima de cada acesso), um sanitário feminino e masculino, sala de primeiros socorros, lixo, ar condicionado e os dutos de insuflamento e exaustão (Figura 8.6).

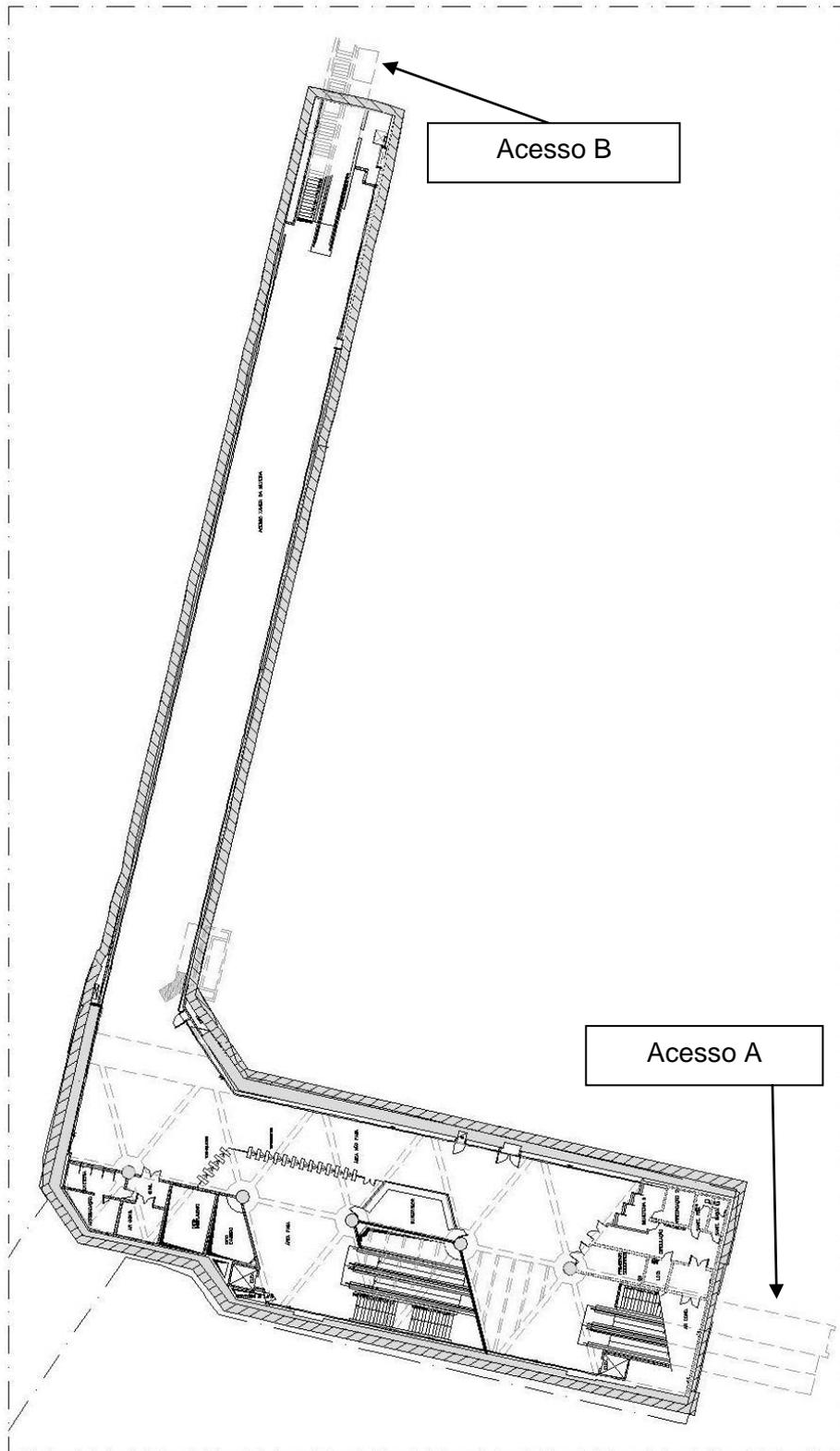


Figura 8.6 – Planta nível acessos.

### 8.5.1.1 Materiais de acabamento

A tabela 8.1 apresenta alguns materiais de acabamento utilizados em pisos e paredes deste pavimento.

Tabela 8.1 – Materiais de acabamento nível acesso.

PISO		PAREDE	
Materiais	Local	Materiais	Local
Granito branco Ceará	Galeria do acesso B, Área não paga, Área paga	Painel em fibra de vidro com cimento	Galeria do acesso B, Área não paga, Área paga
Granito cinza lavrado com faixa anti-derrapante	Escada fixa	Azulejo branco	Sanitário feminino e masculino, Primeiros Socorros, Lixo,
Cimentado liso	Ar condicionado	Pastilha de vidro	Área não paga, Área paga, Escadas fixa e rolante
Placa vinílica lisa sobre piso elevado	Supervisor	-----	-----
Placa vinílica lisa sobre contra-piso	Bilheterias 1 e 2, Arrecadação 1 e 2	-----	-----
Concreto de alta resistência	Sanitário feminino e masculino, Circulação, Lixo, Primeiros Socorros, Circulação	-----	-----

### 8.5.2 Pavimento Intermediário

O pavimento intermediário (Figura 8.7) está localizado no nível -7,29m em relação ao nível do terreno (+5,66m). Sua função é ligar o acesso ao mezanino, através de uma escada fixa e duas escadas rolantes.

Por ser área paga, só têm acesso a este pavimento, funcionários/terceirizados e pessoas que compraram o bilhete e passaram pelos torniquetes no pavimento anterior.

Nele estão localizados a área paga, dutos de insuflamento e exaustão e o acesso ao porão de cabos.

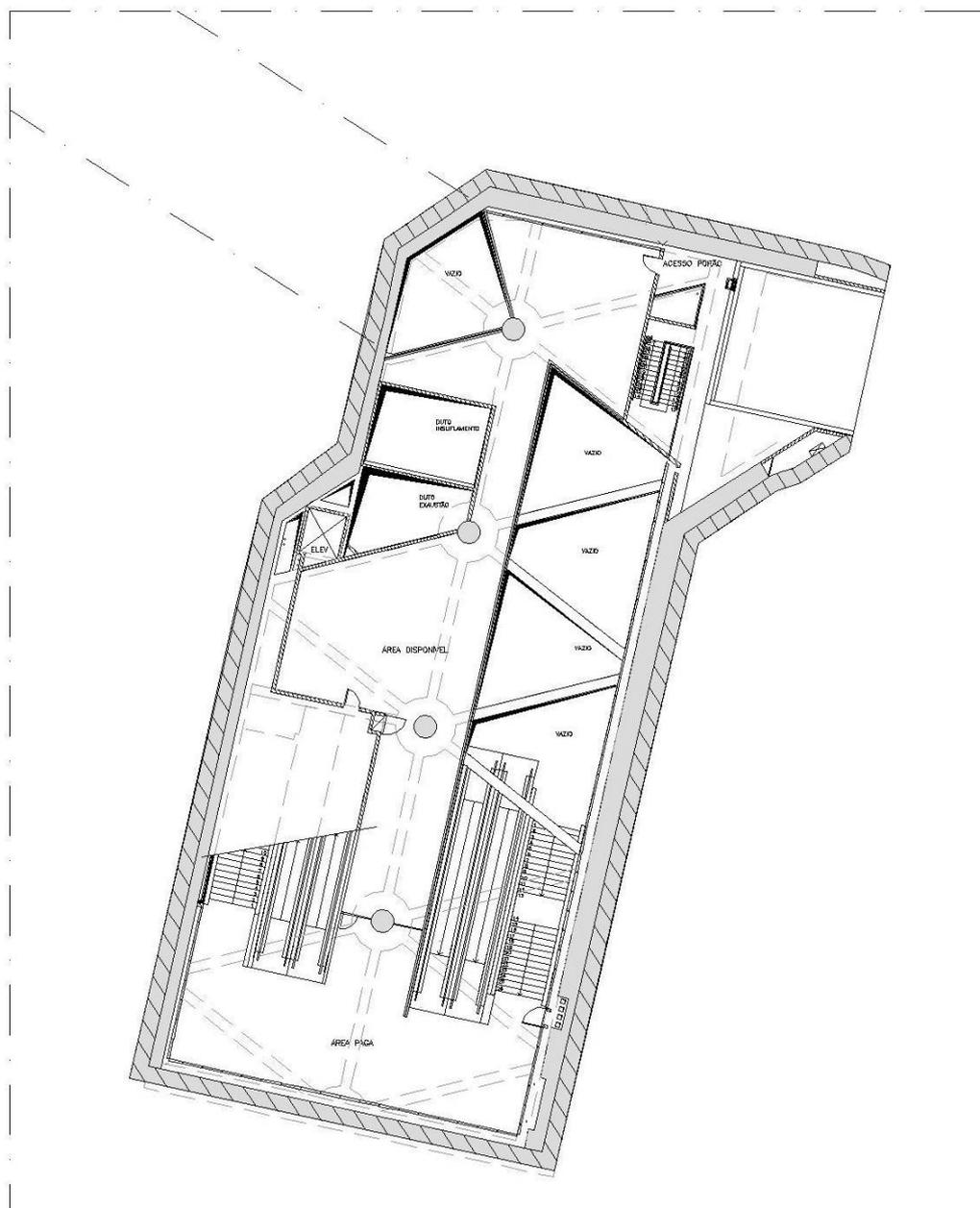


Figura 8.7 – Planta pavimento intermediário.

#### 8.5.2.1 Materiais de acabamento

A tabela 8.2 apresenta alguns materiais de acabamento utilizados em pisos e paredes deste pavimento.

Tabela 8.2 – Materiais de acabamento pavimento intermediário.

PISO		PAREDE	
Materiais	Local	Materiais	Local
Granito branco Ceará	Área paga, Área disponível	Painel em fibra de vidro com cimento	Área paga, Área disponível
Granito cinza lavrado com faixa anti-derrapante	Escada fixa	Pastilha de vidro	Área disponível
Cimentado liso	Porão galeria de acesso B	-----	-----
Concreto	Acesso ao porão, Postos de insuflamento e exaustão	-----	-----

### 8.5.3 Mezanino

O mezanino está a -11,84m em relação ao nível do terreno (+5,66m). Este pavimento conta com duas porções: leste e oeste.

Na porção leste (Figura 8.8), que fica abaixo do acesso e intermediário, estão os sanitários públicos feminino e masculino, depósito, sanitários feminino e masculino para funcionários, lixo, estar pessoal, refeitório, DML, sala de bombas, sala de ventilação, dutos de insuflamento e exaustão, elevador, acesso ao porão de cabos.

A porção leste é ligada à porção oeste através de uma galeria de interligação com 90m de comprimento. Por ter uma distância longa, esta galeria possui duas esteiras rolantes, cada uma com 60m de comprimento, auxiliando assim no percurso para a porção oeste da estação.



encontram a sala de ventilação SSA (subestação auxiliar) /CGE (comando geral da estação) e o pleno de ventilação do diesel.

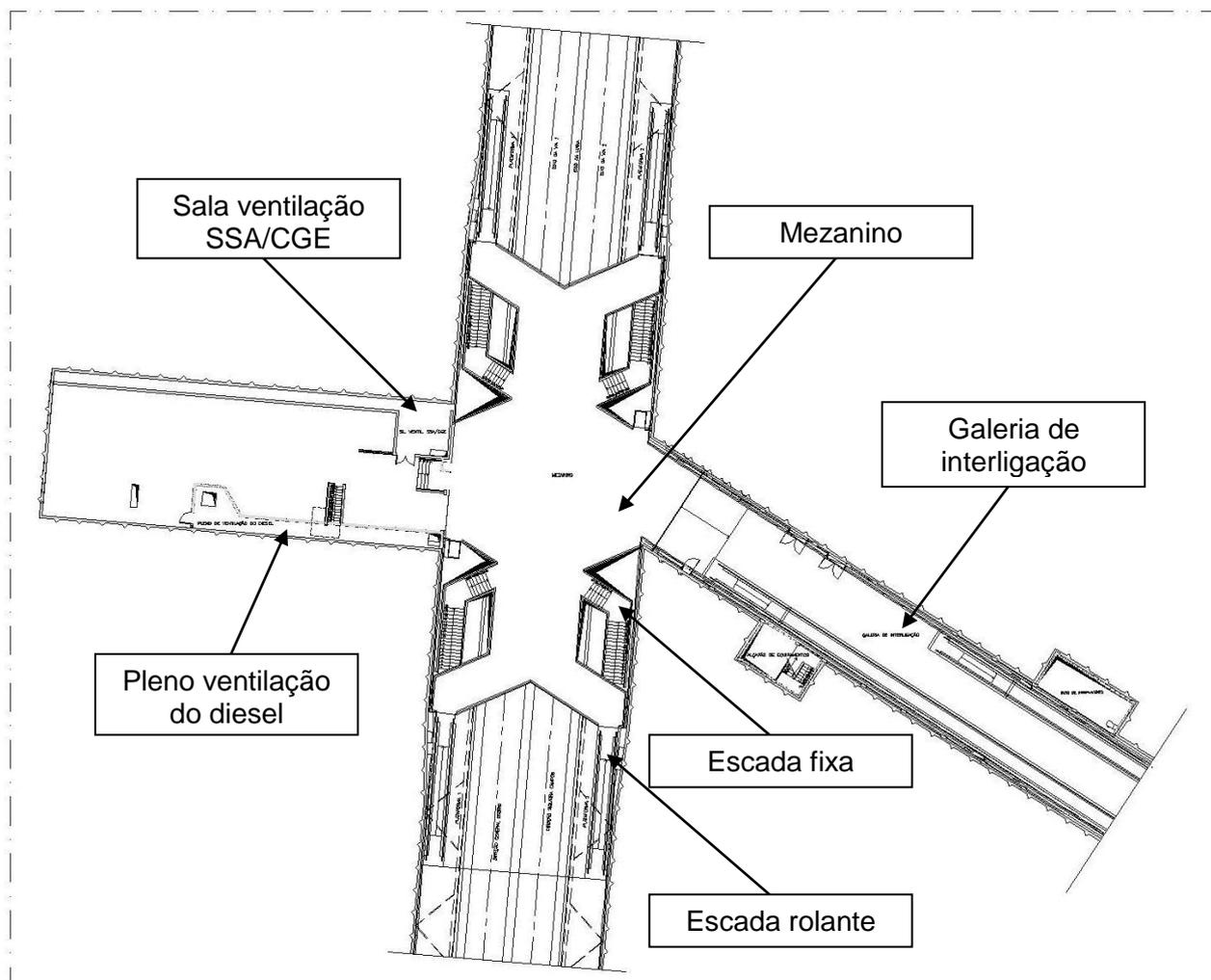


Figura 8.9 – Planta nível mezanino (porção oeste).

### 8.5.3.1 Materiais de acabamento

A tabela 8.3 apresenta alguns materiais de acabamento utilizados em pisos e paredes deste pavimento.

Tabela 8.3 – Materiais de acabamento nível mezanino.

PISO		PAREDE	
Materiais	Local	Materiais	Local
Granito branco Ceará	Área paga, Galeria de interligação, Mezanino	Painel em fibra de vidro com cimento	Área paga, Galeria de interligação, Mezanino
Granito cinza lavrado com faixa anti-derrapante	Escada fixa	Azulejo branco	Refeitório, DML, Lixo, Sanitários feminino e masculino para público e funcionários, Sanitários PCR, Depósito
Cimentado liso	Pleno de salas técnicas, Sala de ventilação/CGE, Pleno ventilação diesel	Pastilhas de vidro	Área paga
Concreto de alta resistência	Circulação, Refeitório, Estar pessoal, DML, Lixo, Sanitários feminino e masculino para público e funcionários, Sanitários PCR, Depósito	-----	-----

### 8.5.4 Plataforma

Este pavimento está a -16,39m em relação ao nível do terreno (+5,66) e possui duas plataformas laterais, e ao final delas, estão as plataformas de serviço, utilizadas apenas por funcionários.

Neste pavimento (Figura 8.10) se encontram as salas técnicas da estação: baterias, CGE (comando geral da estação), SSA (subestação auxiliar), gerador diesel, tanque diesel, CO<sub>2</sub>, sanitário masculino para funcionários, DML, lixo, e ventilação.

Abaixo da plataforma, estão o canal de cabos (-18,81m) e o porão do canal de cabos (-21,16m).

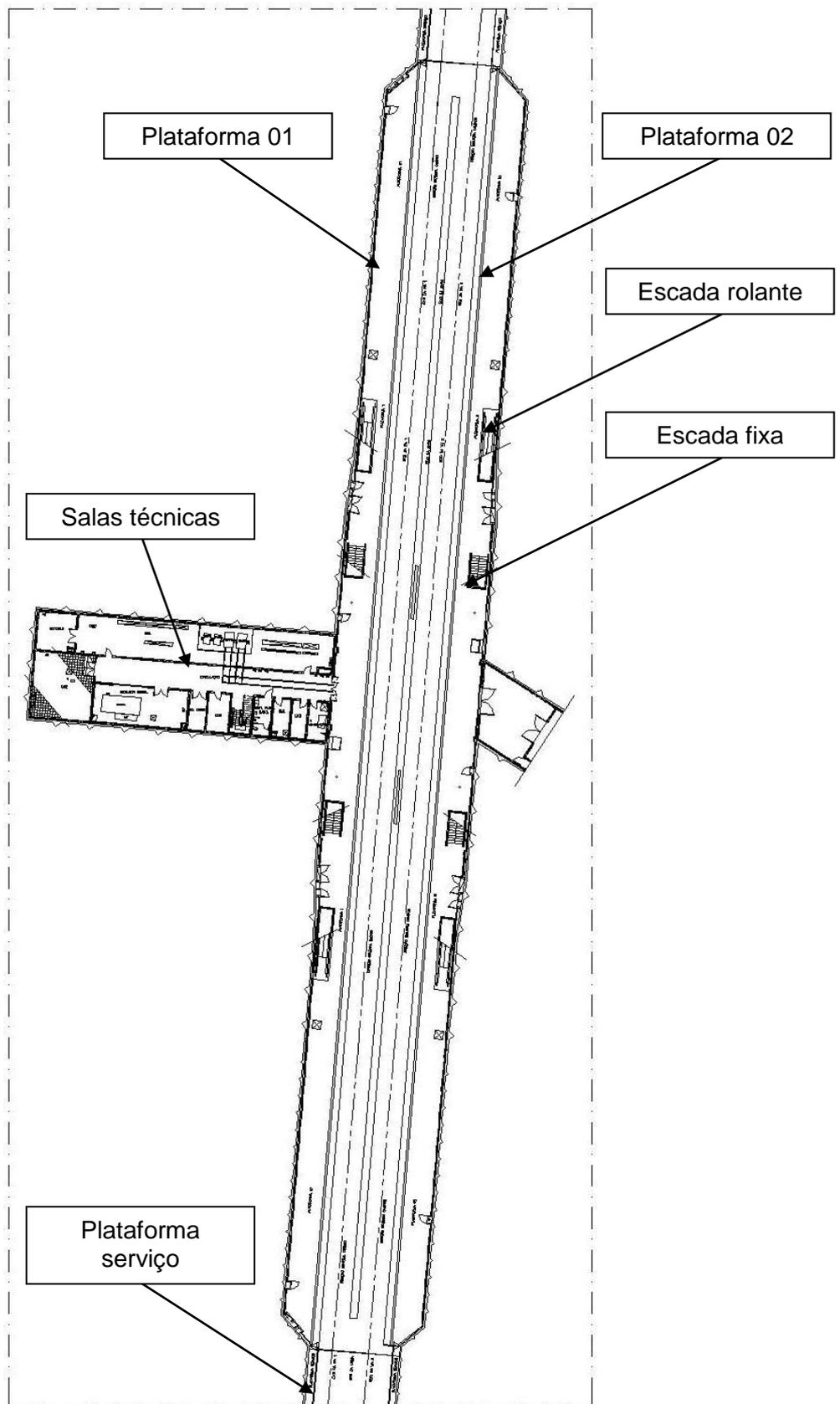


Figura 8.10 – Planta nível plataforma.

### 8.5.4.1 Materiais de acabamento

A tabela 8.4 apresenta alguns materiais de acabamento utilizados em pisos e paredes deste pavimento.

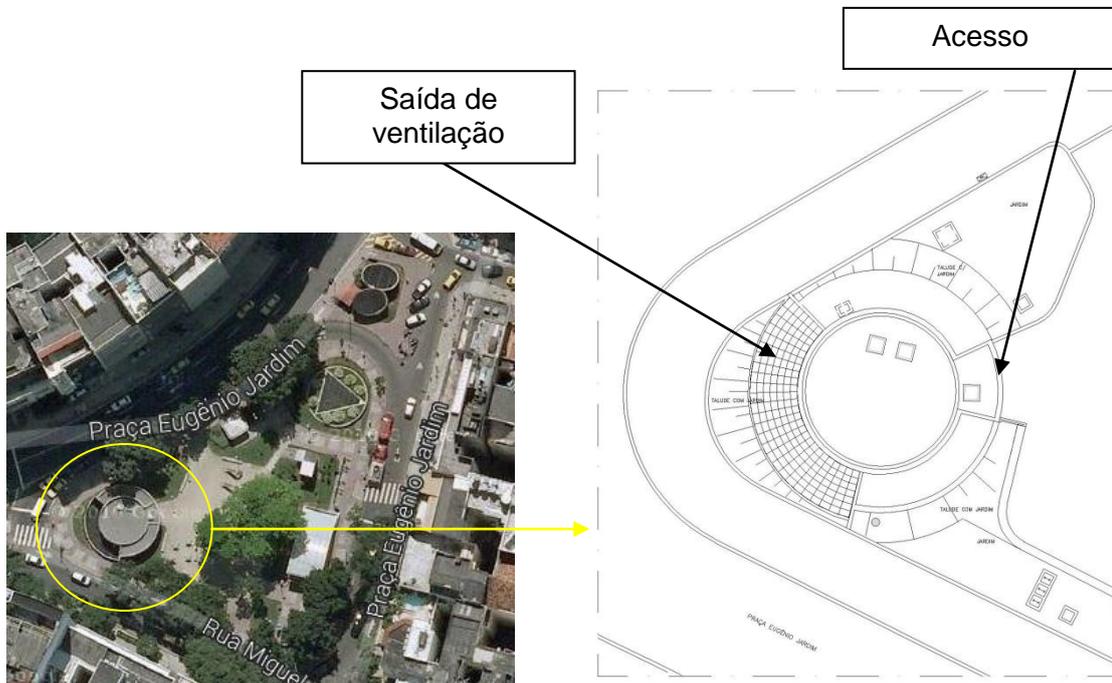
Tabela 8.4 – Materiais de acabamento nível plataforma.

PISO		PAREDE	
Materiais	Local	Materiais	Local
Granito branco Ceará	Plataformas 1 e 2	Painel em fibra de vidro com cimento	Plataformas 1 e 2
Granito cinza lavrado espessura=5cm	Bordas das plataformas 1 e 2	Azulejo branco	Baterias, DML, Lixo
Granito cinza lavrado com faixa anti-derrapante	Escadas fixas	Revestimento acústico em placas de madeira mineralizada	Diesel
Ladrilho hidráulico com acabamento texturizado podotatil	Plataformas 1 e 2	-----	-----
Placa vinílica lisa sobre piso elevado	CGE	-----	-----
Concreto de alta resistência	Circulação, SSA, Diesel, Sala de painéis, Tanque diesel, CO2, Sanitário masculino p/ funcionários, DML, Lixo	-----	-----
Cerâmica anti-ácida	Baterias	-----	-----

### 8.5.5 Saída de emergência

A saída de emergência se dá pela superfície (Figura 8.11), através de um poço circular com 10m de diâmetro chegando a -17,95m de profundidade. Neste poço circular estão também os reservatórios de água, onde os acessos são feitos pela laje do poço, que é impermeabilizada e com inclinação de 1%.

Ao redor de uma parte do poço está a saída de ventilação, coberta por uma grade metálica (Figura 8.12).



Figuras 8.11 e 8.12 – Vista aérea da praça e Planta saída de emergência.

Fontes: Google Maps – Adaptado.

## 9. CONCLUSÃO

A implantação do sistema metropolitano de transporte de massa em uma cidade gera grandes benefícios para a população, uma vez que ele transporta um maior número de passageiros em um menor intervalo de tempo, diminuindo assim o tempo que o usuário leva para chegar ao seu destino e também beneficiando o trânsito das grandes cidades.

Para que essa implantação aconteça, é necessário um grande e minucioso estudo que envolve diversos fatores e disciplinas que influenciam na construção de uma linha de metrô. Um fator determinante é a escolha do método construtivo a ser utilizado, que varia de acordo com as necessidades e condições da área.

A partir da escolha construtiva a ser utilizada, as estações devem ser projetadas de acordo com as condições de cada método, devendo obedecer as normas e critérios necessários para que o sistema funcione de forma eficiente.

O projeto bem elaborado de uma estação, influencia muito no funcionamento do sistema como um todo, pois a estação tem a função de conduzir o usuário da plataforma até a via pública e vice-versa.

## 10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CERELLO, Luiz; REDAELLI, Leandro Lorenzo. **Escavações**, Geologia de Engenharia, São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998.

CRUZ, H. J. V. **O Metrô e a sua via em superfície**. Companhia Metropolitana de São Paulo. São Paulo, 1982.

CURY, K. **Métodos Construtivos para obras subterrâneas**. Companhia Metropolitana de São Paulo. São Paulo, 1978.

COUTINHO JÚNIOR Aluísio de Abreu *et al.* Os desafios do túnel de acesso da estação Cantagalo, Metrô do Rio de Janeiro. **33º Congresso Internacional de Túneis**. Rio de Janeiro, 98p – 102p, 2007.

KUGUELLE, Alexandre Bocchio. **Método construtivo no sistema metroviário de São Paulo – Ênfase para o método de couraça – shield**. Monografia (Graduação) – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo: 2004. 97p.

LEITE, R. L. L. **Engenharia**. Critérios para a escolha dos métodos construtivos adotados no projeto básico da linha 4 – amarela. São Paulo, nº 564 2004.

QUINTELLA, Marcus. **As cidades clamam por transporte público**. XXI Fórum Nacional – Na crise global. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <http://www.forumnacional.org.br/pub/ep/EP0321.pdf>. Acesso em Junho/2014.

RIBEIRO, José Tomaz de Brito. **A Cidade nos trilhos – 2º Concurso de Monografia**. CBTU, 2006.

**Arte no Metrô de Estocolmo**. Disponível em: <<http://www.eliane.com/blog/arte-no-metro-de-estocolmo>> Acesso em Junho/2014.

**Estação de Metrô José Cândido da Silveira.** Disponível em:

<<http://wikimapia.org/319298/pt/Esta%C3%A7%C3%A3o-de-Metr%C3%B4-Jos%C3%A9-Candido-da-Silveira>> Acesso em Junho/2014.

**Estação Uruguai.** Disponível em:

<[http://www.metrorio.com.br/Estacoes?p\\_ponto=8](http://www.metrorio.com.br/Estacoes?p_ponto=8)> Acesso em Junho/2014.

Estação Cantagalo. Disponível em:

[http://www.metrorio.com.br/Estacoes?p\\_ponto=26](http://www.metrorio.com.br/Estacoes?p_ponto=26) Acesso em Junho/2014.

MEDEIROS Heloísa. **Engenharia Subterrânea.** Técnica, 2006. Disponível em:

<<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/107/artigo287064-1.aspx>> Acesso em Junho/2014.

**Método invertido – Cut and Cover.** Disponível em:

<<http://www.metro.sp.gov.br/index.aspx?aspxerrorpath=/tecnologia/construcao/subterraneo.aspx>> Acesso em Junho/2014.

NATAL, Lilian. **Estação da Luz,** 2014. Disponível em:

<<http://www.cidadedesaopaulo.com/sp/br/o-que-visitar/186-estacao-da-luz>>

Acesso em Junho/2014.

O Metrô Subterrâneo. **Trincheiras ou VCA.** Disponível em:

<<http://www.metro.sp.gov.br/index.aspx?aspxerrorpath=/tecnologia/construcao/subterraneo.aspx>> Acesso em Junho/2014.

O metrô subterrâneo. **Túneis mineiros (NATM).** Disponível em:

<[http://www.metro.sp.gov.br/construcao\\_civil/subterraneo/tesubterraneo.shtml](http://www.metro.sp.gov.br/construcao_civil/subterraneo/tesubterraneo.shtml)>

Acesso em Junho/2014.

ROCHA, Ana Paula. **Obras da estação de metrô Liberdade avançam em Novo Hamburgo.** Pini Web, 2010. Disponível em:

<http://piniweb.pini.com.br/construcao/infra-estrutura/obras-da-estacao-de-metro-liberdade-avancam-em-novo-hamburgo-174206-1.aspx>> Acesso em Junho/2014.

**Top 10: as mais belas estações de metrô.** Casa Vogue, 2012. Disponível em: <http://casavogue.globo.com/Arquitetura/noticia/2012/03/top-10-mais-belas-estacoes-de-metro.html>> Acesso em: Junho/2014.

VIEIRA, Flávio Augusto Moreira. **Execução de túneis em NATM (*New Austrian Tunneling Method*) para obras de saneamento.** Monografia (Graduação) – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2003. 86p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050:2004 – Acessibilidade e edificações, mobiliário, espaço e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14021:2005 – Transporte – Acessibilidade no sistema de trem urbano ou metropolitano. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 313:2007 – Elevadores de passageiros – Requisitos de segurança para construção e instalação – Requisitos particulares para a acessibilidade das pessoas, incluindo pessoas com deficiência. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11742:2003 – Porta corta-fogo para saída de emergência. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 207:1999 – Elevadores elétricos de passageiros – Requisitos de segurança para construção e instalação. Rio de Janeiro, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9077:2001 – Saídas de emergência em edifícios. Rio de Janeiro, 2001.

NORMA REGULAMENTADORA DO MINISTÉRIO DO TRABALHO NR 23 –  
Proteção contra incêndio. 2011.

NORMA REGULAMENTADORA DO MINISTÉRIO DO TRABALHO NR 24 –  
Condições sanitárias e de conforto nos locais de trabalho. 1993.

National Fire Protections Association – 101 – Life Safety Code. EUA, 2012.

National Fire Protections Association – 130 – Fixed Guideway for Transit and  
Passenger Rail System. EUA, 2014.