

- **Estação Orfanato**

A estação está situada na confluência da Rua Cananéia com a Av. Vila Ema, entre os bairros V. Santa Tereza e Parque Sevilha, no Distrito Vila Prudente, distando cerca de 882 metros da Estação Vila Prudente.

A Funcionalidade desta estação se baseia no atendimento aos corredores Av. Vila Ema, Rua do Orfanato e Rua do Oratório, além das demandas lindeiras.

As Figuras 7.3.1.3-2 e 7.3.1.3-3 mostradas adiante ilustram, respectivamente (i) o lay-out básico da Estação Orfanato e sua respectiva localização referencial e (ii) Planta Básica e Seções/Cortes Transversais.



Figura 7.3.1.3-2: Fotomontagem do lay-out básico da Estação Orfanato e respectiva localização referencial.

CODIGO: RT - 15.00.00.00/1Y1-001	EMIÇÃO: 10/09/2012	Folha: 98
APROVAÇÃO: / /	VERIFICAÇÃO: / /	REVISÃO: B

Inserir:

Figura 7.3.1.3-3 – Planta e Seção Transversal – Estação Orfanato

CODIGO: RT - 15.00.00.00/1Y1-001	EMISSÃO: 10/09/2012	Folha: 99
APROVAÇÃO: / /	VERIFICAÇÃO: / /	REVISÃO: B

- **Estação Água Rasa**

A Estação Água Rasa situa-se na confluência das avenidas Sapopemba e Adutora do Rio Claro, entre Vila Celeste e Vila Diva, no Distrito de Água Rasa. Dista da Estação Orfanato cerca de 1.186 metros.

Sua funcionalidade se expressa a partir do atendimento aos corredores Av. Sapopemba e Rua do Orfanato, importantes eixos de ligação utilizados pelo transporte coletivo por ônibus, assim como ao atendimento da demanda lindeira.

Esta estação deverá receber um Terminal de Integração para abrigar linhas de ônibus provenientes desses corredores.

As Figuras 7.3.1.3-4 e 7.3.1.3-5 mostradas adiante ilustram, respectivamente (i) o lay-out básico da Estação Água Rasa e sua respectiva localização referencial e (ii) Planta Básica e Seções/Cortes Transversais.



Figura 7.3.1.3-4: Fotomontagem do lay-out básico da Estação Água Rasa e respectiva localização referencial.

CODIGO: RT - 15.00.00.00/1Y1-001	EMIÇÃO: 10/09/2012	Folha: 100
APROVAÇÃO: / /	VERIFICAÇÃO: / /	REVISÃO: B

Inserir:

Figura 7.3.1.3-5 – Planta e Seção Transversal – Estação Água Rasa

CODIGO: RT - 15.00.00.00/1Y1-001	EMISSÃO: 10/09/2012	Folha: 101
APROVAÇÃO: / /	VERIFICAÇÃO: / /	REVISÃO: B

- **Estação Anália Franco**

A Estação Anália Franco estará localizada em quadras situadas entre as avenidas Regente Feijó e Vereador Abel Ferreira e Rua Eng.º Cestari, defronte ao Shopping Anália Franco, no bairro Jardim Anália Franco, Distrito Tatuapé. Dista da Estação Água Rasa cerca de 1.258 metros.

A funcionalidade desta estação se baseia principalmente no atendimento aos corredores Regente Feijó e Vereador Abel Ferreira, que se articulam com a Av. Salim Farah Maluf, e permitem a acessibilidade dos bairros periféricos situados a leste da estação.

Ela Proporcionará conexão com a rede metroviária através da integração com a Linha 6-Laranja, no trecho São Joaquim-Cidade Líder.

As Figuras 7.3.1.3-6 e 7.3.1.3-7 mostradas adiante ilustram, respectivamente (i) o lay-out básico da Estação Anália Franco e sua respectiva localização referencial e (ii) Planta Básica e Seções/Cortes Transversais.



Figura 7.3.1.3-6: Fotomontagem do lay-out básico da Estação Anália Franco e respectiva localização referencial.

Inserir:

Figura 7.3.1.3-7 – Planta e Seção Transversal – Estação Anália Franco

CODIGO: RT - 15.00.00.00/1Y1-001	EMISSÃO: 10/09/2012	Folha: 103
APROVAÇÃO: / /	VERIFICAÇÃO: / /	REVISÃO: B

Inserir:

Figura 7.3.1.3-9 – Planta e Seção Transversal – Estação Vila Formosa

CODIGO: RT - 15.00.00.00/1Y1-001	EMISSÃO: 10/09/2012	Folha: 105
APROVAÇÃO: / /	VERIFICAÇÃO: / /	REVISÃO: B

- **Estação Guilherme Giorgi**

A Estação Guilherme Giorgi foi situada na confluência da Av. Guilherme Giorgi com a Rua Bartolomeu Dias, no bairro Jardim Têxtil, distrito Carrão. Dista da Estação Vila Formosa cerca de 1.200 metros.

Sua funcionalidade está associada ao atendimento à demanda lindeira, em uma região alta onde se concentram os mais novos lançamentos imobiliários verticalizados. A área ao lado da futura estação, a antiga fábrica Cotonifício Guilherme Giorgi, está prevista para abrigar uma instituição de ensino superior.

As Figuras 7.3.1.3-10 e 7.3.1.3-11 mostradas adiante ilustram, respectivamente (i) o lay-out básico da Estação Guilherme Giorgi e sua respectiva localização referencial e (ii) Planta Básica e Seções/Cortes Transversais.



Figura 7.3.1.3-10: Fotos das áreas a serem ocupadas pela implantação da estação Guilherme Giorgi e respectiva localização referencial.

Inserir:

Figura 7.3.1.3-11 – Planta e Seção Transversal – Estação Guilherme Giorgi

CODIGO: RT - 15.00.00.00/1Y1-001	EMISSÃO: 10/09/2012	Folha: 107
APROVAÇÃO: / /	VERIFICAÇÃO: / /	REVISÃO: B

- **Estação Nova Manchester**

A Estação Nova Manchester foi situada na confluência da Av. Guilherme Giorgi com a Av. Conselheiro Carrão, no bairro Vila Nova Manchester, distrito Carrão. Dista da Estação Guilherme Giorgi cerca de 860 metros.

Sua funcionalidade está associada ao atendimento ao corredor da Av. Conselheiro Carrão, importante eixo de ligação entre a região de Cidade Líder e o bairro Tatuapé, penetrando nas cercanias da Av. Celso Garcia, corredor muito utilizado pelo transporte coletivo, além de se caracterizar como centralidade linear. Além disso, deve atender à demanda lindeira.

As Figuras 7.3.1.3-12 e 7.3.1.3-13 mostradas adiante ilustram, respectivamente (i) o lay-out básico da Estação Nova Manchester e sua respectiva localização referencial e (ii) Planta Básica e Seções/Cortes Transversais.

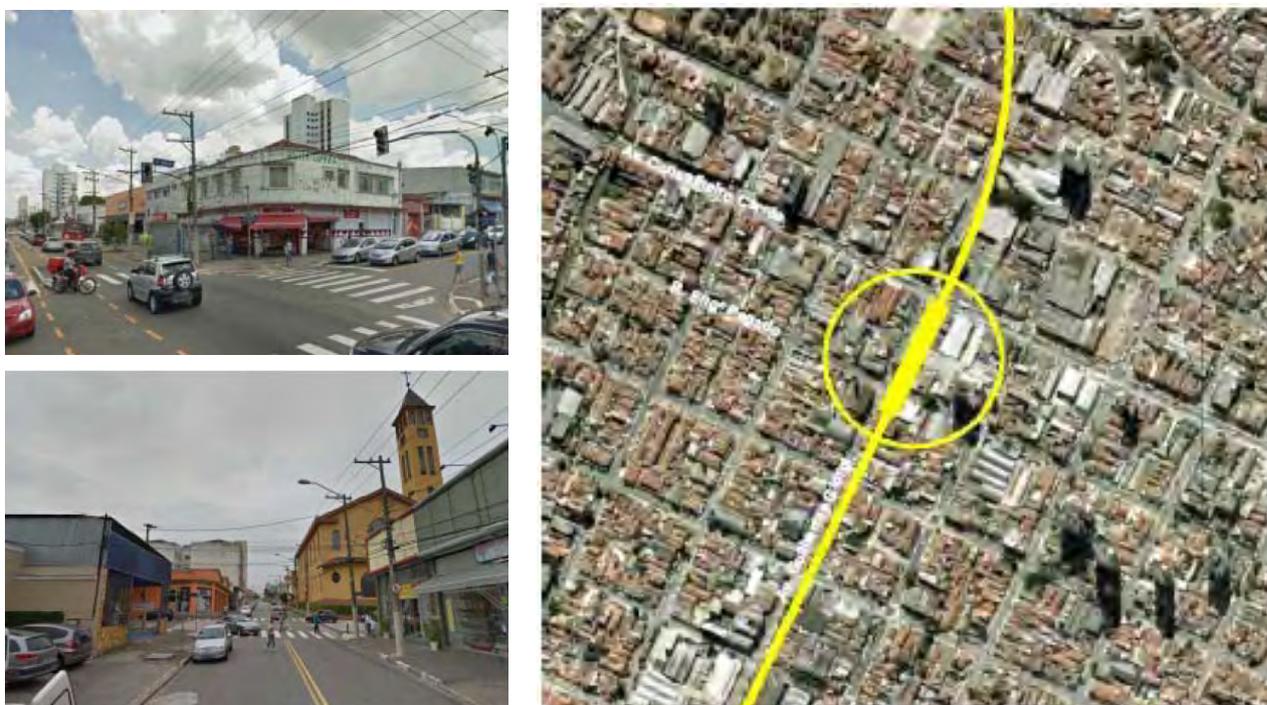


Figura 7.3.1.3-12: Fotos das áreas a serem ocupadas pela implantação da Estação Nova Manchester e respectiva localização referencial.

Inserir:

Figura 7.3.1.3-13 – Planta e Seção Transversal – Estação Nova Manchester

CODIGO: RT - 15.00.00.00/1Y1-001	EMISSÃO: 10/09/2012	Folha: 109
APROVAÇÃO: / /	VERIFICAÇÃO: / /	REVISÃO: B

- **Estação Aricanduva**

A Estação Aricanduva foi situada na confluência da Av. Aricanduva com a Rua Tenente Coronel Soares Neiva, no bairro Vila Aricanduva, Distrito Vila Matilde e dsita da Estação Nova Manchester cerca de 917 metros.

Sua funcionalidade está associada ao atendimento ao corredor da Av. Aricanduva, importante eixo de ligação entre a região de São Mateus e Cidade Líder com os bairros Vila Matilde e Penha, sendo corredor muito utilizado pelo transporte coletivo, além de se caracterizar como centralidade linear com grandes shoppings e supermercados.

Receberá um terminal para integração de linhas de ônibus, tendo como função adicional atender à demanda lindeira.

As Figuras 7.3.1.3-14 e 7.3.1.3-15 mostradas adiante ilustram, respectivamente (i) o lay-out básico da Estação Aricanduva e sua respectiva localização referencial e (ii) Planta Básica e Seções/Cortes Transversais.

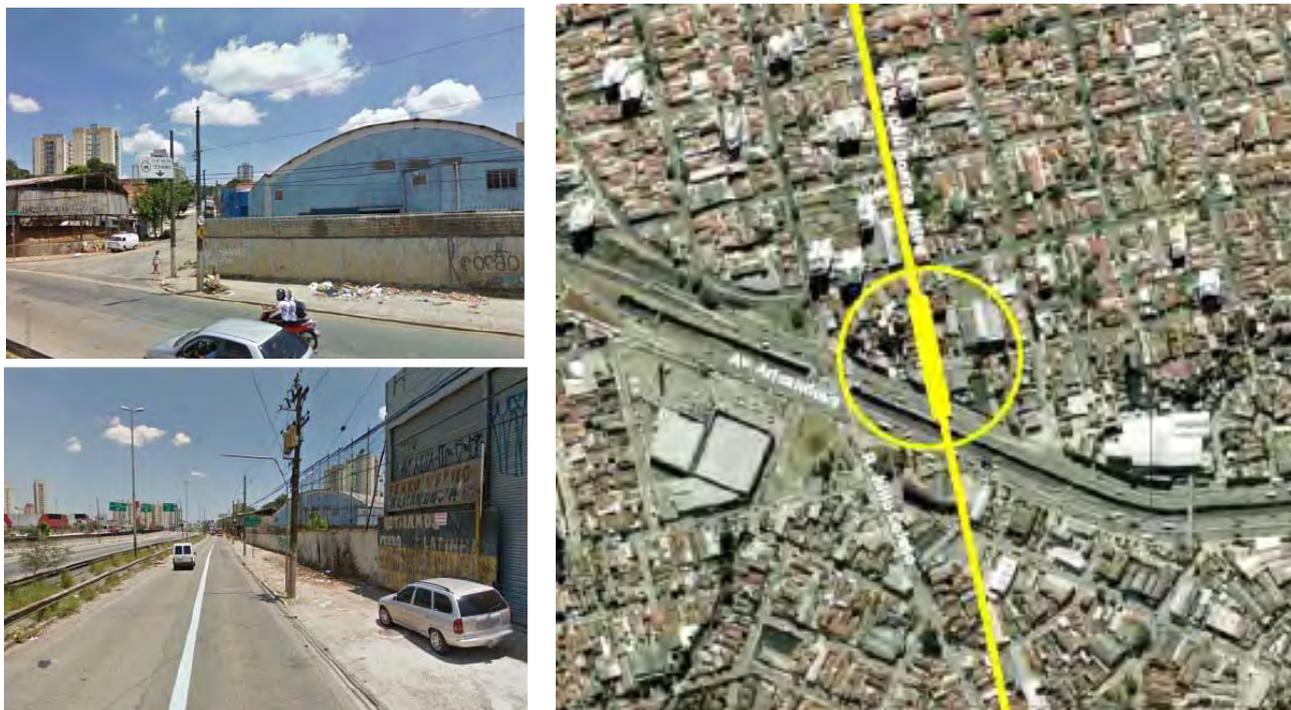


Figura 7.3.1.3-14: Fotos das áreas a serem ocupadas pela implantação da Estação Aricanduva e respectiva localização referencial.

Inserir:

Figura 7.3.1.3-15 – Planta e Seção Transversal – Estação Aricanduva

CODIGO: RT - 15.00.00.00/1Y1-001	EMIÇÃO: 10/09/2012	Folha: 111
APROVAÇÃO: / /	VERIFICAÇÃO: / /	REVISÃO: B

- **Estação Penha**

A Estação Penha foi posicionada junto à estação do mesmo nome, da Linha 3-Vermelha e dista da Estação Aricanduva cerca de 801 metros.

Sua funcionalidade está reforçada pela integração com a Linha 3-Vermelha, além da integração com as linhas de ônibus que tem ponto final no terminal existente. Além disso, deve atender à demanda lindeira.

As Figuras 7.3.1.3-16 e 7.3.1.3-17 mostradas adiante ilustram, respectivamente (i) o lay-out básico da Estação Penha e sua respectiva localização referencial e (ii) Planta Básica e Seções/Cortes Transversais.



Figura 7.3.1.3-16: Fotomontagem do lay-out básico da Estação Penha e respectiva localização referencial.

Inserir:

Figura 7.3.1.3-17 – Planta e Seção Transversal – Estação Penha

CODIGO: RT - 15.00.00.00/1Y1-001	EMISSÃO: 10/09/2012	Folha: 113
APROVAÇÃO: / /	VERIFICAÇÃO: / /	REVISÃO: B

- **Estação Penha de França**

A Estação Penha de França foi posicionada no cruzamento da Av. Amador Bueno da Veiga com Rua Padre João, à Praça Micaela Vieira, bairro Penha, distrito de mesmo nome. Dista da Estação Penha cerca de 1.130 metros.

Sua funcionalidade se justifica pelo atendimento aos corredores de Transporte coletivo das avenidas Penha de França/Cangaíba e Amador Bueno da Veiga, além de atender à demanda lindeira.

As Figuras 7.3.1.3-18 e 7.3.1.3-19 mostradas adiante ilustram, respectivamente (i) o lay-out básico da Estação Penha de França e sua respectiva localização referencial e (ii) Planta Básica e Seções/Cortes Transversais.



Figura 7.3.1.3-19: Fotos das áreas a serem ocupadas pela implantação da Estação Penha de França e respectiva localização referencial.

Inserir:

Figura 7.3.1.3-19 – Planta e Seção Transversal – Estação Penha de França

CODIGO: RT - 15.00.00.00/1Y1-001	EMISSÃO: 10/09/2012	Folha: 115
APROVAÇÃO: / /	VERIFICAÇÃO: / /	REVISÃO: B

- **Estação Tiquatira**

A Estação Tiquatira foi posicionada junto à Linha 12-Safira, da CPTM, para possibilitar a conexão com este sistema de alta capacidade. Neste local será construída uma nova estação de trem, assim como um terminal multimodal para a integração com o sistema ônibus. Dista da Estação Penha de França cerca de 895 metros.

Sua funcionalidade se justifica pela integração multimodal com o transporte coletivo por ônibus e trem, além de atender à demanda lindeira, visto que nas redondezas existem vários edifícios residenciais da CDHU. Junto a esta estação existem importantes equipamentos públicos, como o CEU Tiquatira e uma unidade de ETEC.

As Figuras 7.3.1.3-20 e 7.3.1.3-21 mostradas adiante ilustram, respectivamente (i) o lay-out básico da Estação Tiquatira e sua respectiva localização referencial e (ii) Planta Básica e Seções/Cortes Transversais.



Figura 7.3.1.3-20: Fotomontagem do lay-out básico da Estação Tiquatira e respectiva localização referencial.

Inserir:

Figura 7.3.1.3-21 – Planta e Seção Transversal – Estação Tiquatira

CODIGO: RT - 15.00.00.00/1Y1-001	EMIÇÃO: 10/09/2012	Folha: 117
APROVAÇÃO: / /	VERIFICAÇÃO: / /	REVISÃO: B

- **Estação Paulo Freire**

A Estação Paulo Freire foi posicionada em área situada entre a Avenida Paulo Freire e a Av. Marginal Tietê, junto ao Rio Cabuçu. Neste local será construído um terminal multimodal para a integração de ônibus intermunicipais. Esta estação dista da Estação Tiquatira cerca de 945 metros.

Sua funcionalidade se justifica pela integração multimodal com o transporte coletivo por ônibus intermunicipais, além de estar próxima à Rodovia Fernão Dias. Deve atender também demanda lindeira, visto que nas redondezas existem vários edifícios residenciais da CDHU, além de área para expansão dos seus programas habitacionais.

As Figuras 7.3.1.3-22 e 7.3.1.3-23 mostradas adiante ilustram, respectivamente (i) o lay-out básico da Estação Paulo Freire e sua respectiva localização referencial e (ii) Planta Básica e Seções/Cortes Transversais.



Figura 7.3.1.3-22: Fotos das áreas a serem ocupadas pela implantação da Estação Paulo Freire e respectiva localização referencial.

CODIGO: RT - 15.00.00.00/1Y1-001	EMISSÃO: 10/09/2012	Folha: 118
APROVAÇÃO: / /	VERIFICAÇÃO: / /	REVISÃO: B

Inserir:

Figura 7.3.1.3-23 – Planta e Seção Transversal – Estação Paulo Freire

CODIGO: RT - 15.00.00.00/1Y1-001	EMISSÃO: 10/09/2012	Folha: 119
APROVAÇÃO: / /	VERIFICAÇÃO: / /	REVISÃO: B

- **Estação Dutra**

A Estação Dutra foi prevista para ocupar uma área situada na confluência das avenidas Conceição e Cerejeiras, no bairro Jardim Japão, Distrito Vila Maria. Neste local será construído um terminal multimodal para a integração de ônibus municipais. Dista da Estação Paulo Freire cerca de 1.822 metros.

Sua funcionalidade está embasada pela conexão com a Linha 19-Celeste, Água Espraiada-Guarulhos (Metrô), prevista na Rede Futura do Metrô, assim como pela integração multimodal com o transporte coletivo por ônibus. Deve receber um terminal de integração.

As Figuras 7.3.1.3-24 e 7.3.1.3-25 mostradas adiante ilustram, respectivamente (i) o lay-out básico da Estação Dutra e sua respectiva localização referencial e (ii) Planta Básica e Seções/Cortes Transversais.

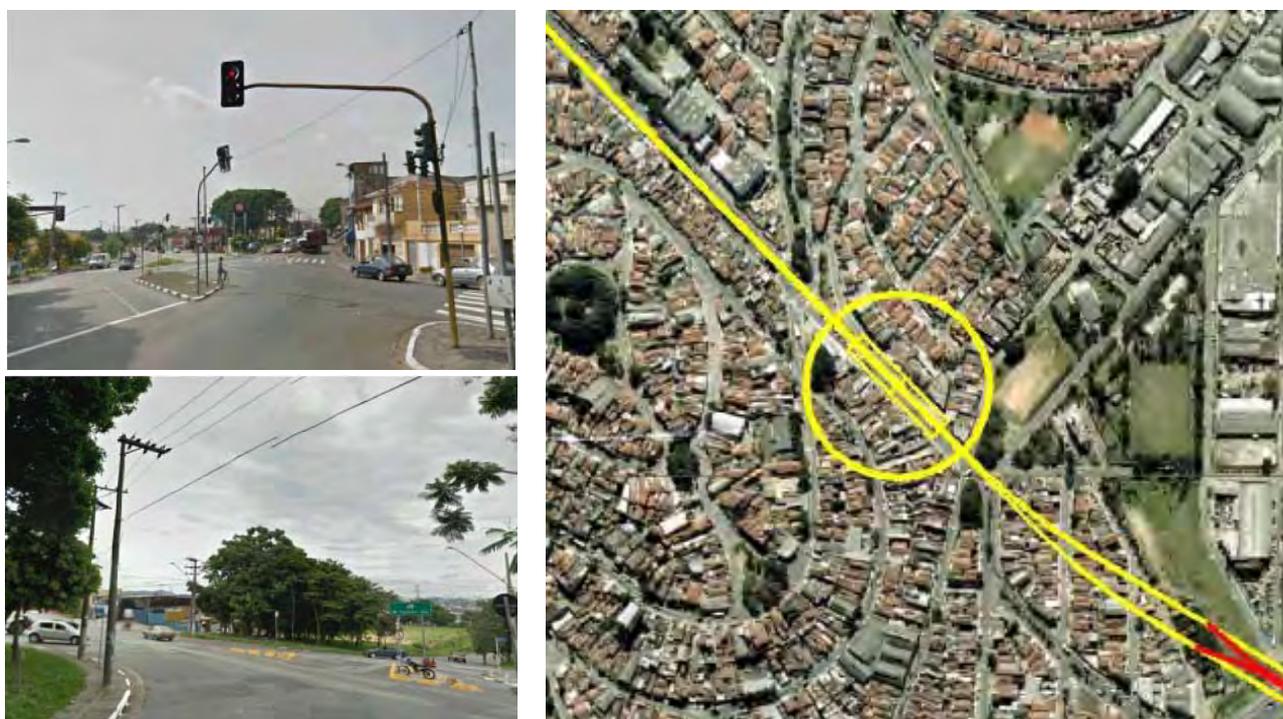


Figura 7.3.1.3-24: Fotos das áreas a serem ocupadas pela implantação da Estação Dutra e respectiva localização referencial.

Inserir:

Figura 7.3.1.3-25 – Planta e Seção Transversal – Estação Dutra

CODIGO: RT - 15.00.00.00/1Y1-001	EMISSÃO: 10/09/2012	Folha: 121
APROVAÇÃO: / /	VERIFICAÇÃO: / /	REVISÃO: B

7.3.1.4) Equipamentos Associados

Este tema apresenta uma dimensão ampla, que abrange aspectos de uma política urbanística da Região Metropolitana de São Paulo, para a qual o Metrô pode contribuir, mas que envolve outros órgãos de governo, principalmente do município, bem como de uma política comercial, de exploração das áreas remanescentes e das instalações próprias, neste caso na competência da CMSP.

Neste contexto, o projeto funcional da extensão da Linha 15 - Branca indicou sugestões e recomendações de ordem geral para os equipamentos associados, classificando-os em três grupos:

- equipamentos de integração modal;
- equipamentos urbanos de caráter social; e
- equipamentos de caráter comercial / serviços.

Nas próximas fases de projeto básico e executivo serão melhor definidas, em contatos com órgãos diversos, as possíveis alternativas a esses projetos em cada estação.

⇒ Equipamentos de integração modal

Referem-se aos equipamentos complementares e indispensáveis às estações de metrô, para que o mesmo se articule adequadamente com o sistema de transporte e ao tecido urbano da região onde se insere, podendo-se destacar:

- ✓ Estações de Integração Intermodal, com os sistemas de ônibus (municipal/SPTTrans e intermunicipal/EMTU);
- ✓ Estacionamentos para autos;
- ✓ Bicicletários;
- ✓ Plataformas de embarque / desembarque para autos e táxis.

O projeto funcional da extensão da Linha 15 – Branca definiu os seguintes equipamentos de integração intermodal para as estações:

- Estações de integração, onde ocorre o seccionamento completo de linhas de ônibus (linhas alimentadoras);
 - Estação Aricanduva;
 - Estação Penha (existente);
 - Estação Tiquatira.
- Estações de transferência, onde ocorre a operação de linhas de passagem e, eventualmente, linhas com retorno de algumas viagens:
 - Estação Água Rasa;
 - Estação Vila Formosa.
- Estacionamento para automóveis:
 - Estação Anália Franco.
- Bicicletário e baia para embarque / desembarque de passageiro de auto (todas as estações):
 - Estação Orfanato;
 - Estação Água Rasa;
 - Estação Anália Franco;

- Estação Vila Formosa;
- Estação Guilherme Giorgi;
- Estação Nova Manchester;
- Estação Aricanduva;
- Estação Penha;
- Estação Penha de França;
- Estação Tiquatira;
- Estação Paulo Freire;
- Estação Dutra.

⇒ Equipamentos urbanos de caráter social

Referem-se aos equipamentos urbanos no qual o caráter de atendimento social vem complementar e amplificar os resultados da implantação de uma linha de metrô. São eles identificados com as carências regionais e, no caso presente, podem assim ser listados, sem, contudo, esgotar o rol de possibilidades: Poupa Tempo; Escolas de Ensino Técnico: Fatec, Etecs, Senai ou outras; Creches; Unidades de Saúde Pública; e Habitação Social.

Para estes equipamentos urbanos de cunho ou caráter mais social recomenda-se abrir o Projeto a outros agentes públicos e entidades de classe dos vários setores de interesse, por exemplo: educação, saúde, desenvolvimento, habitação e cultura, para que se reúnam no âmbito inter-secretarias estaduais e municipais, objetivando a preparação e fixação de uma agenda de ações e compromissos. Isso permitirá que cada agente envolvido possa tomar suas providências para reserva de áreas para os equipamentos e incluí-los nos seus programas de investimento dentro dos horizontes de implantação do metrô.

Os estudos indicam as seguintes estações para este tipo de empreendimento:

- Estação Água Rasa;
- Estação Aricanduva; e
- Estação Tiquatira.

⇒ Equipamentos de caráter comercial

São Empreendimentos Associados que participam complementarmente das fontes de recursos na implantação do metrô, através de resultados financeiros / contrapartidas de operações urbanas, envolvendo habitação, comércio e serviços, concessões para exploração de serviços com pagamento de outorga, de maneira a contribuir para a redução dos investimentos públicos na obra ou nos equipamentos. São eles os principais: Habitação; Comércio: Shopping Center, Mini-Shopping, Alamedas de Serviços; e Estacionamentos.

Ressalvando o aspecto de estudos mais aprofundados sobre o potencial comercial, indicam-se as seguintes estações para este tipo de Empreendimento Associado:

- Estação Orfanato;
- Estação Anália Franco;
- Estação Vila Formosa;
- Estação Guilherme Giorgi; e
- Estação Aricanduva.

7.3.2) Características Construtivas

7.3.2.1) Métodos Construtivos Possíveis

A escolha do método construtivo conta sempre com a experiência assimilada pelo Metrô na implantação de outras linhas subterrâneas e na execução de obras semelhantes no exterior. Dessa forma, busca otimizar os custos e o cronograma de implantação, devendo ainda conciliar as características geológicas e de superfície, além da viabilidade de implantação de desvios de tráfego.

Os métodos construtivos possíveis de utilização serão plenamente definidos na próxima etapa do projeto básico e executivo, selecionando-se os mais adequados entre aqueles já utilizados, conforme aqui descritos a seguir.

⇒ **Trabalhos em subterrâneo com "Shield"**

A construção de túnel com o uso de máquina "shield" apresenta, entre outras, as seguintes vantagens:

- Rapidez de execução; o avanço da obra é muito superior ao obtido com os métodos tradicionais, resultando em maior controle sobre o prazo global;
- Melhores condições de segurança aos trabalhadores;
- Menores riscos de recalques na superfície; e
- Menores custos de construção, caso haja uma relação vantajosa entre o investimento na máquina "shield" e a distância a perfurar.

Para o desenvolvimento do projeto do perfil longitudinal dos trechos a serem executados em "shield", consideraram-se as seguintes características técnicas:

- Cobertura mínima de um diâmetro nas entradas de estações para limitar a profundidade dos níveis de plataforma, sem necessidade de utilização de tratamentos de solos significativos;
- Aumento da altura de cobertura nos trechos entre as estações para maior controle dos recalques na superfície e do impacto sobre as infraestruturas, da superfície ou subterrâneas.

⇒ **Trabalhos em "cut & cover" ou Vala a Céu Aberto – VCA**

O princípio de aplicação deste método consiste na escavação a céu aberto (em trincheira) de uma área confinada, na qual será construída a obra final em concreto armado, com posterior aterro e recuperação da superfície.

As estações projetadas em "cut & cover" deverão ser construídas utilizando paredes de contenção tipo paredes diafragma de 0,80 a 1,00m de largura, concebidas para suportar pressões hidrostáticas e profundidades de 20m a 30m.

Vantagens:

- Fácil implantação sob o ponto de visto executivo;
- Baixo custo de obra civil;
- Redução do prazo de obra;
- Maior segurança na execução.

Desvantagens:

- Ampla interferência na superfície, implicando em impactos negativos durante a execução das obras e em altos custos de remoção e desvios de redes de utilidade pública;
- Elevados custos de desapropriação quando as obras são executadas em áreas edificadas;
- Elevados custos de rebaixamento do lençol freático no caso de obras realizadas na presença de água.

⇒ **Trabalhos em “cover & cut”**

Este método consiste em cobrir a área da vala antes da escavação, de modo a devolver rapidamente a área da superfície em condições de uso de suas funções urbanas.

A configuração final da estação construída em "cover & cut" apresenta características similares às da solução do tipo "cut & cover" (profundidade limitada, facilidade construtiva das estações), entretanto o custo da obra é mais elevado uma vez que o rendimento de escavação é inferior ao obtido na escavação em vala a céu aberto.

⇒ **Trabalhos em subterrâneo pelo método NATM**

O princípio de execução do "*New Austrian Tunnelling Method*" - NATM consiste na escavação subterrânea com baixo grau de mecanização e mínima interferência na superfície, partindo de um poço de emboque.

Vantagens:

- Redução de interferências e de desapropriações na superfície;
- Grande flexibilidade na forma e nas dimensões da seção transversal, facilitando a execução de estações e de trechos com seção variável.

Desvantagens:

- Complexidade construtiva, restringindo sua aplicação a situações onde a geologia e a geotecnia não se apresentam favoráveis;
- Custos de obra civil elevados;
- Possibilidade de recalques maiores na superfície;
- Baixo rendimento na escavação;
- Riscos de acidentes mais elevados.

7.3.2.2) Características Construtivas das Estações

A princípio, as características construtivas em cada estação são as seguintes:

▪ Estação Orfanato:

- VCA para a área de bilheterias e bloqueios, para o poço e para os acessos;
- NATM para o túnel transversal e para o túnel das vias e plataformas;
- Pilares e vigas em concreto para o corpo das salas técnicas e operacionais;
- NATM para o túnel de acesso sob a av. do Orfanato.

▪ Estação Água Rasa:

- VCA para as áreas de bilheterias e bloqueios, para as áreas de salas técnicas e operacionais e para os acessos;
- NATM nos túneis sob a avenida;
- VCA para o poço circular;
- NATM para o corpo da plataforma e para o túnel transversal que liga a plataforma ao poço.

▪ Estação Anália Franco:

- VCA para as áreas de acesso, bilheterias e bloqueios, salas operacionais e porão de cabos;
- VCA para o poço circular.

▪ Estação Vila Formosa:

- VCA para as áreas de bilheterias e bloqueios, salas técnicas e operacionais e acessos;
- VCA para o poço circular;
- NATM para o túnel singelo de um dos acessos sob a avenida;
- NATM para o túnel transversal que liga o poço circular à plataforma;
- NATM para o túnel de via dupla das plataformas.

▪ Estação Guilherme Giorgi:

- Edificação em estrutura simples de vigas e pilares de concreto sobre o terreno, acima da área de bilheterias e bloqueios;
- VCA para o poço circular de ligação da área de bilheteria e bloqueios à plataforma;
- NATM para o túnel transversal singelo de ligação do poço circular ao túnel de via;
- NATM para o túnel de via dupla que contém a plataforma.

▪ Estação Aricanduva:

- VCA para as áreas de bilheterias e bloqueios, para as áreas de salas técnicas e operacionais, para a vala transversal e para os acessos;
- NATM para os túneis de via singela contendo as plataformas;
- Aterro elevando a cota de implantação do terminal e do acesso externo acima da cota de inundação.

▪ Estação Penha:

- VCA para as áreas de bilheterias e bloqueios, para as áreas de salas técnicas e operacionais e para os acessos;
- Estrutura simples de pilares e vigas de concreto para o novo acesso.

▪ Estação Penha de França:

- Edificação em estrutura simples de pilares e vigas em concreto para as salas técnicas e operacionais, em nível acima do terreno;
- VCA para as áreas de bilheterias e bloqueios, e para o poço circular;
- NATM para os túneis de via que contém as plataformas e para o túnel transversal que liga o poço circular às plataformas.

- Estação Tiquatira:
 - Todo o complexo cuja construção estiver sob a responsabilidade do Metrô será executado em VCA. As obras da nova estação da CPTM e o terminal de ônibus constituirão obras em superfície.
- Estações Nova Manchester, Paulo Freire e Dutra:
 - As características construtivas destas estações serão apresentadas após detalhamento dos projetos básico / executivo.

A Figura 7.3.2.2-1 / “Método Construtivo”, mostrada a seguir através da articulação de 3 folhas, ilustra o anteriormente exposto,

CODIGO: RT - 15.00.00.00/1Y1-001	EMISSÃO: 10/09/2012	Folha: 127
APROVAÇÃO: / /	VERIFICAÇÃO: / /	REVISÃO: B

INSERIR;

Figura 7.3.2.2-1 / “Método Construtivo” (folha 1/3)

CODIGO: RT - 15.00.00.00/1Y1-001	EMISSÃO: 10/09/2012	Folha: 128
APROVAÇÃO: / /	VERIFICAÇÃO: / /	REVISÃO: B

INSERIR;

Figura 7.3.2.2-1 / “Método Construtivo” (folha 2/3)

CODIGO: RT - 15.00.00.00/1Y1-001	EMISSÃO: 10/09/2012	Folha: 129
APROVAÇÃO: / /	VERIFICAÇÃO: / /	REVISÃO: B

INSERIR;

Figura 7.3.2.2-1 / “Método Construtivo” (folha 3/3)

CODIGO: RT - 15.00.00.00/1Y1-001	EMISSÃO: 10/09/2012	Folha: 130
APROVAÇÃO: / /	VERIFICAÇÃO: / /	REVISÃO: B

7.3.2.3) Canteiros e Praças de Obras

Todas as áreas de desapropriação e mais a área interna da atual Estação Penha, indicadas no projeto da nova Estação Penha da Linha 15 – Branca, constituirão praças de obra.

Da mesma forma, todas as áreas selecionadas para poço de acesso, durante a obra e futuro poço VSE, abrigarão uma base de trabalho (canteiro de obra). O poço de acesso será utilizado para ingressar os equipamentos e materiais utilizados na escavação e construção do túnel nas frentes adjacentes em ambos sentidos, e para extrair o material excedente.

O canteiro do poço constituirá a base de apoio para todas as operações nessa frente de obra, entre outras: (i) ventilação forçada do túnel em construção; (ii) esgotamento das águas infiltradas no túnel; (iii) descarga e armazenamento provisório de materiais; (iv) manejo de betoneiras para aplicação de concreto projetado (em túneis NATM); (v) carga de caminhões com o material de escavação; (v) armazenamento provisório e carga de resíduos de construção civil, etc.

As áreas selecionadas para a construção de cada estação conterão setores onde será realizada escavação em vala a céu aberto e, em muitas delas, acessos para escavação em NATM do túnel de via no trecho da(s) plataforma(s) e túneis de conexão com futuros acessos da estação. Em seguida, essas áreas abrigarão as obras de construção dos edifícios das estações subterrâneas, com alguns milhares de m² de área construída cada um.

Adicionalmente, a depender da logística adotada para a obra, a Construtora contratada poderá instalar um ou mais canteiros centrais, em algumas das áreas de desapropriação ou em outra área específica, para centralizar a produção de determinados insumos e levar aos locais de obra peças ou materiais prontos para aplicação. Por exemplo: cambotas para túnel em shield, telas de aço e concreto para ser projetado no revestimento de túnel NATM, formas e armaduras para estruturas de concreto, central de concreto, etc.

Na próxima fase de projeto básico, os métodos construtivos e as operações de obra serão mais bem especificados, permitindo traçar um quadro mais preciso da provável organização e distribuição espacial das obras. A definição final dos métodos construtivos, canteiros e logística de obra será feita no “projeto executivo”, pela Construtora contratada, com prévia aprovação pela Fiscalização do Metrô.

7.3.2.4) Insumos, Resíduos e Material Excedente

Os principais insumos a serem utilizados na obra são aqueles típicos de grandes obras de construção civil em área urbana, envolvendo de túneis e construções subterrâneas: energia elétrica; água; combustíveis líquidos (principalmente diesel); óleos lubrificantes; peças de reposição de máquinas, motores e equipamento; explosivos e acessórios; concreto pré-preparado; barras e telas de aço; pranchas e estacas de madeira; formas metálicas; peças pré-moldadas; trilhos; argamassas; aditivos; misturas e telas impermeabilizantes; tintas e solventes; acessórios plásticos; cabos elétricos; revestimentos; tubos e conexões; materiais e peças para instalações hidráulicas e elétricas; vidros e esquadrias; detergentes e produtos de limpeza; entre outros.

Os principais resíduos a serem gerados na obra são também aqueles típicos de grandes obras de construção civil em área urbana, envolvendo de túneis e construções subterrâneas, cabendo destacar pelos volumes significativos: (i) entulho das demolições a efetuar nas áreas a desapropriar; (ii) material inerte (solo, rocha) proveniente das escavações de túnel, vala e estações; (iii) solo encharcado escavado abaixo do lençol; (iv) resíduos vegetais das árvores a

CODIGO: RT - 15.00.00.00/1Y1-001	EMISSÃO: 10/09/2012	Folha: 131
APROVAÇÃO: / /	VERIFICAÇÃO: / /	REVISÃO: B

serem suprimidas; (v) ar extraído da ventilação das áreas de trabalho subterrâneas; (vi) água bombeada do rebaixamento do lençol e/ou do esgotamento das áreas de trabalho subterrâneas.

Outros resíduos líquidos importantes abrangem: (i) os efluentes sanitários dos canteiros de obra; (ii) óleos provenientes de troca em máquinas e equipamentos; (iii) lama com bentonita da escavação de estações; (iv) águas servidas da limpeza de áreas de trabalho; (v) efluentes de processos industriais.

Os resíduos sólidos da construção civil abrangem ampla gama de produtos e materiais, cuja classificação e normas para manejo e disposição está regulada pela Resolução CONAMA 307/02 e pela Lei Municipal nº 14.803/08.

Pode ocorrer também a geração de resíduos Classe I, provenientes de: (i) eventual escavação em área contaminada; (ii) derramamento acidental de óleos ou outro produto perigoso na obra; (iii) resíduos de atividade industrial na obra.

Na próxima fase de projeto básico, os métodos construtivos e as operações de obra serão mais bem especificados, permitindo traçar um quadro mais preciso dos insumos a ser utilizados e dos resíduos a serem gerados, com estimativa de quantidades e requisitos de armazenamento, tratamento ou cuidados, transporte e disposição final.

7.3.2.5) Rotas Básicas de Transporte de Materiais

A movimentação de insumos e material excedente da obra por dentro da cidade tem potencial para representar alguns fatores geradores de impacto.

Não se tem ainda uma quantificação precisa dos volumes de escavação, mas, por comparação com obras similares, estima-se que a escavação de quase 13 km de túnel, de 12 estações subterrâneas e a troca de solos no Pátio deve gerar um volume de material excedente da ordem de 1,5 a 2,2 milhões de m³. Parte dele poderá ser reaproveitado na terraplenagem da área do Pátio, mas a maior parte deve ser destinado a aterro de inertes.

Como visto, o material excedente da escavação será gerado de forma distribuída, em locais situados a 300 - 400m entre si, abrangendo estações e poços de acesso. A recepção de caminhões com insumos para a obra também ocorrerá de forma distribuída.

A Construtora contratada será responsável pela escolha de bota-fora licenciado (ou por licenciar uma nova área), e pela definição das rotas de transporte, com prévia aprovação pela CET do Plano de Tráfego de Obra.

Pela localização da Linha 15 – Branca entende-se que o bota-fora escolhido deverá estar situado ao norte da Linha, em alguma antiga área de mineração, com acesso por alguma das rodovias que conflui à Marginal Tietê. Por exemplo, algumas das áreas já licenciadas como aterro de inertes no município de São Paulo incluem:

- Lúdice Mineração Ltda: rua Friedrich Von Voith, 1900 – Pirituba;
- Pedreira Anhanguera S.A.: rua Raimundo da Cunha Matos, 440 – Morro Grande;
- TELC Participações S/C Ltda: av. Raimundo Pereira de Magalhães, Km 26,5 – Perus.

A região de Guarulhos, Itaquaquecetuba e outros municípios no vetor NE da RMSP também dispõem de outras antigas áreas de mineração que podem ser utilizadas como aterro de inertes e de resíduos da construção civil.

CODIGO: RT - 15.00.00.00/1Y1-001	EMISSÃO: 10/09/2012	Folha: 132
APROVAÇÃO: / /	VERIFICAÇÃO: / /	REVISÃO: B

Portanto, considera-se que todos os fluxos de saída das áreas de obra da Linha 15 – Branca para bota-fora provavelmente dirigir-se-ão para a Marginal Tietê, na altura da ponte do Tatuapé, via av. Salim Farah Maluf, e/ou da ponte do Aricanduva, via av. Aricanduva (locais distantes 2,8 km entre si).

Desses dois pontos acessam-se com facilidade as seguintes rodovias: a própria Marginal Tietê, em ambos sentidos; Dutra; Ayrton Senna; Fernão Dias; Raimundo Pereira de Magalhães; Anhanguera; Bandeirantes; Castelo Branco, e outras estradas menores com acesso a partir dessas rodovias principais. A chegada de insumos para a obra também provavelmente será feita a partir da Marginal Tietê, Salim Farah Maluf e Aricanduva.

Os fluxos adicionais devidos à obra nessas vias principais serão mínimos, em relação ao pesado movimento atual de caminhões. Por outro lado, uma das limitações é com o tráfego de obra pelas acanhadas vias locais, coletoras e arteriais da zona leste, entre as áreas de obra e as av. Salim Farah Maluf, Aricanduva e Marginal Tietê.

7.3.2.6) Mão de Obra

A quantificação e tipologia de mão de obra a ser requerida na implantação/construção da Linha 15 – Branca somente poderá ser plenamente definida após maior detalhamento dos projetos básico e executivo.

No presente momento, com base no projeto funcional disponível e na experiência do Metrô adquirida em obras similares e de mesmo porte, é possível se estimar o emprego direto da seguinte mão de obra, conforme apresentada no Quadro 7.3.2.6-1, a seguir.

Quadro 7.3.2.6-1
Mão de obra estimada a ser empregada diretamente
na implantação da Linha 15 – Branca

Etapa	Nº Médio de Empregos Diretos	Duração (meses)
Obra Bruta	3.609	48
Fabricação e Projeto de Sistemas	350	24
Montagem	553	24
Total (não inclui fabricação de trens)	4.512	

7.3.3) Características dos Sistemas

Neste item são apresentadas as características gerais dos sistemas, considerando o material rodante e os sistemas propriamente ditos, conforme especificados no Projeto Funcional, abrangendo:

- ✓ Sistema de Sinalização e Controle;
- ✓ Sistema de Telecomunicações;
- ✓ Sistemas de Apoio à Manutenção;
- ✓ Sistemas Auxiliares; Sistema de Controle Centralizado;
- ✓ Sistemas de Alimentação Elétrica;

- ✓ Sistema de Controle Local;
- ✓ Sistemas do Material Rodante.

Todos os sistemas foram projetados para a operação conjunta do trecho da Linha 2 - Verde / trecho Vila Madalena – Vila Prudente e Linha 15 - Branca / trecho Vila Prudente – Dutra.

Complementarmente, torna-se importante salientar que as especificações seguem as seguintes “diretrizes”:

- **De Operação**

(i) As tecnologias adotadas devem possibilitar a racionalização dos recursos humanos, através de:

- ✓ Aplicação do conceito de estação inteligente;
- ✓ Automação de atividades operacionais;
- ✓ Mobilidade do empregado operativo.

(ii) Na elaboração do projeto devem ser empregadas tecnologias e soluções que:

- ✓ Permitam gerir e mitigar os riscos de incêndio nas estações, trens e túneis de maneira integrada e os demais riscos envolvidos na operação e manutenção do sistema;
- ✓ Aumentem significativamente a sustentabilidade ambiental da operação do Metrô;
- ✓ Facilitem a limpeza das estações evitando o emprego de estruturas e equipamentos especiais.

- **De Manutenção**

As tecnologias adotadas devem possibilitar a otimização dos custos por meio de recursos de monitoramento e acesso remotos. A monitoração das condições de funcionamento dos equipamentos em uso operacional à distância pelas equipes de manutenção, com apresentação dos resultados nas bases de manutenção e acesso a comandos que permitam efetuar manutenção corretiva à distância, visando obter: aumento dos índices de disponibilidade; e diminuição dos tempos para reparo dos equipamentos.

- **De Comercialização**

As tecnologias adotadas devem possibilitar a maximização de receitas não tarifárias, e evitar reprojatos para acomodar os empreendimentos nos aspectos arquitetônicos e de sistemas. Prever infraestrutura elétrica, de telecomunicações, de hidráulica, de esgoto, de exaustão e de detecção e combate de incêndio; definir o uso de cada espaço (publicidade, promoção, comércio, serviços); prever iluminação compatível com as atividades comerciais; propor a padronização da circulação de usuários orientada também para áreas comerciais; compatibilizar a comunicação visual operacional e comercial.

7.3.3.1) Sistema de Sinalização e Controle

O Sistema de Sinalização e Controle será do tipo CBTC – “*Communications Based Train Control*”, desenvolvido com equipamentos no estado atual da arte e permitir comunicação contínua e bidirecional entre equipamentos de controle a bordo do trem e equipamentos fixos de estação, pátios e via. Além disso, deve se conectar ao Sistema de Controle Centralizado. Este sistema deve prever, ainda:

- ✓ Condução Automática;
- ✓ Comunicação Contínua e Bidirecional Trem – Via;
- ✓ Estações Mestras;
- ✓ Intervalo Médio entre Trens (“*Headway*”) – menor do que 75”, considerando um tempo de parada com portas abertas de 30” e velocidade média superior a 32 km/h;
- ✓ Tempo Médio entre Falhas Inseguras de 150.000 anos;
- ✓ Disponibilidade igual ou superior a 99,998% “quatro nove e um oito”;
- ✓ Equipamentos ao Longo da Via instalados de forma concentrada e em locais de fácil acesso para as equipes de manutenção;
- ✓ Detecção de Trens e Veículos Auxiliares;
- ✓ Conectividade de Equipamentos;
- ✓ Interfaces com a Via Permanente;
- ✓ Outras Interfaces.

Quadro 7.3.3.1-1
Resumo das Características dos Sistemas de Telecomunicações

Sistemas	Características
Multimídia	<ul style="list-style-type: none"> - Composto de sonofletores em áreas públicas, painéis multimídia nos mezaninos, nas bilheterias, nas plataformas, linhas de bloqueio, níveis intermediários e painéis de acesso nas áreas externas dos acessos das estações, que transmitirão informações horárias, operacionais e institucionais; - Sonorização nas salas técnicas, operacionais, sanitários, vestiários, saídas de emergência e vias em túnel; - Preparado para ser utilizado como mídia para a veiculação de mensagens institucionais, notícias, entretenimento e publicidade comercial, com carregamento remoto; - Equipamentos de comunicação entre os usuários e o SCL, denominados INTERCOMUNICADORES, distribuídos nos vários ambientes da estação, para solicitação de ajuda ou informação de ocorrência; - Emissão de informações sobre o sistema metroviário aos PDAs e celulares de usuários que requeiram este serviço ou sob demanda.
Fixas (telefonia)	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar tecnologia Voip e plena conectividade com os sistemas implantados nas demais linhas; - Instalação de sistema de comunicação nas linhas de bloqueio, nos sanitários públicos, nas saídas de emergência e nos níveis de “acesso”, de “plataforma” e “intermediários”, conectados ao CCO e à Central de Segurança, incluindo o provimento de comunicação para os túneis e poços de ventilação; - Pontos de Rede de Informática na sala do Supervisor Geral, SSO, escritórios, salas técnicas, etc.
Transmissão digital	<ul style="list-style-type: none"> - Fornecer todos os canais de comunicações de Dados, Voz e Vídeo, a todos os sistemas; - Baseado em fibra óptica, com configuração em anel e com redundância do cabo ótico; Concebida de forma a compor o “back-bone” da empresa, permitindo que todos os terminais, inclusive os móveis, possam acessar a todos os serviços disponíveis, conforme a necessidade de cada usuário; - Pontos de rede lógica na sala do Supervisor Geral, SSO, escritórios, salas técnicas, etc.
Comunicações móveis	<ul style="list-style-type: none"> - Rádio trunking é um sistema de contingência que visa permitir apenas a comunicação terra-trem a partir do CCO ou do Trem; - Disponibilizar as seguintes comunicações de voz: Centro de Controle - Trem (dos intercomunicadores de emergência dos salões de passageiros); Centro de Controle - Trem (através do telefone Voip); Centro de Controle Trem (através do PDA do operador do trem); Centro de Controle - Portáteis de Estação (operação ou manutenção);

Sistemas	Características
	<ul style="list-style-type: none"> - Transmitir, em tempo real, as imagens das câmeras a bordo dos trens para o Sistema de Transmissão Digital, que enviará para o Centro de Controle; - Transmitir, em tempo real e bidirecional, os dados Terra-Trem; - Incluir os terminais portáteis de voz dos Operadores de Trens, de Estação e de Manutenção; - Sistema de comunicações Terra-Trem deverá ter disponibilidade de 99,9998%.
Monitoração eletrônica	<ul style="list-style-type: none"> - Permitir ser comandado, supervisionado e ter as suas imagens visualizadas pelo Sistema de Controle Centralizado, SCP, SCL e pelo Centro de Controle de Segurança; - Transferir os arquivos de imagens de todas as câmeras; Tratamento e a transmissão de vídeo devem utilizar tecnologia digital e permitir integração com os padrões ITU e ISO; - Cobertura de todas as áreas operacionais de pátios, estações e vias, com objetivos operacionais e de segurança patrimonial; - Acessos, elevadores e Prismas de Acessibilidade devem ser dotados de câmeras de vídeo.
Infraestrutura para telecomunicação pública e comercialização	<ul style="list-style-type: none"> - Infraestrutura básica para conceder espaços às operadoras de telecomunicações públicas nas edificações e vias: Espaços no bandejamento para cabos óticos e cabos de sistemas; Espaços para equipamentos e sistemas irradiantes; Alimentação elétrica. - Infraestrutura básica para as áreas comercializáveis das estações: Caminhamento para interligação telefônica ou de rede com as operadoras de telecomunicações públicas e para provedores de Internet; Alimentação elétrica; Detecção e extinção de incêndio; Água e esgoto.
Controle de acesso e de passageiros	<ul style="list-style-type: none"> - Compatível com os sistemas atualmente implantados na Linha 2 – Verde em operação, assim como ser compatível com o Sistema de Supervisão e Controle; - Possibilitar o controle de acesso às áreas restritas das estações e pátios, tais como portão de entrada das estações, SSO, bilheterias, salas técnicas, casa de máquinas, etc; - Equipamentos devem prever a integração com os validadores utilizados para a leitura e gravação relativas ao bilhete único; - Bloqueios devem ter controles anti-intrusão e antifraude elevados; - Fluxo de usuários deve ser contabilizado pelo bloqueio e ser transmitido para o sistema de controle centralizado; - Fluxo de usuários em cada bloqueio deve atingir em média 8.000 usuários/dia, e nos bloqueios mais utilizados poderá atingir até 15.000 usuários/dia; - Bloqueio sem validador deve permitir no sentido de entrada ou de saída, no mínimo, a passagem de 30 pessoas por minuto; - Partes mecânicas e eletromecânicas dos bloqueios devem apresentar o valor mínimo de MCBF de 3.000.000; Bloqueio deve ter capacidade de armazenar todos os dados referentes a no mínimo 24 horas de operação sem perda de informações; - Previstos espaços e infraestrutura para a alocação de bilheterias e máquinas automáticas de carregamento de crédito de terceiros; - SCA deve possibilitar o controle de acesso às áreas restritas das estações e pátios, tais como porta das salas técnicas, salas operacionais, bilheterias, portas de acesso direto à rua, portas de saída de emergência; - Locais equipados com controle de acesso devem ser considerados pelo sistema de monitoração eletrônica e intercomunicadores. - No pátio, o sistema deve realizar funções de controle de acesso (veículos e pessoas), monitoração de imagens, de cerca elétrica, de sensores de presença e de incêndio.

Fonte: Projeto Funcional da Linha 15

7.3.3.2) Sistema de Apoio à Manutenção

O Sistema de Apoio à Manutenção (SAM) deve utilizar os diagnósticos recebidos através do Sistema de Transmissão de Dados de todos os sistemas e equipamentos das Linhas 2 - Verde e 15 - Branca, incluindo estações, vias, pátios e material rodante.

O SAM deve possibilitar a monitoração contínua de diagnósticos, falhas e acesso remoto aos sistemas monitorados de modo amigável, ou seja, através de telas que agrupem as informações e com a possibilidade de acesso “top-down” ao nível de equipamento. Deve possuir menus, relatórios e gráficos configuráveis, capacidade de exportação de dados em formatos padrões de mercado, integração com dispositivos móveis e sistema de automação (SCADA).

O SAM estará localizado em sala específica com Vídeo-wall, postos operacionais, unidades computacionais compostas de servidor SCADA e IHMs, em qualquer local da estrutura física da CMSP.

7.3.3.3) Sistemas Auxiliares

O Quadro 7.3.3.3-1, a seguir, resume e consolida as principais características requeridas para os sistemas auxiliares.

Quadro 7.3.3.3-1
Resumo das Características dos Sistemas Auxiliares

Sistemas	Características
Escadas Rolantes	<ul style="list-style-type: none"> - Velocidade nominal dos degraus deve ser ajustável e variável de até 0,75m/s; - Prever quatro degraus de acomodação; - A largura do degrau deve ser de 1.000mm e o fluxo teórico de até 13.500 passageiros por hora e sentido, com ângulo de inclinação de 30°; - As máquinas devem ser internas às treliças; - Devem ter controle local e remoto; - Não devem existir vãos entre escadas rolantes e estruturas que propiciem acúmulo de detritos.
Elevadores	<ul style="list-style-type: none"> - Tipo elétrico ou hidráulico; - Supervisão através de um sistema de intercomunicadores e câmeras no interior dos elevadores e nos respectivos pavimentos (paradas); - Equipados com comunicação sonora para indicação de andar, liberação de porta, andar selecionado, etc. Sinalização sonora, tátil e visual contendo instruções de uso dos equipamentos; - Serão abrigados; - Observar as normas específicas da ABNT para elevadores de deficientes físicos (NBR-13994) acessibilidade aos edifícios, espaço e equipamento urbano (NBR-9050).
Bombeamento	<ul style="list-style-type: none"> - Para água de combate a incêndio, água para consumo, drenagem, água de infiltrações e de esgotos; - Bombas de eixo horizontal ou submersível; - O automatismo deste sistema, a menos das bombas de combate a incêndios, será determinado por controladores de nível instalados nos respectivos poços ou caixa de água e pelo painel do controlador programável; - CCMs de Bombas centralizados nas salas técnicas de baixa tensão das estações e do pátio, com a instalação de painéis de comando local junto às bombas; - Prever acionamento das bombas de incêndio através de botoeira localizada junto aos hidrantes.

Sistemas	Características
Reuso de Água	<ul style="list-style-type: none"> - Proveniente de recolhimento de águas pluviais de cobertura e de tratamento de esgoto cinza (Greywater); - No caso da área do Pátio a água pluvial coletada nos blocos, oficina de trens e veículos auxiliares alimentará exclusivamente uma cisterna situada próxima à máquina de lavar trens; - Para todas as estações tomar partido de aproveitamento das águas de drenagem para reuso; - O projeto básico deverá especificar, quantificar e localizar equipamentos economizadores voltados à conservação e reuso das águas adequadas a uso público / coletivo em relação a torneiras, mictórios, chuveiros/duchas e bacias sanitárias (acionamento de descargas).
Detecção de incêndio	<ul style="list-style-type: none"> - Baseados no sensoriamento de variação de temperatura e presença de fumaça no ambiente das estações e pátios; - A sinalização deste sistema deve ser concentrada em um painel que fará comunicação através da rede local com SCL e SCC; - Alimentação de segurança com baterias dedicadas com supervisão dos laços de sensores (detecção de rompimento, fuga de terra etc.); - As áreas comercializáveis das estações devem ser consideradas no projeto de detecção e extinção de incêndio.
Ventilação principal	<ul style="list-style-type: none"> - Ventiladores axiais de grande porte; - Exaustão sob as plataformas das estações, exaustão nos canais de ventilação localizados nos túneis (PV), a meia distância entre estações, poços de alívio (PA) de túneis de alívio (TA) nas proximidades das estações, saídas de emergência (SE) para o exterior e passagens de emergência; - Os exaustores dos túneis devem permitir inversão do fluxo de ar; - Modulação de vazão na faixa de 55% a 100% da vazão máxima.
Ventilação salas técnicas e operacionais	<ul style="list-style-type: none"> - Exaustão por insuflação ou mistos, de acordo com a natureza dos equipamentos instalados e com ocupação das mesmas, para remoção de calor dissipado e higienização; - Natural ou mecânica através de motoventiladores, filtros, dutos e grelhas, para distribuição de ar; - O sistema de ventilação adotado nas salas de baterias deve ter motores à prova de explosão e rotores com propriedades antifaiscamento.
Ar condicionado	<ul style="list-style-type: none"> - Nas salas de equipamentos eletrônicos, bilheterias e SSO devem ser previstos Sistemas de Ar Condicionado.
Climatização de estações	<ul style="list-style-type: none"> - Climatização das estações, compatibilizando com os sistemas de ventilação e ar condicionado.
Gerais de instalação	<ul style="list-style-type: none"> - Instalação de cabeamento estruturado com telefonia, rede e alimentação elétrica nas salas das áreas técnicas e operacionais; - Eletrodutos e tubulações em salas técnicas e operacionais devem ser instalados de forma aparente; Utilizar torneiras temporizadas e outros economizadores de água; - A altura dos chuveiros deve ser de no mínimo de 2,20m.
Infraestrutura de cabos	<ul style="list-style-type: none"> - Ocupados os espaços sob as passarelas de emergência, utilizando camadas de leitos para cabos e nas travessias previstos eletrodutos enterrados; - Camadas de leitos para cabos; - Prever prumadas, com instalação de perfilados e eletrodutos.
Iluminação estações e vias	<ul style="list-style-type: none"> - Instalação de sistemas dimerizáveis com interface para sinais de controle; - Utilizar as lâmpadas e luminárias mais eficientes existentes no mercado; - Iluminação das áreas internas do Pátio (deve utilizar luminárias comerciais); - Luz de balizamento e comunicação visual retroiluminada, com informação dinâmica da saída a ser utilizada, das distâncias até os pontos de saída, ao longo de todas as rotas de fuga.

Sistemas	Características
Portas de plataforma	<ul style="list-style-type: none"> - Considerar as sinalizações, comandos e controles entre o Sistema de Sinalização e as Portas de Plataforma; - Objetivos do fechamento das plataformas são: minimizar acidentes com usuários; minimizar horas paradas e custos operacionais devido à queda de objetos na região de plataforma; minimizar o custo operacional de limpeza da via; - Considerar: portas altas do piso ao teto; portas duplas deslizantes; transparência; sincronismo comportas do trem; precisão nas paradas do trem; abertura antipânico no lado interno da via; não permitir pessoas entre o trem e o painel das portas; partida do trem após as condições de segurança satisfeitas.
Controle centralizado	<ul style="list-style-type: none"> - Incorporar todas as funções já existentes no atual Sistema de Controle Centralizado; - Contemplar processos exclusivos para detecção e análise de anormalidades em equipamentos instalados; - Supervisionar e controlar as áreas operacionais do Pátio.
Movimentação de trens	<ul style="list-style-type: none"> - Controlar e supervisionar a movimentação de trens na via, independentemente da presença do operador no trem; - Responsável tanto por manter a oferta programada de trens na via como para adequá-la ao contexto operacional existente.
Passageiros	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisionar e controlar o subsistema de Passageiros (escadas rolantes, elevadores, bloqueios, multimídia e a monitoração).
Energia	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisionar e controlar o subsistema de alimentação elétrica automaticamente; - Nos casos de degradação do sistema elétrico, este subsistema fornecerá subsídios para ajustes em tempo real da programação de oferta (Lista de Objetivos). - Supervisionar continuamente o consumo elétrico, comparando-o com os valores contratados.
Equipamentos Auxiliares	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisionar e controlar o subsistema de equipamentos auxiliares (bombas, ventilação e detecção de incêndio).
Arrecadação e controle de passageiros	<ul style="list-style-type: none"> - Fará as estatísticas de entrada e saída de passageiros; Computar os carregamentos reais do Sistema de Transporte, considerando os dados de bloqueios, informações externas e outros; Fornecerá subsídios para elaboração da programação de oferta.

Fonte: Projeto Funcional da Linha 15

7.3.3.4) Sistemas de Alimentação Elétrica

O Quadro 7.3.3.4-1, a seguir, apresenta um resumo das principais características dos sistemas de alimentação elétrica.

Quadro 7.3.3.4-1
Resumo das Características dos Sistemas de Alimentação Elétrica

Sistemas	Características
Subestação primária	<ul style="list-style-type: none"> - Abrigada, contendo os equipamentos de Alta Tensão 88/138 kV; - Edifício de controle para abrigar os painéis de comando e os cubículos de 22kV; - Edifício com aproximadamente 350m² de área e um porão de cabos com 250m².
Rede de média tensão e subestações auxiliares	<ul style="list-style-type: none"> - Nível de tensão deve ser em 22kV; - Configuração da rede de 22kV que alimentará o sistema de tração deve possuir a característica de anel intercalado; - Configuração da rede que alimenta as subestações auxiliares deve ser radial, com socorro pela rede das retificadoras, nos extremos dos setores; - Disjuntores de 22kV podem ser do tipo SF6 ou a vácuo; - Transformadores de 22kV/460V devem ser do tipo a seco; Funções dos painéis de comando, controle e proteção devem estar incorporadas nos cubículos; - Comunicação de dados e a teleproteção devem estar integradas ao Sistema de Telecomunicação - transmissão, baseado em fibra ótica.
Subestações retificadoras	<ul style="list-style-type: none"> - Nível de tensão de tração deve ser de 750Vcc para suprimento de energia ao terceiro trilho. As subestações retificadoras devem estar localizadas junto às estações, e serem compostas de dois grupos retificadores; - O diagrama unifilar da subestação retificadora deve ser composto por dois barramentos sendo um principal e outro reserva; - Regime de tração, para o dimensionamento dos grupos retificadores, deve seguir a condição de operação do tipo "Heavy Traction" da Norma IEC 60146; - Transformadores retificadores devem ser do tipo a seco. Devem ainda possuir três enrolamentos, primário em triângulo, secundário em triângulo e em estrela, de modo a configurar um efeito dodecafásico; - Cubículos dos disjuntores extra rápidos devem possuir um compartimento de baixa tensão, onde serão colocados os reles de proteção e demais dispositivos de comando e controle.
Linha de contato e retorno de corrente	<ul style="list-style-type: none"> - Linha de Contato deve ser feita através do terceiro trilho, o retorno das correntes de tração através dos trilhos de rolamento e a equalização das correntes entre os trilhos de rolamento a cada trecho, conforme padrão conceitual adotado na Linha 2 – Verde. Estas equalizações deverão ser providas pelo fornecedor da linha de contato.
Baixa tensão	<ul style="list-style-type: none"> - Em cada estação e no Pátio Paulo Freire devem ser previstos sistemas de baixa tensão, com nível de tensão de 460/220-127 Vca. - Sistema de baixa tensão deve ser alimentado por dois transformadores, saindo de duas barras de 22kV interligadas por disjuntor. - Comunicação de dados das estações deve ser feita através da rede local e nos quadros com controladores programáveis e através de contatos secos nos demais quadros.

Sistemas	Características
Grupo gerador diesel	<ul style="list-style-type: none"> - Na queda da subestação auxiliar de uma estação, o grupo gerador diesel deve assumir, prioritariamente, as seguintes cargas: 50% da carga de iluminação; Elevadores; Bombas de incêndio, águas pluviais e drenagem; Carregador de baterias; Portas de Plataforma. - Deve ser prevista a instalação de tanques de contenção para reservatórios nas salas de Grupo Gerador Diesel.
125Vcc e inversor/chave estática	<ul style="list-style-type: none"> - Em cada estação deve existir um sistema 125Vcc com dois retificadores e dois bancos de baterias. - As baterias devem ser do tipo ventiladas, alcalinas ou chumbo-ácidas, para instalação estacionária no interior de salas técnicas apropriadas. - Cada retificador deve ser dimensionado individualmente para comportar a carga total do sistema e carregar simultaneamente os dois bancos de bateria em regime de flutuação.
Aterramento	<ul style="list-style-type: none"> - Manter a filosofia de três potenciais (três terras), adotado em toda a rede existente. Prevista a implantação de medição e monitoração da corrente de fuga.
Proteção descarga atmosférica	<ul style="list-style-type: none"> - No Pátio Paulo Freire deve ser instalado um sistema de proteção contra descarga atmosférica segundo a filosofia dos três níveis.

Fonte: Projeto Funcional da Linha 15

7.3.3.5) Sistemas de Controle Local

O Sistema de Controle Local (SCL) terá a função de supervisionar e controlar os equipamentos na estação, pátio e no trecho de via sob seu domínio, dentre os quais, os sistemas de Energia, SCAP, Auxiliares e Telecomunicações.

Com o objetivo de dar mobilidade ao empregado operativo, serão disponibilizados seis PDA por estação. Estes equipamentos tipo “palmtop” permitirão a implementação de comandos, receber e processar alarmes e mensagens, visualizar imagens, telefonia, preenchimento de formulários, etc., funcionando como um terminal remoto do SCL de forma amigável e “on-line”.

O SCL deve implementar o conceito de estação inteligente, isto é, automatizar os processos operacionais, englobando as atuais normas de Gestão de Riscos.

A configuração deve atender requisitos de conectividade e modularidade. A modularidade deve garantir a evolução do sistema, no sentido do aumento de sua capacidade ou da substituição de partes obsoletas.

A configuração do SCL deve apresentar uma disponibilidade de 99,9998% e ser tal que nenhuma falha simples acarrete a perda total das funções executadas, de modo a preservar automaticamente a continuidade da operação.

O SCL deve prever:

- ✓ Recursos de armazenamento capazes de registrar as indicações, os comandos, os alarmes e as ações dos operadores ocorridos em 60 dias de operação.
- ✓ Recursos capazes de “play”, “replay”, “rewind”, “forward” os registros de indicações, alarmes e ações dos operadores com o objetivo de localizar um evento.
- ✓ A figura de desempenho formada pelos itens de carregamento até o nível correspondente a: 2 ações do operador por minuto; 2 solicitações de telas por minuto; 30% de mudanças de estado por minuto.

7.3.3.6) Material Rodante

O material rodante será similar ao adotado na frota em operação na Linha 2 - Verde, sendo que os novos trens serão fornecidos com as atualizações tecnológicas nos equipamentos para melhoria do conforto dos passageiros, desempenho operacional e facilidades de manutenção.

O Quadro 7.3.3.6-1, a seguir, resume as principais características dos sistemas de material rodante.

Quadro 7.3.3.6-1
Resumo das Características dos Sistemas de Material Rodante

Sistema	Característica
Tração e frenagem elétrica	<ul style="list-style-type: none"> - Implantação de equipamento inversor com controle vetorial da tensão e corrente (VVVF) de motores de indução assíncrono para tração por meio de acionamento com semicondutores de potência tipo IGBT (<i>isolated gate based transistor</i>); - Frenagem elétrica será do tipo dissipativa e regenerativa; - Sistema de propulsão será projetado para funcionar em toda faixa de velocidade operacional de 0 a 100 km/h desde as condições de carro vazio até carro carregado com a capacidade máxima (8 pass. em pé/m²); - Trem deve atingir a velocidade de 80 km/h em até 33s, num traçado em tangente e em nível; - Sistema de frenagem elétrica será projetado para toda a faixa de velocidade de 100 até 5 km/h, e para todas as condições de carro vazio até a capacidade máxima; - Trem deve ter taxa de frenagem elétrica de até 1,2m/s² para todas as condições de carregamento; - Solavanco máximo na propulsão, frenagem e na transição propulsão / freio e vice-versa será de 1,5m/s³.
Climatização	<ul style="list-style-type: none"> - Ar refrigerado com capacidade de reduzir em até 7°C em relação à temperatura externa.
Freio de atrito	<ul style="list-style-type: none"> - Projetado para funcionar para toda a faixa de 100 a 0 km/h, para as condições de carro vazio até carregamento com a capacidade máxima; - Trem terá uma taxa de frenagem de serviço de 1,2m/s² e a taxa de frenagem de serviço em primeiro nível de emergência e de frenagem de emergência de 1,5m/s².
Alimentação elétrica auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> - Trem disporá de alimentação elétrica em corrente alternada, com forma de onda senoidal e tensão de 380/220 Vca trifásico, 60Hz, proveniente de inversores estáticos; - Fonte em C.A. (corrente alternada) alimentará os motores de indução da ventilação, compressores e demais cargas do trem; - Trem disporá também de alimentação elétrica em corrente contínua em tensão de 48 Vcc, proveniente da transformação e retificação da energia em baixa tensão (C.A.) e de baterias de acumuladores, com capacidade de manter, no caso de falta de alimentação auxiliar, os equipamentos de comando e controle energizados por uma hora.
Ar comprimido	<ul style="list-style-type: none"> - Os sistemas alimentados por ar comprimido, receberão esse ar de compressor acionado por motor de indução trifásico.
Antipatinagem e antideslizamento	<ul style="list-style-type: none"> - O sistema de propulsão, freio elétrico e freio de atrito atenderão a um sistema de antipatinagem e antideslizamento.

Sistema	Característica
Comando e supervisão do trem	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema de comunicação digital de dados ("Data Bus") que permitirá a transmissão de indicações e informações entre os vários equipamentos internos do trem e visualização na console por meio de monitores coloridos de interface gráfica integrando as várias funções e facilidades de operação; - Trem disporá de sistema de registro de eventos que manterá armazenados todos os sinais de importância para análise de ocorrências notáveis do sistema.
Telecomunicação	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema de sonorização para divulgação de mensagens com locução direta e pré-gravadas; - Avisos de próxima estação e de lado de abertura de portas serão automáticos e conjugados com informação visual (luminosa); - A comunicação do operador com os passageiros será seletiva, isto é, poderá ser direcionada a um determinado carro; - Haverá canal de comunicação no salão para passageiro/operador/CCO.
Sinalização	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema de sinalização a bordo será perfeitamente integrado com os demais sistemas que compõem o trem, de forma a coletar todos os dados, inclusive de carregamento dos carros, e estados operacionais com intuito de supervisionar e controlar o trem, e enviar tais dados ao CCO; - A condução do trem deve prever a operação no modo automático, sem que haja necessidade de operador a bordo do trem..
Segurança contra incêndio	<ul style="list-style-type: none"> - Os carros deverão ser dotados de um sistema de detecção e extinção de incêndio

Fonte: Projeto Funcional da Linha 15

7.3.4) Desapropriações

De forma geral, as diretrizes definidas para desapropriações na Linha 15 - Branca foram as seguintes:

- ✓ Minimizar as áreas a serem desapropriadas, possibilitando a redução do custo da intervenção e a redução de conflitos com a comunidade;
- ✓ No caso dos poços de ventilação, procurar conjunto de lotes desocupados ou com ocupação deteriorada;
- ✓ Nos locais de integração com a rede de ônibus, procurar desapropriações que sirvam ao mesmo tempo aos acessos e canteiros das obras do metrô e às futuras infraestruturas de integração necessárias, procurando identificar áreas que possam ser partilhadas pelos diversos órgãos intervenientes, de modo a maximizar a utilização da área desapropriada.

A apresentação detalhada do tema relativo às desapropriações se dá, adiante, no item 8.4.4.1 – Imóveis Afetados. Nele, os “blocos de desapropriação” estarão agrupados em 26 conjuntos e corresponderão às áreas de construção das estruturas necessárias à implantação e operação do sistema – estações, poços de ventilação e saída de emergência e pátio de estacionamento e manutenção de trens.

7.3.5) Características Operacionais Básicas

7.3.5.1) Características Gerais da Linha 15 - Branca

As características operacionais básicas foram definidas para operação contínua entre a Linha 2 – Verde / Trecho Vila Madalena – Vila Prudente e a Linha 15 – Branca / Trecho Vila Prudente – Dutra.

Toda a implantação do trecho operacional da Linha 15 – Branca será subterrânea, havendo apenas um trecho em superfície, no acesso ao Pátio Paulo Freire. O traçado se desenvolve em cota variável de 700 a 765m, com rampas de 0 a 4%.

A região de manobra de Vila Madalena, com a implantação do sistema CBTC, possibilitará headway mínimo de 90 segundos, portanto, insuficiente para atender à demanda prevista. Desta forma, propõe-se região de manobra após a Estação Cerro Corá, para comportar headway de 75s, quando da extensão da Linha 2-Verde.

⇒ Plano de Vias, AMVs e Estacionamentos

Segundo as previsões de demanda, para a operação da linha serão necessários no máximo 2 anéis, ficando estabelecido que o anel interno fará retorno na estação Anália Franco, visando atender principalmente a concentração de usuários em Vila Prudente (carregamento da ordem de 57 mil passageiros/hora).

A leste da Estação Vila Prudente deverá ser previsto um estacionamento estratégico para injeção de trens. Ainda segundo a previsão de demanda, não há necessidade de retorno na Estação Penha, uma vez que o carregamento neste trecho será da ordem de 2 mil usuários/hora sentido. No entanto, a leste da estação deverá ser previsto um estacionamento estratégico para injeção de trens.

Na Estação Anália Franco, visando a redução da área a ser desapropriada, será analisada a possibilidade de alterar o método construtivo, através da construção de um túnel principal, e a 3ª via a ser implantada através de um túnel lateral.

A Estação Dutra será implantada com duas vias, mas as funcionalidades serão mantidas, haverá possibilidade de injeção e recolhimento de trens por ambas as vias de acesso ao pátio, a qualquer plataforma da estação.

A Figura 7.3.5.1-1, a seguir, ilustra o plano de vias com a localização de AMV's e estacionamentos estratégicos.

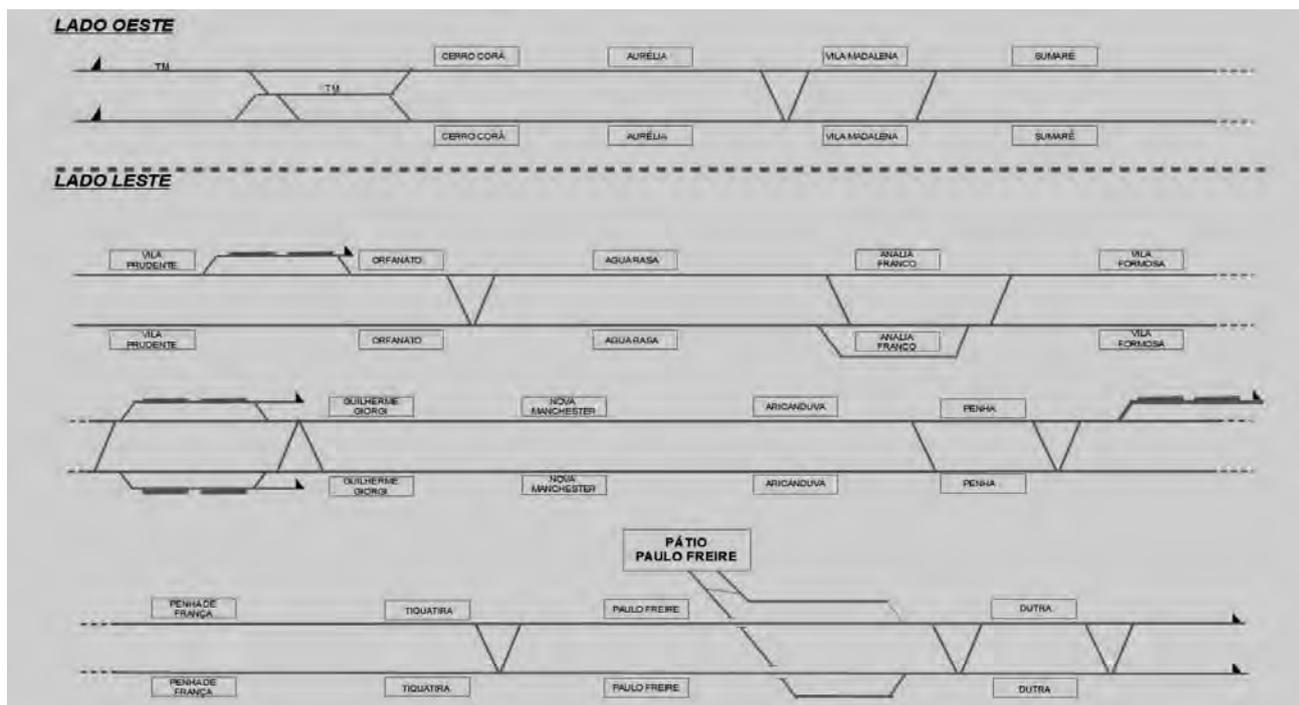


Figura 7.3.5.1-1: Plano de vias com a localização de AMV's e estacionamentos estratégicos

7.3.5.2) Cálculo de Frota de Trens

O dimensionamento de oferta é função do carregamento estimado na hora pico e do nível de serviço pretendido para os usuários, em termos de passageiros em pé por metro quadrado. A oferta foi estimada para o carregamento máximo simulado, deixando como variável o nível de serviço oferecido aos usuários. Consideraram-se níveis de serviço entre 6 e 8 passageiros em pé/m², considerando o valor de 6 pass. em pé/m² como valor ideal e 8 pass. em pé/m², o valor máximo admitido.

Assim, para o ano de 2017, considerando a operação de Vila Madalena até Anália Franco, o carregamento máximo previsto é de 61.797 passageiros / hora / sentido. A frota total necessária será de 44 trens, sendo 40 para operação e 4 de reserva (38 trens/hora e heaway de 95 segundos).

Para o ano de 2018, considerando a operação de Vila Madalena até Dutra, o carregamento máximo previsto é de 71.757 passageiros / hora / sentido. Considerando operação em dois anéis, a frota total necessária seria de 68 trens, sendo 63 para operação e 5 de reserva, conforme mostrado no quadro resumo, a seguir.

Manobra em ANF	Trecho	Oferta / Carregamento	Trens/hora	Headway (s)	Frota Calculada	Reserva	Frota Total
1 trem retorna a VMD e 3 trens seguem viagem.	Vila Madalena – Anália Franco	71.757	44	81	63	5	68
	Anália Franco – Dutra	53.818	33	109			
Com Loop único	Vila Madalena – Dutra	71.757	44	81	69	5	74

Entretanto, a Estação Vila Madalena não terá capacidade para operar com headway de manobra inferior a 90 segundos mesmo considerando a instalação do CBTC. Considerando a operação de Cerro Corá até Dutra, necessária para implantação de uma área de manobras adequada para headway de até 75 segundos, supondo o mesmo carregamento usado no cálculo anterior, a frota total necessária será de 73 trens, sendo 68 para operação e 5 de reserva, conforme mostrado no quadro resumo, a seguir.

Manobra em ANF	Trecho	Oferta / Carregamento	Trens/hora	Headway (s)	Frota Calculada	Reserva	Frota Total
1 trem retorna a CRR e 3 trens seguem viagem.	Cerro Corá – Anália Franco	71.757	44	81	68	5	73
	Anália Franco – Dutra	53.818	33	109			
Com Loop único	Cerro Corá – Dutra	71.757	44	81	74	5	79

7.3.6) Caracterização da Demanda

7.3.6.1) Estimativas de Demandas para a Linha 15 Branca

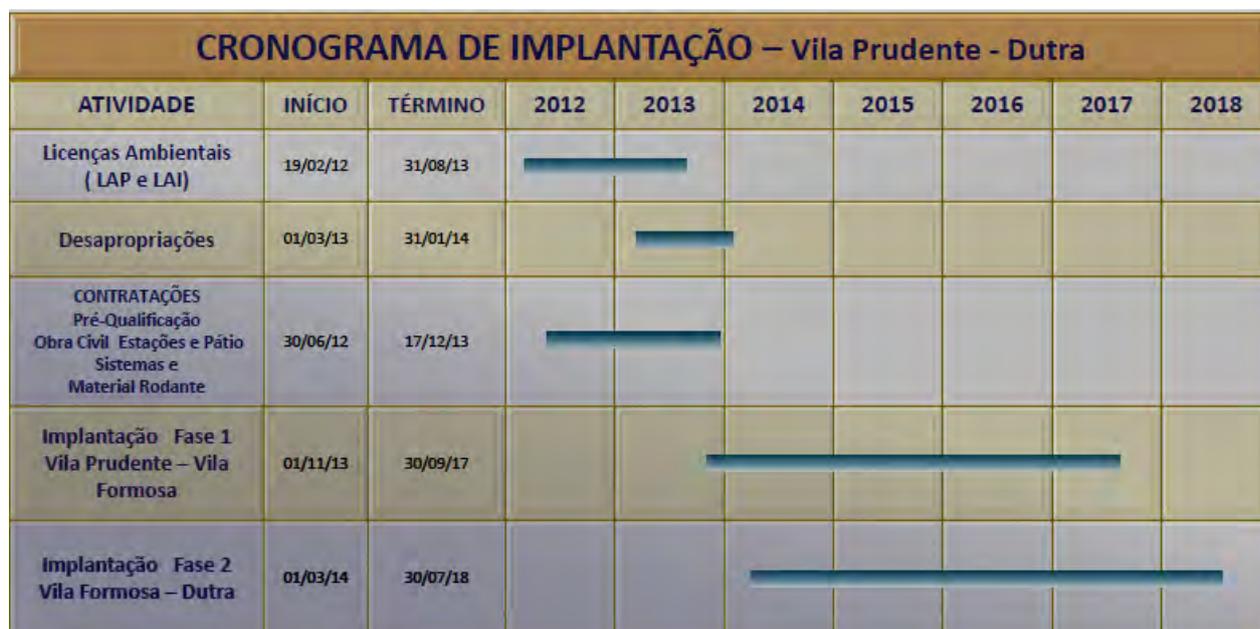
Conforme informado anteriormente, no item 2.3.2.1 – Demanda Esperada, prevê-se que a implantação da Linha 15 - Branca se dará, numa primeira etapa, até a Estação Anália Franco (2.017), e posteriormente até a estação Dutra (2.018). Portanto, as demandas foram simuladas para estes dois horizontes, considerado o Bilhete Único na representação da oferta, com transferência gratuita entre o Metrô e a CPTM nas estações Penha e Tiquatira.

As estimativas de demanda para os dois horizontes simulados mostrou para o cenário 2.017 um total de 1.173 mil passageiros diários no trecho Vila Madalena - Anália Franco, com carregamento no trecho de 61,7 mil pass/hora sentido Anália Franco – Vila Madalena, entre as estações Alto do Ipiranga e Sacomã. As estações com maior movimento são Vila Prudente, com 183 mil passageiros diários, seguida por Consolação, com 168 mil, Tamanduateí, com 158 mil e Paraíso, com 144 mil.

Por sua vez, a análise elaborada para o cenário 2.018, já com a linha completa até Dutra, apresenta um total de 1.770 mil passageiros diários, com carregamento no trecho de 71,7 mil pass/hora sentido Anália Franco-Vila Madalena, entre as estações Alto do Ipiranga e Sacomã. As estações com maior movimento são Vila Prudente, com 203 mil passageiros diários, seguida por Consolação, com 187 mil, Tamanduateí, com 184 mil, Brigadeiro com 150 mil, Paraíso e Chácara Klabin, com 144 mil. Neste horizonte, a Estação Paraíso aparece com 105 mil, demonstrando um alívio de cerca de 40 mil passageiros.

7.3.7) Cronograma de Implantação do Empreendimento

O cronograma de implantação do empreendimento, conforme aqui apresentado de forma consolidada e sumarizada, indica que a operação comercial “total” (fases 1 e 2) do Trecho Vila Prudente / Dutra da Linha 15 – Branca irá ocorrer em meados de 2.018, conforme cronograma referencial mostrado a seguir, através da Figura 7.3.7-1.



Fonte: Metrô - 2012

Figura 7.3.7-1: Cronograma “referencial” das etapas de implantação da Linha 15 - Branca

7.3.8) Estimativa de Investimentos

Com as informações atualmente disponíveis e o nível de detalhamento do projeto de engenharia é possível se estimar que os custos relativos à implantação do Trecho Vila Prudente / Dutra da Linha 15 - Branca (obras civis e desapropriações) totalizem **R\$ 5.851.785.000,00** (referência: 2011), sendo: R\$ 2.290.895.000,00 para o Trecho Vila Prudente – Anália Franco e R\$ 3.560.890.000,00 para o Trecho Anália Franco – Dutra.

8.) DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

O presente item consolida os principais aspectos e parâmetros relacionados aos meios físico, biótico e socioeconômico, passíveis de sofrerem alterações significativas com a implantação e a operação da Linha 15 – Branca / Trecho Vila Prudente - Dutra.

Assim, dadas às especificidades técnicas, construtivas e operacionais do empreendimento e às características gerais da sua área de inserção (região metropolitana), conforme apresentadas e descritas anteriormente, o diagnóstico ambiental abordará os aspectos ambientais considerados mais relevantes, impactados direta ou indiretamente pelo empreendimento, em suas diferentes fases.

8.1) Definição Territorial das Áreas de Influência do Empreendimento

De acordo com a Resolução CONAMA 001/86, a área de influência de um empreendimento corresponde à área geográfica a ser, direta ou indiretamente, afetada pelos impactos gerados no processo de planejamento, implantação e operação do empreendimento.

Assim, no contexto do empreendimento em questão, a delimitação das áreas de influência do estudo ambiental refletirá a natureza e a característica do empreendimento, sua localização, etapas de implantação e, principalmente, a abrangência territorial dos impactos diretos e indiretos previsíveis nas diferentes vertentes do estudo ambiental. Deverão ser considerados, então:

- (i) o trecho (eixo principal projetado) da Linha 15 - Branca, entre as Estações Vila Prudente e Dutra, objeto principal do EIA-RIMA e suas respectivas estruturas de apoio, operacionais e de controle, incluindo estações e pátios, entre outros;
- (ii) as sub-bacias hidrográficas que se inserem no contexto geográfico territorial do empreendimento, com seus respectivos divisores de água, como previsto na Resolução CONAMA 001/86;
- (iii) os limites coincidentes das unidades territoriais já previamente estabelecidas (tendo em vista a disponibilidade de dados e informações oficiais), especialmente as Zonas de Pesquisa Origem / Destino (O/D) e unidades censitárias;
- (iv) as características de estrutura urbana, do sistema viário estrutural e do sistema de transporte coletivo das áreas afetadas, relativamente à projetada Linha 15 Branca / Trecho Vila Prudente - Dutra;

Dessa forma, a delimitação física das áreas de influência irá considerar os seguintes principais aspectos:

- ✓ compatibilização com as áreas de incidência e a natureza dos impactos diretos e indiretos e ao mesmo tempo, suficientemente restrita para permitir avaliar com nitidez os impactos identificados;
- ✓ limites coincidentes com unidades territoriais previamente definidas, tendo em vista a disponibilidade de dados e informações, considerando, principalmente, as zonas de tráfego das pesquisas O/D (origem / destino);
- ✓ as características de estrutura urbana, do sistema viário estrutural e do sistema de transporte coletivo das áreas afetadas;
- ✓ as fases de implantação do empreendimento e, principalmente, o traçado do trecho prioritário da Linha 15 Branca – Trecho Vila Prudente – Dutra e a localização de seus

equipamentos e áreas de apoio, incluindo estações, terminais de integração e pátios, conforme detalhado no Projeto Funcional.

Portanto, com base no anteriormente exposto, serão considerados para o desenvolvimento do EIA-RIMA da Linha 15 - Branca três níveis principais de abrangência, representando os limites das áreas geográficas a serem direta ou indiretamente afetadas pelos impactos:

- (i) Área de Influência Indireta (All);
- (ii) Área de Influência Direta (AID); e
- (iii) Área Diretamente Afetada (ADA).

Entretanto, exclusivamente para alguns dos temas correlatos ao meio socioeconômico, será também considerada no presente estudo uma área de influência mais ampla, aqui denominada AIM – Área de Influência Metropolitana, conforme definida detalhadamente no item 8.4.1, adiante. Tal fato se justifica uma vez que a Linha 15 – Branca se constitui em um verdadeiro “anel” metroviário, que interceptará outras linhas metroferroviárias, assumindo, assim, uma escala metropolitana que engloba as zonas geradoras de demandas.

O mapa “*Delimitação Básica das Áreas de Influência*”, (AI-BRA-01), apresentado adiante, mostra a espacialização de cada uma das áreas de influência ora estabelecida.

Para o atendimento do anteriormente exposto, fica estabelecido ainda, que os estudos referentes às *Áreas de Influência Indireta*, privilegiarão os dados secundários, séries históricas e outros, extraídos de trabalhos realizados por entidades públicas e privadas. Esses dados serão complementados por informações obtidas em levantamentos de campo específicos.

Por sua vez, na *Área de Influência Direta* e na *Área Diretamente Afetada* os estudos serão realizados basicamente por meio de mapeamentos específicos e análise de fotografias aéreas, levantamentos de dados primários em estudos de campo, complementados por dados secundários.

Por fim, fica destacado que as escalas de apresentação dos mapas serão compatibilizadas com os requerimentos técnicos de cada estudo temático, com as exigências dos órgãos ambientais, e de acordo com a disponibilidade de cartografia preexistente.

8.1.1) Área de Influência Indireta (All)

Entende-se que, do ponto de vista da funcionalidade, a Linha 15 – Branca proporcionará acessibilidade e mobilidade à população em geral através de sua integração com a “*rede metroferroviária*”, articulando esse equipamento urbano às áreas centrais e demais porções da Região Metropolitana de São Paulo.

⇒ Para os Meios Físico e Biótico

Para efeito de abordagem dos *meios físico e biótico* na All, serão selecionadas as grandes bacias hidrográficas e respectivas sub-bacias. Poderá ser definida pelas áreas onde incidirão alterações originadas indiretamente pelo empreendimento, de forma difusa e com características menos previsíveis; ou seja, nas áreas onde haverá um menor número de alterações na qualidade ambiental provocadas pela implantação e operação da Linha 15 Branca – Trecho Vila Prudente - Dutra. Portanto, a All para os meios físico e biótico abrangerá total ou parcialmente os limites geográficos das sub-bacias hidrográficas abrangidas pelas áreas de inserção do empreendimento, com destaque às sub-bacias atravessadas pela Linha 15 e que confluem para o rio Tietê.

⇒ Para o Meio Socioeconômico:

Relativamente aos aspectos do *meio socioeconômico*, há de ser considerado que a Linha 15 Branca, como parte do sistema de transportes coletivos, tem como objetivo atender prioritariamente às demandas de transporte de determinadas porções da região metropolitana. Assim, a All da Linha 15 – Branca tomará por base a “bacia de captação” mais direta das demandas, seja do entorno da Linha, seja mediante uma curta integração com ônibus até uma das novas estações da mesma.

Essa região da metrópole poderá ter sua dinâmica urbana de alguma forma modificada pela presença da Linha 15, pois seu acesso à rede metroviária será facilitado consideravelmente e esses bairros serão percebidos como parte da área servida por determinadas estações do metrô.

Pela sua configuração em arco, a Linha 15 – Branca intercepta vários eixos de transportes coletivos importantes da zona leste, começando pela av. Prof. Luiz Ignácio de Anhaia Mello e passando pelos eixos representados pelas vias Vila Ema/Orfanato, Sapopemba, Ver. Abel Ferreira, Regente Feijó / Dr. Eduardo Cotching, Conselheiro Carrão, Aricanduva, Radial Leste, Penha de França / Amador Bueno da Veiga / Cangaíba e Gabriela Mistral.

Por essa razão a delimitação da All utiliza como referencial a integração com o sistema de ônibus que, na configuração final do conjunto [Linha 2 / Verde + Linha 15 / Branca] atende cerca de 86% da área total da Zona Leste do município de São Paulo.

Nessa concepção, a All abrange as zonas OD da zona leste do município de São Paulo, assim como da porção sul do município de Guarulhos, de onde partem as demandas diretas lideiras e as viagens em ônibus rumo à rede metro-ferroviária que os transporta aos centros de empregos ao setor sul/sudoeste do centro expandido metropolitano.

Integra também a All o trecho da zona leste próxima, entre a Penha e o Brás, atendido pela Linha 3 Vermelha, que terá aumento de acessibilidade aos trens em função da menor lotação da linha.

Desta forma foram selecionadas 47 zonas OD, que compõem 19 distritos da cidade de São Paulo e mais parcelas de Guarulhos, distinguidas em áreas mais centrais ou periféricas, em relação ao centro, conforme Quadro 8.1.1-1.

Quadro 8.1.1-1
Abrangência Territorial da All

Subáreas	Subprefeituras	Distritos	Zonas OD
Central	Mooca	Brás	Bresser
	Mooca	Belém	Belém, Belenzinho, Celso Garcia, Quarta Parada
	Mooca	Mooca	Mooca, Alto da Mooca, Parque da Mooca
Pericentral	Vila Maria	Vila Maria	Parque Novo Mundo
	Mooca	Tatuapé	Chácara do Piqueri, Gomes Cardim, Parque São Jorge, Tatuapé
		Água Rasa	Água Rasa, Regente Feijó, Vila Bertioga
Vila Prudente	Vila Prudente	Orfanato	
Intermediária	Vila Prudente	São Lucas	Linhas Corrente, Parque São Lucas (*), Vila Ema
	Penha	Cangaíba	Cangaíba, Rui Barbosa
	Penha	Penha	Penha, Tiquatira, Vila Esperança

Subáreas	Subprefeituras	Distritos	Zonas OD
	Penha	Vila Matilde	Vila Matilde, Vila Guilhermina
	Aricanduva	Carrão	Vila Carrão, Vila Califórnia
	Aricanduva	Vila Formosa	Vila Formosa, Jardim Anália Franco
Periférica	Penha	Artur Alvin	Artur Alvin
	Ermelino Matarazzo	Ponte Rasa	Ponte Rasa
	Itaquera	Cidade Líder	Cidade Líder, Parque Savoy
	Aricanduva	Aricanduva	Aricanduva, Sapopemba,
	Vila Prudente	Sapopemba	Fazenda da Juta (*), Jardim Colorado (*), Parque Santa Madalena (*), Teotônio Vilela (*)
	São Mateus	São Mateus	São Mateus (*), Rio Claro, Cidade IV Centenário
	Município de Guarulhos		Guarulhos, Ponte Grande, Vila Galvão

(*) Zonas OD sujeitas a baixa influência da Linha 15.

A análise posterior mais detalhada da estrutura urbana e dos impactos mostrou que dois setores dessa AII (com 6 zonas OD) estarão sujeitos a uma influência menor da Linha 15: no extremo sudeste, a zona OD Parque São Lucas, do distrito São Lucas, todo o distrito de Sapopemba (zonas OD Parque Santa Madalena, Jardim Colorado Teotônio Vilela e Fazenda da Juta), e a zona OD São Mateus, do distrito de São Mateus, zonas estas que se encontram na área de influência direta do Prolongamento da Linha 2 em monotrilho até Cidade Tiradentes.

A delimitação e composição da AII em termos de municípios, distritos, subprefeituras e zonas O/D está registrada no mapa “*Delimitação Básica das Áreas de Influência*”, **(AI-BRA-01)**, conforme apresentado adiante. A AII abrange um território de 157,7 km² onde residem cerca de 1,9 milhões de habitantes.

8.1.2) Área de Influência Direta (AID)

⇒ Para os Meios Físico, Biótico e Socioeconômico:

A AID compreenderá a área que poderá sofrer as consequências diretas dos efeitos / impactos ambientais gerados nas fases de planejamento, implantação e operação do empreendimento.

Para tanto, em especial para os estudos dos *meios físico e biótico*, essa área deverá considerar o alcance espacial dos potenciais impactos e os trechos de jusante das principais sub-bacias atravessadas, através de uma faixa “referencial” com 300 metros de cada lado do alinhamento / eixo principal projetado da Linha 15 - Branca, além de círculos com raio de até 600 (seiscentos) metros tendo como centro as estações e/ou demais áreas de apoio / utilidades da Linha 15 - Branca.

Esta “faixa referencial”, conforme mencionada, poderá ser ampliada no caso de serem verificadas, pontualmente, interferências significativas do traçado projetado em fragmentos de vegetação ou quaisquer outros componentes ambientais de relevância.

Especificamente para os estudos do *meio socioeconômico*, a AID será considerada com base nos *setores censitários* adjacentes ao traçado projetado da Linha 15 – Branca e às estações, cobrindo uma faixa de 600m de raio no entorno das estações; ou seja, toda a “área potencial da demanda lindeira” a ser atendida pela Linha 15. Ainda para efeito dos estudos do meio socioeconômico, a AID poderá incluir também:

- (i) as áreas urbanas passíveis de sofrerem alterações significativas no uso e ocupação do solo;
- (ii) os limites das Zonas de Pesquisa Origem / Destino interceptadas pelo traçado projetado da Linha 15;
- (iii) os corredores viários e áreas adjacentes que terão alterações importantes na circulação viária regional, em decorrência da implantação e operação da Linha 15; e
- (iv) as informações relativas às “unidades de informações territorializadas” / EMPLASA, 2009 (polígonos territoriais delimitados de acordo com características funcionais e urbanas predominantes em cada município) localizadas no entorno imediato do traçado proposto para a Linha 15, assim como as “áreas de captação e distribuição” (conforme identificadas no planejamento de transportes já executado - Projeto Funcional / Linha 15).

O diagnóstico da AID será realizado a partir da análise de dados primários e secundários disponíveis de forma que durante a elaboração do diagnóstico possa ser realizada a comparação de dados históricos de forma a subsidiar a análise

8.1.3) Área Diretamente Afetada (ADA)

⇒ Para os Meios Físico, Biótico e Socioeconômico:

A ADA está contida na AID e compreende aquelas áreas onde efetivamente será implantado o empreendimento, ao longo do eixo principal do traçado projetado (trecho Vila Prudente / Dutra), incluindo as áreas das estações, dos pátios, dos AMV's, dos estacionamentos, dos canteiros de obras, das subestações, entre outras.

Entende-se que nesta área os efeitos decorrentes do empreendimento serão, de forma geral, imediatamente percebidos em todas as etapas, inclusive onde estão previstas as ocorrências das desapropriações e das alterações mais significativas do cenário urbano.

O mapa “*Delimitação Básica das Áreas de Influência*”, **(AI-BRA-01)**, apresentado a adiante, ilustra e apresenta em planta os principais limites estabelecidos para as áreas de influência definidas para o EIA-RIMA da Linha 15 - Branca / Trecho Vila Prudente - Dutra.

INSERIR:

Mapa - “Delimitação Básica das Áreas de Influência”, **(AI-BRA-01)**

CODIGO: RT - 15.00.00.00/1Y1-001	EMISSÃO: 10/09/2012	Folha: 153
APROVAÇÃO: / /	VERIFICAÇÃO: / /	REVISÃO: B

8.2) Caracterização e Análise do Meio Físico

8.2.1) Aspectos Geomorfológicos e Morfométricos

8.2.1.1) Aspectos Metodológicos

O diagnóstico do tema geomorfologia foi realizado a partir do desenvolvimento de duas escalas distintas de abordagem. A primeira abrange toda a Área de Influência Indireta – AII e Área de Influência Direta – AID, enquanto que a segunda abrange a Área Diretamente Afetada – ADA, considerada como a área do traçado projetado da Linha 15 – Branca / Trecho Vila Prudente – Dutra.

Dessa maneira, a metodologia utilizada para a elaboração desse estudo baseia-se na proposta de ROSS (1992, *in* ROSS & MOROZ, 1997), sendo que tal proposta metodológica, por sua vez, está atrelada nos conceitos de *morfoestrutura* e *morfoescultura* propostos por GERASIMOV & MACERJAKOV (1968, *in* ROSS & MOROZ, 1997), onde se considera que a ordem taxonômica do relevo é baseada em 06 (seis) táxons.

Segundo esta metodologia, o conteúdo de cada nível taxonômico analisado é caracterizado da seguinte forma:

- 1º táxon: Unidades morfoestruturais;
- 2º táxon: Unidades morfoesculturais.
- 3º táxon: Conjuntos de formas menores do relevo, que apresentam distinções de aparência entre si em função da rugosidade topográfica ou índice de dissecação do relevo, bem como formato do topo, vertente e vales de cada padrão existente.
- 4º táxon: Corresponde a cada tipo das formas de relevo individualizada, componentes das diferentes unidades morfológicas;
- 5º táxon: Corresponde a vertentes ou setores das vertentes pertencentes a cada uma das formas individualizadas do relevo
- 6º táxon: Formas atuais menores decorrentes de processos atuais, inclusive os antrópicos (formas erosivas, movimentos de massa e suas cicatrizes, cortes e aterros executados por maquinário, entre outros).

Portanto, todo o relevo terrestre pertence a uma determinada estrutura que o sustenta e mostra um aspecto escultural que é decorrente da ação do tipo climático atual e pretérito que atuou ou atua nessa estrutura.

Deste modo a morfoescultura e morfoestrutura definem situações estáticas, produtos da ação dinâmica dos processos endógenos e exógenos. Assim, tem-se que a morfoescultura é um produto da ação climática sobre uma determinada estrutura. O 1º táxon se caracteriza por um táxon maior, a exemplo da morfoestrutura da Bacia sedimentar, que pelas suas características estruturais define um determinado padrão de formas grandes do relevo. O 2º táxon, definido por um táxon menor, são as unidades morfoesculturais, geradas pela ação climática ao longo do tempo geológico, no seio da morfoestrutura.

Em maior escala, observa-se o 3º táxon refletindo as unidades dos padrões de formas semelhantes de relevo ou os padrões de tipos do relevo. Neste táxon os processos

morfoclimáticos atuais (processos morfogenéticos comandados por um determinado tipo climático) começam a ser mais facilmente notados. Estes padrões de formas semelhantes são conjuntos de formas menores do relevo, que apresentam distinções de aparência entre si em função da rugosidade topográfica ou índice de dissecação do relevo, bem como formato do topo, vertente e vales de cada padrão existente. Pode-se ter varias unidades de padrões de formas semelhantes em cada unidade morfoescultural.

As formas de relevo individualizadas dentro de cada unidade de padrão de formas semelhantes corresponde ao 4º táxon na ordem decrescente. As formas de relevo desta categoria tanto podem ser as de agradação tais como planícies fluviais, terraços fluviais ou marinhas, planícies lacustres entre outros ou de denudação resultante do desgaste erosivo, como colinas, morros, cristas, enfim, formas com topos planos aguçados ou convexos.

Assim uma unidade de padrão de formas semelhantes constitui-se por grande número de formas de relevo de 4º táxon, todas semelhantes entre si tanto na morfologia quanto na morfometria, ou seja, no formato, no tamanho, assim como na idade.

O 5º táxon na ordem decrescente são as vertentes ou setores das vertentes pertencentes a cada uma das formas individualizadas do relevo. O 6º táxon corresponde às formas menores produzidas pelos processos erosivos e/ou por depósitos atuais. Assim, são exemplos as voçorocas, ravinas, cicatrizes de deslizamentos, bancos de sedimentação atual, assoreamento, terracetes de pisteio, frutos dos processos morfogenéticos atuais e quase sempre induzidos pelo homem.

Tal metodologia de análise e classificação dos eventos geomorfológicos também está presente na divisão das escalas de análise do presente estudo. Para a caracterização da AII e AID serão abordados o 1º, o 2º e o 3º táxons. Especificamente para a ADA, embora a *metodologia* proposta por Ross seja mais recente no que se refere aos estudos geomorfológicos, optou-se pelo *método* desenvolvido por Ab'Saber (Ab'Saber, 2007), tendo em vista o recorte espacial e a escala de trabalho de maior detalhe para analisar a Área Diretamente Afetada da Linha 15-Branca.

Aziz Nacib Ab'Saber, através da tese de doutorado apresentada a Faculdade de Filosofia e Letras e Ciência Humanas da Universidade de São Paulo, e posteriormente livro publicado pela editora Atêlie Editorial, explica os elementos fundamentais da metrópole, seja sua compartimentação topográfica (colinas paulistanas), seus patamares, rampas, terraços fluviais, baixadas e as planícies aluviais da tríade de rios (Tamanduateí, Tietê e Pinheiros) e seus afluentes.

Diante do exposto, para a elaboração dos mapas referentes à AII e AID (“*Mapa Geomorfológico da AII e AID*” – **MF-BRA-01** e “*Mapa Morfométrico da AII e AID*” – **MF-BRA-02**) foi utilizado como fonte o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, escala 1:500.000, USP – IPT, 1997.(Cartografia oficial do Estado com contribuição de Jurandy Ross) Complementarmente, também foi utilizado como fonte o Mapa Morfométrico da área de interesse, em escala 1:100.000, através de ferramenta de sistema de informação geográfica, manuseio de dados hipsométricos (Topodata) e adaptação da classificação de Aziz Ab'Saber ao relevo do município de São Paulo.

8.2.1.2) Área de Influência Indireta – AII e Área de Influência Direta – AID

A Área de Influência Indireta e Área de Influencia Direta serão contempladas concomitantes neste estudo uma vez que abrangem características similares nas escalas pré-determinadas para o escopo deste projeto.

O Estado de São Paulo, conforme ROSS & MOROZ 1997, apresenta três grandes domínios morfoestruturais, com gêneses diferenciadas. Porém, dos três domínios apenas o Domínio Morfoestrutural do Cinturão Orogênico do Atlântico e o Domínio Morfoestrutural das Bacias Sedimentares Cenozóicas estão presentes na área de estudo.

Estas unidades morfoestruturais presentes na área de estudo possuem diversas outras unidades morfoestruturais; no entanto, para área em análise observa-se a presença apenas do Planalto Atlântico inserido no Domínio do Cinturão Orogênico do Atlântico; e Planalto de São Paulo e Planícies Fluviais no Domínio das Bacias Sedimentares Cenozóicas.

O Quadro 8.2.1.2-1 apresentado a seguir, expõe de maneira geral, a divisão taxonômica utilizada para a elaboração do – “Mapa Geomorfológico da All e AID” (MF-BRA-01), escala 1:250.000, conforme apresentado adiante.

Quadro 8.2.1.2-1
Divisão Taxonômica Utilizada

1º Táxon Unidades Morfoestruturais	2º Táxon Unidades Morfoesculturais	3º Táxon Unidades Morfológicas / Tipos de Relevo
Bacias Sedimentares Cenozóicas	Bacia Sedimentar do Planalto São Paulo (Terciário)	Planalto de São Paulo (Terciário e Quaternário)
	Planícies Fluviais	Planícies Fluviais do Rio Tietê e afluentes
Cinturão Orogênico do Atlântico	Planalto Atlântico	Planalto Paulistano / Alto Tietê
		Planalto e Serra da Mantiqueira

Dessa maneira, o detalhamento da caracterização dos compartimentos geomorfológicos da All e AID, baseada na divisão taxonômica abordada, é exposto a seguir.

⇒ **1º Táxon: Unidades Morfoestruturais**

✓ **Cinturão Orogênico do Atlântico**

Os cinturões orogênicos correspondem aos terrenos mais elevados da superfície terrestre. São áreas de grande complexidade rochosa e estrutural, geradas por efeito de dobramento acompanhados de intrusões, vulcanismo, abalos sísmicos e falhamentos.

As cadeias orogênicas têm sua gênese relacionada com tectônica de placas e encontram-se preferencialmente nas bordas dos continentes em terrenos mais recentes, entre o fim da era Paleozóica e início da Cenozóica.

O cinturão orogênico do Atlântico, particularmente, apresenta um relevo majoritariamente serrano, de grande complexidade litológica e estrutural com origem em processos orogenéticos no período Pré-Cambriano.

Esta unidade possui grande extensão territorial abrangendo extensos territórios da costa leste do continente sul-americano, desde as proximidades da foz do Rio da Prata até o norte do Estado da Bahia. Sua constituição litológica é baseada na presença de granitos envolvidos por gnaisses variados.

⇒ **2º Táxon: Unidades Morfoesculturais do Cinturão Orogênico do Atlântico**

✓ **Planalto Atlântico**

Os Planaltos e Serras do Atlântico Leste-Sudeste, que se associam ao Geossinclídeo Atlantis, apresentam grau acentuado de complexidade. Sua gênese vincula-se a vários ciclos de dobramentos acompanhados de metamorfismos regionais, falhamentos e extensas intrusões.

As diversas fases orogenéticas Pós-Cretáceo, que perdurou além do Terciário Médio, geraram o soerguimento da Plataforma sul americana, reativação de falhamentos antigos e produção de escarpas acentuadas como as da Serra do Mar, Serra da Mantiqueira e fossas tectônicas como as do Vale do Paraíba do Sul.

O modelo dominante do Planalto Atlântico constitui por formas de topos convexos, elevada densidade de canais de drenagem e vales profundos. Trata-se da área do “Domínio dos Mares de Morros” definida por Ab’saber.

O Planalto Atlântico é uma área constituída por diferentes litologias que resultaram em variadas fisionomias, possibilitando a identificação e definição de diversas unidades geomorfológicas.

⇒ **3º Táxon: Unidades Morfológicas / Tipos de Relevo do Planalto Atlântico**

✓ **Planalto e Serra da Mantiqueira**

Planalto e Serra da Mantiqueira faz parte do sistema de compartimentação dos terrenos antigos de São Paulo, sujeitos à alternância de processos morfoclimático intertropicais e à ação contínua de ascensão epigênica.

A Serra da Mantiqueira tem uma formação geológica datada da era arqueana que compreende um maciço rochoso com grande área de terras altas, entre mil e quase três mil metros de altitude, originando uma unidade morfológica em cadeia montanhosa ao longo das divisas dos estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro.

Tal hipsometria e declividade proporcionam fenômenos de escorregamentos superficiais e profundos e de rastejo, principalmente em corpos coluvionares. São frequentes quedas de blocos relacionadas às estruturas da rocha (falha, diáclases, xistosidade ou qualquer outro tipo de descontinuidade) ou no caso de matacões, devido ao descalçamento provocando pela remoção de material terroso que os envolvem. Nos sopés das encostas são comuns formas de acumulação (depósitos de talus e rampas de colúvio).

Em relação à litologia, a unidade morfológica da Mantiqueira é formada de rochas metamórficas, como micaxistos, quartzitos, gnaisses xistosos, itabiritos e hematitas. Essas rochas, de idade proterozóica, apresentam histórico de falhas, dobramentos e processos de mineralização, justificando a tradicional relevância econômica da região.

✓ **Planalto Paulistano / Alto Tietê**

A presente unidade morfológica recobre a maior parte da Área de Influência Indireta – All da Linha 15 - Branca, no que tange as áreas oriundas de cadeias orogênicas. Nela predominam formas de relevo denudacionais, cujos modelados constituem-se basicamente em morros médios e altos, de dissecação média com topos convexos. As altimetrias predominantes situam-se entre 800 e 1.00m e a litologia é basicamente constituída por migmatitos, granitos, micaxistos e gnaisses, as quais proporcionam solos do tipo Podzólico Vermelho – Amarelo e Cambissolos.

A unidade morfológica de escultura planáltica encontra-se em contexto envoltório e substrato rochoso diversificado, relacionado aos seguintes eventos:

- As cumeadas das serras do Mar e Paranapiacaba, suportadas por substrato cristalino, representado pelos gnaisses graníticos e biotita-gnaisses, ao sul e sudeste da All;
- As encostas do Planalto de Ibiúna e Serrania de São Roque a oeste, de micaxistos, filitos e gnaisses e quartzitos intercalados, a oeste da RMSP;
- As serras terminais do complexo da Mantiqueira ao norte da All, sustentadas por gnaisses, micaxistos e o batólito granodiorítico da Serra da Cantareira e granitos intrusivos de maior porte; e as encostas do Planalto de Paraitinga e Vale do Paraíba a leste e nordeste da All, de lineamento de rochas metamórficas xistosas a gnáissicas.

As drenagens apresentam um padrão dendritico, densidade entre média e alta com vales entalhados.

De acordo com ROSS & MOROZ, 1997, “*por ser uma unidade de formas de dissecação média a alta, com vales entalhados e densidade de drenagem média a alta, esta área apresenta um nível de fragilidade potencial médio, estando, portanto, sujeita a fortes atividades erosivas*”.

Subtraídas as áreas de morros cristalinos, o restante da Bacia do Rio Tietê insere-se em uma unidade morfoestrutural denominada, pelos autores supracitados, como “Bacia Sedimentares Cenozóicas”.

✓ **Bacias Sedimentares Cenozóicas**

Esta unidade morfoestrutural congrega regiões distintas entre si, sendo dividida em outras cinco unidades morfoesculturais, entre elas: as Planícies Fluviais e Planalto São Paulo, as quais serão analisadas para a presente projeto, de certo que são as unidades morfoesculturais inseridas na área do empreendimento.

A Bacia Sedimentar Cenozoica formou-se a partir dos abatimentos em zonas de antigos falhamentos reativados na borda norte do Planalto Atlântico. Com o *embaciamento* na porção central, sucedeu-se o acúmulo de sedimentos fluviais, lacustres e de planícies de inundação, em espessura com, originalmente, três centenas de metros, conformando, em um primeiro momento a Formação São Paulo, de época provavelmente pliocênica e mais recentemente, de período quartanário, as planícies fluviais.

A semelhança entre estas unidades morfoesculturais está no fato de que ambas são oriundas de sedimentos continentais e costeiros do Cenozóico, porém suas gêneses são bastante distintas.

⇒ **2º Táxon: Unidades Morfoesculturais das Bacias Sedimentares Cenozóicas**

✓ **Bacia Sedimentar do Planalto São Paulo (Terciário)**

No caso das morfoesculturas do Planalto São Paulo o principal fator associado à sedimentação é sem dúvidas a tectônica. A região apresenta formas de grabens e semigrabens com preenchimento continental (fluvial e lacustre) de idade paleógena e neógena. Os processos tectônicos formadores associam com reflexos tardios dos processos continentais que determinam a abertura do atlântico sul (a partir do mesozóico) e subseqüentes deslocamentos da placa sul-americana.

A unidade morfoescultural supracitada é majoritária na All do empreendimento, predomina em formas de relevo denudacionais, cujos modelados constituem-se basicamente por colinas e patamares aplainados, destacando-se vales com cabeceiras bastante entalhados.

✓ **Planícies Fluviais**

Esta unidade está alocada ao longo da Linha 15 do metrô, no decorrer das áreas imediatas aos cursos d'águas como Rios Aricanduva, Tamanduateí e Tietê.

As planícies Fluviais são depósitos quaternários, acima da bacia sedimentar terciária (particularmente para a área de interesse: Formação Itaquaquetuba), relacionados ao estágio de pré perturbação de sedimentos do rio Tietê e afluentes. São sedimentos mais finos e menos espessos do que das formações oriundas da Bacia Sedimentar do Planalto São Paulo e apresentam contato frequentemente erosivo com essas unidades.

Os sedimentos fluviais dos rios paulistanos analisados raramente ultrapassam 10 metros, visto que representam áreas essencialmente planas, geradas por deposição de origem fluvial holocênica.

⇒ **3º Táxon – Unidades Morfológicas**

✓ **Planalto São Paulo (Terciário e Quaternário)**

Para a análise de padrões e formas semelhantes na morfoescultura da Bacia Sedimentar do Planalto São Paulo, será adotado o padrão observado apenas na área de influência do empreendimento, uma vez que a morfoescultura em pauta possui diversas unidades morfológicas semelhantes atreladas.

Desta forma, na área de interesse, ocorre o padrão de colinas e patamares com topos plano-convexos. Nas colinas destacam-se vales com cabeceiras bastante entalhadas, enquanto nos patamares o entalhamento é menos expressivo.

Segundo Almeida (1974), a sedimentação das camadas de São Paulo não se limita à área sujeita a abatimentos, e se estendeu pela drenagem de então, penetrando pelo vale do Tietê até a montante de Mogi das Cruzes e pelo vale do rio Pinheiros, alcançando o extremo meridional em Engenheiro Marsilac. A maior espessura do pacote sedimentar é observada no vale do rio Tietê, a norte da cidade, que apresenta relevo de espigões ramificados que, nos vales principais terminam em colinas amplas, de perfis muito suavizados, geralmente com elevações de até 50 metros sobre sua base. Entre as colinas existem amplos vales, com estreitas, mas numerosas planícies aluviais.

As altimetrias predominantes situam-se 700 e 800 metros, sendo que os patamares aplanados encontram-se em altitudes em torno de 740 metros, enquanto as colinas atingem de 760 a 800 metros. A litologia desta unidade constitui-se basicamente por argilas, areias e lente de conglomerados, os quais dão origem a solos do tipo Latossolo Vermelho – Amarelo e Latossolo Vermelho – escuro.

✓ **Planícies fluviais do Rio Tietê e afluentes**

Na área de interesse, a unidade morfológica Planícies Fluviais Diversas é representada pela planície fluvial do Rio Tietê, Aricanduva e Tamanduateí, sendo constituída por sedimentos fluviais arenosos e argilosos inconsolidados. As Planícies de inundação do Rio Tietê e afluentes

situam-se entre 720 e 730 metros de altitude, são terrenos planos, de natureza sedimentar fluvial e quaternária, gerados por processos de agradação.

Ab'Saber ressalta ainda que todas as várzeas paulistanas apresentavam cobertura superficial de solo turfoso escuro e bastante espesso (0,75 a 1,5 m). Tais depósitos turfosos holocênicos, muitas vezes recobriam também os terraços fluviais e sopés de colinas, nivelando parcialmente essas áreas, portanto, dificultando a definição dos limites desses compartimentos distintos.

Devido a inundações periódicas, lençol freático pouco profundo e sedimentos inconsolidados sujeitos a acomodações constantes, tal unidade morfológica possui potencial de fragilidade muito elevado.

CODIGO: RT - 15.00.00.00/1Y1-001	EMISSÃO: 10/09/2012	Folha: 160
APROVAÇÃO: / /	VERIFICAÇÃO: / /	REVISÃO: B

INSERIR

“Mapa Geomorfológico da AII e AID” – (MF-BRA-01)

CODIGO: RT - 15.00.00.00/1Y1-001	EMISSÃO: 10/09/2012	Folha: 161
APROVAÇÃO: / /	VERIFICAÇÃO: / /	REVISÃO: B

INSERIR

Mapa Morfométrico da AII e AID (MF-BRA-02)

CODIGO: RT - 15.00.00.00/1Y1-001	EMISSÃO: 10/09/2012	Folha: 162
APROVAÇÃO: / /	VERIFICAÇÃO: / /	REVISÃO: B

8.2.1.3) Área Diretamente Afetada - ADA

Conforme afirmado anteriormente, a área do empreendimento projetado Linha 15 – Branca está totalmente inserida em zona urbana e fortemente antropizada, onde as superfícies naturais dos terrenos e suas respectivas formas se mostram, quase sempre, bastante alteradas.

A ADA, especificamente, foi contemplada com base na adaptação dos conceitos morfométricos apresentados por Aziz Ab'Saber em Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo (Ateliê Editorial, 2007), no Mapa Hipsométrico, escala 1:20.000, ano 2007, EMURB-SP e no Banco de Dados Geomorfométricos – Topodata disponibilizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), cujas informações gerais encontram-se consolidadas no “*Mapa Morfométrico da AII e AID*” (MF-BRA-02), conforme mostrado anteriormente.

Portanto, da análise do referido mapa é possível se concluir que na área do eixo principal projetado da Linha 15 - Branca e de seu entorno imediato ocorrem, basicamente, cinco feições morfométricas, conforme descritas a seguir:

- **Colinas tubulares de nível intermediário:**

Plataformas tabulares de grande importância com elementos de sítio urbano, dispostas de 15 a 25 m acima do nível dos baixos terraços fluviais e planícies de inundação do Tietê. Esse nível foi seccionado, de trecho em trecho, pelos médios vales dos principais subafluentes do Tietê, restando sob a forma de suaves tabuleiros de baixas colinas.

- **Baixas colinas terraceadas:**

Traduzem-se no relevo através de colinas de declives muito suaves, geralmente pouco extensas, constituída por terrenos consistentes e enxutos, retalhados ligeiramente pelos baixos vales dos afluentes do Tietê.

Sob o ponto de vista genético, trata-se de porções laterais ou centrais das áreas que foram interessadas pela cobertura sedimentar do terraceamento pleistocênico, posteriormente aliviadas, total ou parcialmente, das delgadas capas de sedimentos finos, que provavelmente as recobriam. Assim sendo, constituem verdadeiros “assoalhos” mais salientes da antiga capa sedimentária aluvial dos terraços típicos.

- **Terraços fluviais de baixadas relativamente enxutas:**

Trata-se de baixas plataformas aluviais relativamente enxutas, que ladeiam, de maneira descontínua, as principais baixadas da região. Os depósitos desses terraços são constituídos geralmente por aluviões sobrelevadas, de material arenoso ou argilo-arenosos, em que se incluem, quase invariavelmente, um ou mais horizontes de seixos de quartzo e de quartzito, pequenos e médios, parte rolados, parte fragmentários. A distribuição de tais terraços, ao longo das calhas dos principais rios, possibilita sua correlação direta com o mosaico geral da hidrografia atual, salvo poucas exceções.

Os terraços fluviais deste grupo filiam-se perfeitamente a classe dos chamados “fill terraces”, devido a sua estrutura e composição aluvial. Encontram-se embutidos, 15 a 25m abaixo do nível tabular intermediário das colinas pliocênicas paulistanas, embora elevados de 3 a 7 m acima das planícies de inundação do Tietê e de seus principais tributários.

Alguns bairros industriais e posteriormente residenciais, assim como grandes trechos das principais ferrovias que cruzam a cidade, justapuseram-se aos aludidos terraços. Por outro lado,

o desenvolvimento da área urbanizada por sobre os mesmo ocasionou uma verdadeira camuflagem do sítio original, dificultando o estudo de relevo e da estrutura.

- **Patamares e Rampas suaves escalonadas dos flancos do espigão Central:**

Trata-se de patamares elevados e relativamente planos na forma de largos espigões secundários perpendiculares ao eixo divisor Tietê-Pinheiros. Tais patamares descontínuos e decrescentes, esculpido nas abas do Espigão Central, foram retalhados pela porção média e superior dos vales dos pequenos afluentes do Tietê-Pinheiros.

- **Planícies de inundação:**

Na terminologia popular paulistana são compreendidas pelo termo várzea, todos os terrenos de aluviões recentes, desde os brejos das planícies sujeitas à submersão anual, até as planícies mais enxutas e menos sujeitas às inundações existentes nas porções mais elevadas do fundo achatado dos vales.

Desta forma, as várzeas paulistanas são constituídas por alongadas planícies de relevo praticamente nulo, formada pelas aluviões holocênicas dos principais rios que cruzam a bacia São Paulo.

8.2.2) Aspectos Pedológicos

8.2.2.1) Aspectos Metodológicos

Os aspectos pedológicos da Área de Influência Indireta – AII e Área de Influência Direta – AID estão caracterizados, no presente relatório, com base nos dados consolidados no *Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, escala 1:500.000* (EMBRAPA, 1999) e no *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos* (EMBRAPA, 2006), o qual classifica os solos em seis níveis categóricos: 1º Nível Categórico (Ordens), 2º Nível Categórico (Subordens), 3º Nível Categórico (Grandes Grupos), 4º Nível Categórico (Subgrupos), 5º Nível Categórico (Famílias) e 6º Nível Categórico (Séries).

Para a elaboração do mapa “*Mapa Pedológico da AII e AID*” (MF-BRA-03), escala 1:100.000, apresentado adiante, foi utilizado como fonte de consulta o *Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, escala 1:500.000*, EMBRAPA, 1999.

8.2.2.2) Área de Influência Indireta – AII e Área de Influência Direta – AID

O desenvolvimento dos diferentes tipos de solos é o resultado de um longo processo de interação entre o substrato rochoso, o clima predominante e a cobertura vegetal existentes no local.

Em termos gerais, a classificação utilizada para os solos parte da concepção sistêmica de desenvolvimento do perfil, enquanto corpo contínuo, desde o topo até a base das vertentes. A classificação utilizada é descrita de forma genérica, como base para a compreensão e respectiva avaliação do funcionamento da cobertura perante a atuação dos agentes de intempérie e de intervenções antrópicas modificadoras do meio.

Posto isto, a caracterização regional dos tipos de solos presentes na região de interesse da Linha 15 - Branca, incluindo as AII e AID, mostra a ocorrência de um tipo principal de solo, conforme informações gerais consolidadas no Quadro 8.2.2.2-1, apresentado a seguir.

Quadro 8.2.2-1

Tipo de Solo Presente na AII e AID e Respectivas Características Pedológicas Básicas

1º Nível Categórico (Ordem)	2º Nível Categórico (Subordens)	3º Nível Categórico (Grande Grupos)	Característica Pedológica Básica
ARGISSOLO	Vermelho Amarelo (PVA)	Ta Distrófico (PVAvd)	PVA 41 - Distróficos, textura argilosa, relevo forte ondulado + CAMBISSOLOS HÁPLICOS Distróficos, textura argilosa e média, relevo forte ondulado e montanhoso, ambos horizonte A moderado.
			PVA 42 - Distróficos, textura argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso + CAMBISSOLOS HÁPLICOS Distróficos, textura argilosa, relevo montanhoso e escarpado, ambos A moderado.
			PVA 45 - Distróficos, textura argilosa e média argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso + CAMBISSOLOS HÁPLICOS Distróficos, Distróficos, textura argilosa, relevo montanhoso, ambos A moderado.

Fonte: Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, EMBRAPA 2006

Os argissolos são solos minerais, não-hidromórficos, com horizonte A ou E (horizonte de perda de argila, ferro ou matéria orgânica, de coloração clara) seguido de horizonte B textural, com nítida diferença entre os horizontes. Apresentam horizonte B de cor avermelhada até amarelada e teores de óxidos de ferro inferiores a 15%. Podem ser álicos, distróficos ou eutróficos. Têm profundidade variada e ampla variabilidade de classes texturais.

A transição do horizonte A para o horizonte B textural é abrupta, clara ou gradual, mas o teor de argila aumenta com nitidez suficiente para que a parte limítrofe entre eles não ultrapasse uma distância vertical de 30cm, satisfeito o requisito de diferença de textura.

No que tange as características de cada grande grupo, observa-se que solos na área de interesse classificados como Distróficos, os quais apresentam condição química, do solo abaixo da camada arável, com baixos valores de soma de bases (cálcio, magnésio e potássio), ou seja, solos em que porcentagem de saturação por bases é inferior a 50%, sendo, portanto, bastante ácidos. São solos de fertilidade média ou baixa.

Para melhor compreensão dos conceitos apresentados, a camada arável do solo é aquela plausível de modificação com a utilização de implementos agrícolas. Oscila de zero a 40 centímetros e interfere significativamente na produtividade das culturas.

De modo geral os argissolos possuem grande diversidade nas propriedades naturais (teor variável de nutrientes, textura, profundidade, presença ou ausência de cascalhos, pedras ou concreções, ocorrência em diferentes posições na paisagem, entre outras) a ponto que torna-se difícil generalizar suas qualidades.

Com relação à fragilidade, problemas sérios de erosão são verificados naqueles solos em que há grande diferença de textura entre os horizontes A e B (abruptos), sendo tanto maior o problema quanto maior for a declividade do terreno, a exemplo do norte da área de Influência Indireta onde é observado o início do Sistema Cantareira.

Paralelo às características pedológicas expostas, cabe pontuar que 94,9%, da AII do empreendimento, está sobre área urbana, de modo que a cobertura pedologia ali observada dispõe de suas propriedades naturais alteradas, principalmente no que tange os horizontes

superficiais, devido a processos antrópicos como contaminação química, poluição por resíduos sólidos, impermeabilização, desagregação e alteração na mecânica natural dos solos devido à corte e aterros, dentre outras intervenções.

O “*Mapa Pedológico da AII e AID*” (MF-BRA-03), visualizado a diante, apresenta as feições pedológicas, ora analisadas, recorrentes as áreas de influencia da Linha 15-Branca.

CODIGO: RT - 15.00.00.00/1Y1-001	EMISSÃO: 10/09/2012	Folha: 166
APROVAÇÃO: / /	VERIFICAÇÃO: / /	REVISÃO: B

INSERIR

“Mapa Pedológico da AII e AID” – (MF-BRA-03)

CODIGO: RT - 15.00.00.00/1Y1-001	EMISSÃO: 10/09/2012	Folha: 167
APROVAÇÃO: / /	VERIFICAÇÃO: / /	REVISÃO: B

8.2.2.3) Área Diretamente Afetada – ADA

A área diretamente afetada do empreendimento projetado / Linha 15- Branca está totalmente inserida em zona urbana e fortemente antropizada, onde as superfícies naturais dos terrenos se mostram pavimentadas e/ou remobilizadas, dificultando a identificação / visualização dos horizontes de “solo natural”.

Assim, com base no produto cartográfico apresentado anteriormente (**MF-BRA-03**), assume-se no presente estudo (respeitando-se as limitações da escala original adotada) que na área correspondente à faixa de implantação da Linha 15 e seu entorno imediato predomina a unidade pedológica Argissolo Vermelho Amarelo, unidade de mapeamento PVA.

Ressalta-se, entretanto, que algumas porções do eixo principal da Linha 15 estão projetadas muito próximas e/ou paralelamente a determinados cursos d’água (Córrego Tiquatira, Rio Tietê, Rio Aricanduva, Córrego Rapadura, Córrego Móoca), em *zonas aluvionares*, onde caracteristicamente predominam “solos transportados”, os quais apresentam suscetibilidade à inundação e subsidências.

Em ambos os casos enfatiza-se uma potencial fragilidade pedológica da região (áreas de planícies de inundação, terraços fluviais de baixadas relativamente enxutas e baixas colinas terraceadas, local de solos com granulometria grossa de tamanhos diversos e não coesos), ponderando as feições urbanas (densidade), as feições morfométricas (declividade e topografia) e as propriedades naturais do solo observado (pequena espessura e baixo grau de evolução).

8.2.3) Aspectos Geológico-Geotécnicos

8.2.3.1) Aspectos Geológicos

⇒ Aspectos Metodológicos

A caracterização dos aspectos geológicos relacionados às áreas de influência da Linha 15 – Branca foi realizada em diferentes escalas de abordagem, englobando as diferentes áreas de influência do empreendimento e, portanto, abrangendo total ou parcialmente os limites geográficos das sub-bacias que confluem para o rio Tietê, entre a barragem da Penha e a foz do Tamandateí.

Para o contexto geológico da Área de Influência Indireta - AII do empreendimento foram considerados como referências os limites territoriais das sub-bacias hidrográficas nas quais o empreendimento está inserido. Já para a Área de Influência Direta - AID considerou-se uma faixa “referencial” com 300 metros de cada lado do eixo principal projetado da Linha 18, além de círculos com raio de até 600 metros tendo como centro as estações e/ou demais áreas de apoio da linha, enquanto que a Área Diretamente Afetada – ADA consiste na área onde efetivamente será implantado o objeto de licenciamento, incluindo suas estruturas operacionais e de apoio.

Para este diagnóstico foram utilizados dados secundários como Mapeamento contínuo da base cartográfica da RMSP, escala 1:100.000 da EMLASA (2006); Mapa Geológico da Região Metropolitana de São Paulo, Escala 1:250.000 do Instituto Geociências/USP (1998) e Projeto Funcional da Linha 15 – Branca.

Este procedimento permitiu ilustrar o tema em pauta através de produtos cartográficos típicos, ou seja, foi elaborado um mapa, em escala 1:100.000, identificado como “*Mapa Geológico da AII e AID*” (**MF-BRA-04**), correspondente à compilação (com adequações) dos dados secundários supracitados.

De uma maneira geral, as áreas de influência adotadas para o empreendimento estão inseridas nos sedimentos cenozóicos da Bacia Sedimentar de São Paulo, a qual está sob um arcabouço geológico constituído por terrenos policíclicos do Cinturão de Dobramentos Ribeira representado por rochas metamórficas, migmatitos e granitóides. Recobrimdo estes dois compartimentos geológicos destacam-se as ocorrências de depósitos aluviais e coluviais quaternários.

⇒ **Área de Influência Indireta – All, Área de Influência Direta – AID**

De acordo com o estudo *Geologia Urbana da Região Metropolitana de São Paulo* (1998), a área de influência indireta – All da Linha 15 - Branca é composta por um substrato geológico constituído por uma grande variedade litológica, agrupada de forma genérica em três grupos com características distintas, a saber:

- Rochas do Embasamento Cristalino (Pré-Cambriano);
- Rochas Sedimentares da Bacia de São Paulo (Cenozóico) e
- Depósitos aluviais e coluviais (Cenozóico).

A Figura 8.2.3.1-1 apresenta o contexto geológico-topográfico regional para a área onde será implantada a Linha 15. Nesta imagem é possível se observar desde os terrenos Pré-Cambrianos (serra da Cantareira) até as Coberturas Quaternárias (Depósitos aluviais na Bacia de São Paulo).



Fonte: AZIZ, Nacib Ab'saber, Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo, 2007.

Figura 8.2.3.1-1: Seção Geológica-Geomorfológica Esquemática SE-NW da Região Metropolitana de São Paulo

As rochas do **Embasamento Cristalino** são representadas por granitos, granodioritos, monzogranitos e granitóides indiferenciados, que ocorrem predominantemente na porção norte da região metropolitana, sustentando a Serra da Cantareira e, ao sul, em corpos isolados; por metassedimentos de natureza diversificada e metavulcânicas básicas dos grupos São Roque e Serra do Itaberaba; e por rochas do Complexo Embu, constituído por migmatitos, gnaisses, xistos e quartzitos.

Já os **Sedimentos Terciários** pertencentes à **Bacia Sedimentar de São Paulo** ocorrem em toda a área diretamente afetada da Linha 15, bem como ao longo das margens do rio Tietê, Aricanduva e afluentes, constituindo-se no sítio geológico com maior densidade de ocupação na All (44,74%). Destes, aproximadamente 67% do preenchimento são representados por depósitos relacionados a antigas planícies aluviais de rios. As rochas mais típicas compreendem diamictitos e conglomerados com seixos e lamitos predominantemente arenosos, gradando para arenitos, em meio a sedimentos síltico-argilosos.

Por sua vez, os **Sedimentos Quaternários** são compostos por depósitos aluviais, que ocorrem ao longo das várzeas dos rios e córregos atuais, destacando-se as planícies dos rios Tietê, Tamanduateí e Aricanduva, intensamente remodeladas pela ação humana, por meio de retificações dos canais e aterramento das várzeas. Na AII da Linha 15 – Branca, os sedimentos aluviais recobrem aproximadamente 35% do terreno.

Em relação à estrutura, vale destacar que a feição tectônica responsável pela formação da Bacia Sedimentar de São Paulo é o denominado Rift Continental do Sudeste do Brasil (RCSB), o qual possui idade Cenozóica e se estende desde o Estado do Paraná até o Rio de Janeiro, em uma depressão alongada de 900 km composta de bacias e grábens.

O ambiente deposicional da Bacia Sedimentar de São Paulo foi desenvolvido sobre os terrenos policíclicos referentes ao Cinturão de Dobramentos Ribeira, constituído, essencialmente, por rochas metamórficas, migmatitos e granitóides relacionados em parte ao Ciclo Brasileiro/Pan Africano e, em parte, resultantes do retrabalhamento de rochas de ciclos mais antigos.

Observa-se denso sistema de falhamentos transcorrentes (zonas de cisalhamento), de caráter dextral e orientados segundo ENE a EW, os quais recortaram este conjunto litológico e permaneceram ativos até o final do Ciclo Brasileiro, no Cambro – Ordoviciano, cujas reativações posteriores deixaram registros nos sedimentos cenozóicos (e.g Riccomini 1989 *apud Diagnóstico Hidrogeológico da Região Metropolitana de São Paulo – Relatório Final 1994*).

Assim, como forma de melhor visualizar os limites de ocorrência das 5 (cinco) unidades geológicas que ocorrem na AII e AID do presente estudo, consolidou-se o “*Mapa Geológico da AII e AID*” (MF-BRA-04), conforme apresentado adiante.

Da mesma forma, o Quadro 8.2.3.1-1, a seguir, consolida as principais informações relacionadas às unidades litoestratigráficas identificadas nessas áreas.

Quadro 8.2.3.1-1
Unidades Litoestratigráficas – AII / AID

Período	Simbologia (Unidade Litoestratigráfica)	Área (AII)	Litologias
CENOZÓICO	Qa	35,70%	Depósitos Aluvionais: Aluviões em geral, incluindo areias inconsolidadas de granulação variável, argilas e cascalheiras fluviais subordinadamente, em depósitos de calha e/ou terraços
	TIt	0,71%	Formação Itaquaquecetuba: Sistema fluvial entrelaçado. Conglomerado e areias predominantes. Lamitos e argilitos subordinados. Ocorrências recobertas pelos sedimentos aluviais quaternários.
	TSP	5,99%	Formação São Paulo: Sistema fluvial meandrante. Predominância de depósitos arenosos, subordinadamente argilas e conglomerados.

Período	Simbologia (Unidade Litoestratigráfica)	Área (All)	Litologias
	TTr	0,13%	Formação Tremembé - Sistema lacustre. Sedimentos argilosos e siltosos. Ocorrências na Bacia de São Paulo recobertas pelos sedimentos aluviais quaternários.
	TRd	29,81%	Formação Resende: Lamitos, arenitos e conglomerados – Sistema de leques associados á planície aluvial de rios entrelaçados
	TRp	8,10%	Formação Resende: Predominância de Lamitos seixosos – Sistema de leques proximais
PRÉ - CAMBRIANO	PCsg	5,45%	Suítes Graníticas Indiferenciadas: Granitos, granodioritos, monzogranitos, granitóides indiferenciados, equigranulares ou porfiróides, em parte gnáissicos – Sintectônicos e pós – tectônicos
	PCSiv	4,29%	Grupo S. do Itaberaba e Grupo S. Roque correlacionável: Unidade Vulcanossedimentar
	PCSiq	0,72%	Grupo S. do Itaberaba e Grupo S. Roque correlacionável: Unidade Clastoquímica
	PCef	6,03%	Complexo Embu: Xistos. Biotita-quartzo-muscovita-xistos, granada-biotita-xistos, mica-xistos diversos, parcialmente migmatizados. Podem ocorrer corpos lenticulares de anfíbolitos, quartzitos e rochas calciossilicatadas. naises graníticos e biotita – gnaises, migmatizados. Subordinadamente miloníticos
	PCex	3,08%	Complexo Embu: Xistos, Biotita – quartzo – muscovita – xistos, mica – xistos diversos, parcialmente migmatizados. Podem ocorrer corpos lenticulares de anfíbolitos, quartzitos e rochas calciossilicatadas

INSERIR

“Mapa Geológico da AII e AID” – (MF-BRA-04)

CODIGO: RT - 15.00.00.00/1Y1-001	EMISSÃO: 10/09/2012	Folha: 172
APROVAÇÃO: / /	VERIFICAÇÃO: / /	REVISÃO: B

⇒ **Área Diretamente Afetada - ADA**

Tomando-se por base os dados geológicos regionais consolidados para a AII e AID, conforme apresentados anteriormente através do “*Mapa Geológico da AII e AID*” (MF-BRA-04) e, também, as informações contidas na Figura 8.2.3.1-2 apresentada adiante, que mostra a “*Seção Geológica Referencial*” (obtida a partir da execução de sondagens mecânicas ao longo de todo o traçado, incluindo sondagens à percussão nos trechos em solo e rotativas, nos trechos em rocha) é possível concluir que na área correspondente à faixa de implantação da Linha 15 – Branca e seu entorno imediato predominam os sedimentos cenozóicos, além da presença apenas pontual (na porção norte do eixo projetado) de representantes das Suítes Graníticas Indiferenciadas (granitos, granodioritos, monzogranitos, granitóides indiferenciados, equigranulares ou porfiróides, em partes gnaissicos. Sintectônicos e pós-tectônicos)

Nos sedimentos cenozóicos é possível observar duas formações geológicas mais extensas (Resende e São Paulo), uma vez que a topografia modelada sob a formas de colinas propiciam a visualização de afloramentos. De modo geral, a Formação Resende constitui a base destas colinas e a Formação São Paulo o topo e as cristas da morfoescultura. Desta forma, em setores submetidos a processos erosivos, como as vertentes dos vales e os talwegues dos rios mais encaixados, a Formação São Paulo perde espaço aos afloramentos da Formação Resende.

Os projetos e as obras envolvendo o aprofundamento de rios, como o Tietê, Tamanduateí, Aricanduva, Cabuçu e outros, demonstraram que abaixo dos sedimentos terciários, quando estes estão presentes, há rochas e solos de alteração do Embasamento Cristalino, o qual se constitui em um maciço único, embora relacionado à descontinuidades de processos geotectônicos, principalmente falhamentos, resultando na subsidência variável dos blocos rochosos.

De fato, grandes falhamentos transcorrentes como Taxaquara e Caucáia atingem esta área, provenientes de oeste, prosseguindo juntos, para leste, por baixo do talvegue do rio Tietê. Em local situado pouco a montante, entre o Mandaqui e a Penha, esses falhamentos se subdividem em outras estruturas de cisalhamento transcorrente, que prosseguem com as denominações de falhas do Mandaqui, de Jaguari, de Buquirá e outras. O próprio falhamento de Taxaquara tem continuidade para leste e atravessa um pequeno setor ao norte da Sub-Região hidrográfica das Cabeceiras.

Desta forma o embasamento cristalino se apresenta, sob a várzea do rio Tietê, com um relevo subterrâneo extremamente irregular. As concavidades e subsidências das rochas cristalinas foram preenchidas pelos sedimentos terciários, podendo os mesmos atingir localmente, nos grandes abatimentos sofridos, espessuras consideráveis de muitas dezenas, ou mesmo centenas de metros.

Litologicamente, a área de interesse apresenta, ainda, outra unidade litológica importante: trata-se dos sedimentos aluviais constituindo e recobrimdo as várzeas dos rios. Destacam-se, por suas extensões, as várzeas dos rios Tietê, Cabuçu e Aricanduva, secundariamente, dos Córregos Móoca e Tiquatira.

Quanto ao Grau de Dissecção do Relevo, considerando-se que a região se constitui por litotipos cristalinos e sedimentares, têm-se dois grupos de valores: (i) Para as áreas cristalinas os parâmetros são: Distâncias Interfluviais Médias predominando a Classe Pequena (250 a 750m). O Grau de Entalhamento da Classe há também uma Classe predominante: é o Médio (40 a 80m); (ii) Em áreas de constituição terciária: para as Distâncias Interfluviais predomina a Classe Média (750 a 1350m); o Grau de Entalhamento dos Vales varia entre as Classes Muito Fraco (< 20m) e Fraco (20 a 40m).

INSERIR:

Figura 8.2.3.1-2 “Seção Geológica Referencial”

CODIGO: RT - 15.00.00.00/1Y1-001	EMISSÃO: 10/09/2012	Folha: 174
APROVAÇÃO: / /	VERIFICAÇÃO: / /	REVISÃO: B

8.2.3.2) Aspectos Geotécnicos

⇒ Aspectos Metodológicos

A caracterização geotécnica das áreas de influência definidas para a Linha 15 - Branca se deu através da consulta bibliográfica dos seguintes estudos disponíveis:

- Carta Geotécnica da Grande São Paulo, escala 1:50.000, IPT (1984);
- Geologia Urbana da Região Metropolitana de São Paulo (1998);
- Atlas Ambiental do Município de São Paulo (2002);
- Mapa - Maciços de Solo e Rocha, escala 1:100.000, in Município em Mapas / Série Pôster: Panorama (SEMPA e SVMA - 2000), com base em: PMSP & IPT. Carta Geotécnica do Município de São Paulo, 1992.

A partir da consolidação dos dados disponibilizados foi possível realizar uma abordagem geotécnica geral, referente à Área de Influência Indireta – AII, bem como um estudo de maior detalhe para a Área de Influência Direta – AID e Área Diretamente Afetada – ADA do empreendimento.

⇒ Área de Influência Indireta – AII

Sabe-se que os potenciais problemas de caráter geológico-geotécnico que afetam a ocupação nas áreas de influência definidas para o projeto se referem aos escorregamentos, inundações e processos erosionais.

A ocorrência desses fenômenos se dá através da conjugação de condicionantes naturais, tais como: tipos de rochas, de relevo, declividade, presença de discontinuidades (xistosidades, fraturas, falhas) e formas de ocupação urbana (supressão de vegetação, aterramento das várzeas, modificação do perfil natural da encosta pela execução de corte-aterro, impermeabilização do solo, entre outros).

Segundo o estudo *Atlas Ambiental do Município de São Paulo* (2002) e, ainda, tomando-se por base os conjuntos (unidades) geológicos estabelecidos para a região de inserção do empreendimento projetado, conforme exposto anteriormente no “*Mapa Geológico da AII e AID*” (MF-BRA-04), apresentam-se, a seguir, os principais compartimentos / aspectos geotécnicos gerais para os limites das Áreas de Influência Indireta – AII

- **Sedimentos Cenozóicos**

Nesta unidade estão agrupados todos os depósitos sedimentares de idades terciárias e quaternárias, com ocorrência na região de interesse, a saber: Depósitos aluviais (Qa), Formação São Paulo (TSP), onde predominam depósitos arenosos e subordinadamente argilas e conglomerados, Formação Resende (TR), onde ocorrem lamitos, arenitos e conglomerados.

Como já mencionado anteriormente, os depósitos aluviais têm sua ocorrência ao longo das várzeas dos rios e córregos da região, tendo como principais problemas correlacionados à ocupação:

- ✓ Áreas propícias à inundação;
- ✓ Recalques devido ao adensamento de solos moles;
- ✓ Lençol freático raso.

Os sedimentos terciários (Formações São Paulo e Resende) se estendem predominantemente pelas áreas imediatas a várzea do rio Tiete, Aricanduva e Tamandateí (de certo que tratam-se dos rios de leito menor mais extenso nas áreas de influência e embora retificados possuíam caráter meândrico na década de 30). Como principal problema para a ocupação ressalta-se:

- ✓ Recalque diferencial na camada mais superficial de argila porosa e dificuldades de escavação, tanto nos solos superficiais como nos sedimentos desta unidade.

- **Suítes Graníticas Indiferenciadas**

Nesta unidade encontram-se agrupados granitos, granodioritos, monzogranitos e granitóides indiferenciados (Pcsg). Ocorrem predominantemente na região norte e sudeste da All do empreendimento, assim como em pequenos corpos isolados próximo a futura estação Tiquatira.

Quando ocupados, os maciços de solo originados da alteração dos granitos apresentam como maiores problemas:

- ✓ Instabilização de blocos e matacões e a dificuldade de escavação e cravação de estacas;
- ✓ Apresentam potencialidade média para escorregamentos, agravados em áreas com declividades superiores a 60% e em aterros lançados. Quando expostos, os solos podem apresentar processo de ravinamento.

- **Complexo Embu**

Nesta unidade composta por uma grande variedade litológica (gnaisses graníticos e biotita gnaisses migmatizados, xistos, micaxistos, filitos e corpos lenticulares de anfibolitos, quartzitos e rochas calcossilicatadas, entre outras) encontram-se agrupadas as rochas mais antigas, situadas na Área de Influência Indireta para o presente estudo.

Os principais problemas previstos quando da ocupação são:

- ✓ Escorregamentos de taludes de corte e aterro, nas áreas de gnaisses e migmatitos;
- ✓ Erosão intensa, baixa capacidade de suporte e dificuldade de compactação nos solos de alteração dos gnaisses e migmatitos;
- ✓ Baixa capacidade de suporte, dificuldade de compactação de solos de alteração de micaxistos e filitos, além de escorregamentos de aterros lançados em encosta.

- **Grupo Serra do Itaberaba e Grupo São Roque**

Os grupos São Roque e Serra do Itaberaba, com ocorrências na porção norte da área de interesse, é constituído por rochas metassedimentares e metavulcânicas representadas principalmente por filitos, metarenitos e quartzitos, tendo secundariamente a ocorrência de anfibolitos, metacalcários, dolomitos, xistos porfiroblásticos e rochas calcossilicatadas.

Para a All da Linha 15 é possível se identificar duas unidades litoestratigráficas para o Grupo São Roque: Unidade Vulcanossedimentar Basal, constituída por rochas metavulcânicas de caráter básico toleítico e a Unidade clatoquímica, formada por metarenitos, metarcóseos, quartzitos e metassiltitos.

Os grupos São Roque e Serra do Itaberaba foram classificados quanto à potencialidade de ocorrência de escorregamentos como alta. Os principais problemas associados à ocupação de maciços de solos desta unidade são:

- Escorregamentos de aterros constituídos por solos siltosos e micáceos, provenientes da alteração dos filitos e mica-xistos, por dificuldade de compactação;
- Instalação de processos erosivos intensos em cortes (solo exposto) e aterros lançados de filitos e xistos;
- Deslocamento de rocha em maciços quartzíticos e de filitos;
- Baixa capacidade de suporte de solos amolgados provenientes de mica-xistos e de anfibólitos, devido à presença de argila expandida.

Assim, com base nos principais compartimentos geotécnicos estabelecidos para AII e AID do objeto de estudo, conforme descritos acima, apresenta-se a adiante o “*Mapa Geotécnico da AII e AID*” (MF-BRA-05) como forma de melhor se ilustrar todo o anteriormente exposto, cuja “legenda comentada” é apresentada, a seguir.

CODIGO: RT - 15.00.00.00/1Y1-001	EMISSÃO: 10/09/2012	Folha: 177
APROVAÇÃO: / /	VERIFICAÇÃO: / /	REVISÃO: B

INSERIR

“Mapa Geotécnico da AII e AID” – (MF-BRA-05)

CODIGO: RT - 15.00.00.00/1Y1-001	EMISSÃO: 10/09/2012	Folha: 178
APROVAÇÃO: / /	VERIFICAÇÃO: / /	REVISÃO: B

LEGENDA COMENTADA
"Mapa Geotécnico da AII e AID" – (MF-BRA-05)

Litologia	Unidade Homogênea	Feições Geomorfológicas	Aspectos Geotécnicos Solo Superficial (SS); Depósitos Aluviais (AL); Solo de Alteração (AS); Sedimento Terciário (TC); Rocha Muito Alterada (RMA)	Problemas Esperados (Dinâmica do Meio Físico)
Aluvião (al)	1 al	Planícies Aluviais Terrenos baixos e planos junto aos rios e córregos. Declividade geralmente inferiores a 5%. As planícies aluviais são bem desenvolvidas e estão sujeitas periodicamente a inundações, enquanto que os terraços fluviais, alçados de poucos metros em relação às várzeas, não são inundáveis.	AL - Horizonte superior pouco desenvolvido, predominantemente argiloso, orgânico, com restos vegetais. Horizonte inferior constituído por materiais de granulometria variada, com predominância de areia nas ocorrências mais expressivas. Espessuras variando desde alguns centímetros até 6m, podendo atingir localmente cerca de 20m. Sedimentos inconsolidados com baixa capacidade de suporte, notadamente em presença de camadas de argila orgânica. Nível freático próximo à superfície ou aflorante. <u>Nota:</u> É comum encontrar sobreposto a esses horizontes deposição de materiais erodidos e resíduos domésticos e industriais.	Assoreamento das várzeas; enchentes periódicas; dificuldade na drenagem e escoamento das águas servidas e pluviais; nível freático próximo a superfície do terreno; estabilidade precária das paredes de escavação; solapamento das margens dos cursos d'água; recalque das fundações.
Sedimentos da Formação São Paulo e Correlatos - Terciário (tc)	2 tc		SS - Argilo-arenoso, espessura de até 3m, baixa erodibilidade, frequentemente com linha de seixos na base. TC - Camadas intercaladas de argilas, siltes, areias finas argilosas e, subordinadamente, areias grossas e cascalhos. Localmente ocorrem níveis limoníticos. A espessura do pacote sedimentar é muito variável, atingindo até centenas de metros próximo às várzeas dos rios Tietê, Pinheiros e Tamanduateí.	
Xistos (xt)	2 xt	Relevo de Colinas Amplitudes predominantes em torno de 40 m, podendo atingir até 70 m. Declividade predominantes entre 10 e 20 % e raramente maior que 35%, geralmente no terço inferior das encostas e nas cabeceiras de drenagem. Encostas com perfis convexos e retilíneos com superfícies levemente sulcadas. Topos amplos e arredondados. Vales fechados com planícies aluviais restritas. Drenagem de média a baixa densidade (até 30 cursos d'água perene numa área de 10 km ²).	SS - Xisto micáceo (micaxisto) - Argiloso, espessura de 2 a 3 m, baixa erodibilidade. SA - Xisto micáceo (micaxisto) - Siltoso, micáceo, com foliação preservada, bastante espesso, podendo atingir até algumas dezenas de metros com transição gradual para RMA, média a alta erodibilidade. SS - Xisto quartzo - Argilo-arenoso, espessura de 2 a 3 m, baixa erodibilidade. SA - Xisto quartzo - Silto-arenoso, micáceo, com foliação preservada, bastante espesso, podendo atingir até algumas dezenas de metros com transição gradual para RMA, alta erodibilidade. A unidade 2 fl é muito restrita, com solos de características semelhantes às da unidade 3 fl.	Fenômenos erosivos naturais de pouca intensidade, manifestando-se principalmente na forma de erosão laminar. Os problemas de erosão (em sulcos e laminar) se limitam basicamente às áreas em que o solo de alteração é exposto (corte ou aterro), sem que se adote medidas de proteção superficial. Os problemas específicos de cada litologia são semelhantes, em gênero, àqueles descritos abaixo, para as unidades 3, porém em menor grau.
Granitos (gr)	2 gr gn		SS - Argilo-arenoso, espessura de até 2m, baixa erodibilidade. SA - Arenoso-siltoso, pouco micáceo com grânulos de quartzo, espessura da ordem de poucas dezenas de metros, média a alta erodibilidade. Foliação e bandamento preservados no SA de Gnaiss. Ocorrências de matacões imersos no SA e em superfície, em grande quantidade nos domínios das rochas graníticas.	

LEGENDA COMENTADA
“Mapa Geotécnico da AII e AID” – (MF-BRA-05)

Litologia	Unidade Homogênea	Feições Geomorfológicas	Aspectos Geotécnicos		Problemas Esperados (Dinâmica do Meio Físico)		
			Solo Superficial (SS); Depósitos Aluviais (AL); Solo de Alteração (AS); Sedimento Terciário (TC); Rocha Muito Alterada (RMA)				
Sedimentos da Formação São Paulo e Correlatos - Terciário (tc)	3 tc		Solos e sedimentos de características semelhantes aos da unidade 2 tc.		Instabilização em taludes de corte associados à desagregação superficial (empastilhamento) nos níveis argilosos; instabilização localizada (queda de blocos) provocada por erosão retrogressiva (piping) nas camadas mais arenosas, quando taludes de corte interceptam lençóis suspensos. Ruptura de taludes de corte íngremes, quando saturados.		Fenômenos naturais da dinâmica superficial manifestam-se principalmente através da erosão laminar e ocasionalmente ravinamentos. Nas áreas parceladas e ainda não consolidadas, os problemas de erosão são acentuados, observando-se também, em trechos localizados, problemas de estabilidade de taludes, problemas de erosão de grande vulto podem ocorrer, principalmente nas unidades 3 gr, 3 gn e 3 mg, em função da ocorrência de espessas camadas de solo de alteração bastante susceptíveis à erosão (as ravinas chegam a atingir 15m de profundidade).
Xistos (xt)	3 xt 3 fl	Relevo de Morrotes Amplitudes em tomo de 60 m podendo atingir até 90 m. Declividades predominantes entre 20 e 35% nas porções inferiores das encostas, e entre 10 e 20% nas porções superiores e topos. Subordinadamente maior que 35% no terço inferior de algumas encostas e em anfiteatros. Encostas com perfis retilíneos a convexos e superfícies desde levemente sulcadas a ravinadas (linhas de drenagem natural), com alguns anfiteatros. Topos relativamente amplos e alongados. Vales fechados com planícies aluviais restritas. Drenagem de alta densidade (mais de 30 cursos d'água perenes numa área de 10 km ²).	SS - Xistos - Solos de características semelhantes aos da unidade 2 xt, preominando espessuras da ordem de 1 a 2m. SA Xistos - Solos de características semelhantes aos da unidade 2 xt. SS Filito - Argiloso, com espessura da ordem de 1m, baixa erodibilidade. SA Filito - Siltoso, foliação preservada, espessura variando desde alguns centímetros até 2m. Transição gradual para RMA. Erodibilidade média a baixa variando com a espessura da camada e com a proximidade da interface SA/RMA.		Erosão laminar e e sulcos rasos nos leitos das ruas e taludes de corte; erosão em sulcos profundos e ravinas em aterros constituídos por material predominantemente siltoso e micáceo (SA de xisto); queda de blocos (xisto) e desagregação superficial (empastilhamento-filto) em taludes de corte em RMA; instabilidade dos taludes de corte condicional principalmente à presença de planos de foliação e fraturas em posição espacial desfavorável; baixa resistência ao cisalhamento e fraca erodibilidade em aterros com material de SA essencialmente siltoso e micáceo.		
Granitos (gr)	3 gr 3 gn		SS - Solos de características semelhantes ao da unidade 2 gr e 2 gn, predominando espessuras entre 1 e 2m. SA - Solos de características semelhantes ao da unidade 2 gr e 2 gn. Espessuras variando de alguns metros até dezenas de metros. Devido à irregularidade do topo rochoso, notadamente nos granitos, pode-se encontrar, em pontos localizados, a rocha sã em profundidade próximas a 3m. SS/SA Metaconglomerado - Semelhantes ao da unidade 5 mc.		Alta susceptibilidade à erosão dos solos de alteração que se manifesta em sulcos e ravinas, em cortes e em aterros; dificuldades de terraplenagens e de abertura de valas, condicionadas pela presença de matacões; queda de blocos em taludes de corte e em encostas por descalçamento e por erosão do material terroso envolvente.		

LEGENDA COMENTADA
"Mapa Geotécnico da AII e AID" – (MF-BRA-05)

Litologia	Unidade Homogênea	Feições Geomorfológicas	Aspectos Geotécnicos Solo Superficial (SS); Depósitos Aluviais (AL); Solo de Alteração (AS); Sedimento Terciário (TC); Rocha Muito Alterada (RMA)	Problemas Esperados (Dinâmica do Meio Físico)
Xistos (xt)	5 xt 5 fl		SS/SA - Solos de características semelhantes aos da unidade 3 xt e 3 fl.	
Granitos (gr) Gnaisses (gn)	5 gr 5gn	Relevo de Morrotes Altos e Morros Baixos Amplitudes entre 90 e 110 m. Declividades predominantes entre 20 e 35% nas porções superiores das encostas. Subordinadamente, entre 10 a 20% nos topos e maior que 35% no terço inferior das encostas e nos anfiteatros. Encostas com perfis retilíneos a convexos e superfícies razoavelmente entalhadas por ravinhas, com frequentes anfiteatros. Topos estreitos e alongados. Vales fechados e assimétricos com planícies aluviais restritas. Drenagem de alta densidade (mais de 30 cursos d'água perenes numa área de 10 km ²).	SS/AS - Solos de Características semelhantes aos da unidades 2 gr e 2 gn. SS metaconglomerado - areno-argiloso, espessura até 1m. SA metaconglomerados - areno-siltoso, foliação preservada, espessura de alguns metros. Eventual ocorrência de matacões.	Fenômenos naturais de dinâmica superficial manifestam-se através de erosão laminar e de frequentes ravinamentos; os problemas decorrentes de cortes e aterros em termos de erosão e estabilidade são semelhantes aos da unidade 3, porém se manifestando de forma mais intensa e frequente, devido à maior energia do relevo.
Anfibólitos (af)	5 af		SS - Argiloso, espessura de 1 a 2 m, baixa erodibilidade. SA - Argiloso, espessuras variando desde centímetros a 5 m. Em geral são ocorrências restritas ou intercaladas em xistos.	

LEGENDA COMENTADA
“Mapa Geotécnico da AII e AID” – (MF-BRA-05)

Litologia	Unidade Homogênea	Feições Geomorfológicas	Aspectos Geotécnicos Solo Superficial (SS); Depósitos Aluviais (AL); Solo de Alteração (AS); Sedimento Terciário (TC); Rocha Muito Alterada (RMA)	Problemas Esperados (Dinâmica do Meio Físico)
Xistos (xt)	7 xt 7 fl		SS- Solos de características semelhantes aos da unidade 3 xt e 3 fl, predominando espessuras da ordem de 0,5m. SA - Solos de características semelhantes aos da unidade 3 xt e 3 fl, em geral pouco espesso (de centímetros a alguns metros).	Fenômenos naturais de dinâmica superficial manifestam-se através de erosão em sulcos e laminar. Escorregamentos naturais ocorrem com alguma frequência. Estas unidades apresentam muitos setores de ocupação problemática, tais como: anfiteatros, vertentes de vales fortemente encaixados e segmentos de encostas com alta declividade; estes setores se apresentam potencialmente instáveis e bastante susceptíveis às mutilações, as quais podem deflagrar
Anfibólitos (af)	7 af	Relevo de Morros Altos Amplitudes predominantes entre 140 e 160 m, podendo atingir até 200 m. Declividades predominantes entre 20 e 35% nos topos e porções superiores das encostas, e maior que 35% nas porções inferiores. Subordinadamente, entre 10 e 20% nos topos. Encostas com perfis predominantemente retilíneos e superfícies bastante entalhadas, com grotas profundas, anfiteatros e ravinas. Topos estreitos e alongados. Vales fechados. Drenagem de alta densidade (mais de 30 cursos d'água perenes numa área de 10 km²).	SS/AS - Solos de características semelhantes aos da unidade 5 af, em geral com espessura total (SS+AS) menor que 1 m. Presença de matacões na superfície do terreno.	escorregamentos, queda de blocos e intensa erosão hídrica, devido a acentuada energia erosiva imposta pelo relevo, independentemente do grau de erodibilidade dos solos.
Granitos (gr)	7 gr	Amplitudes predominantes entre 140 e 160 m, podendo atingir até 200 m. Declividades predominantes entre 20 e 35% nos topos e porções superiores das encostas, e maior que 35% nas porções inferiores. Subordinadamente, entre 10 e 20% nos topos. Encostas com perfis predominantemente retilíneos e superfícies bastante entalhadas, com grotas profundas, anfiteatros e ravinas. Topos estreitos e alongados. Vales fechados. Drenagem de alta densidade (mais de 30 cursos d'água perenes numa área de 10 km²).	SS - Solos de características semelhantes aos das unidades 2 gr, 2 gn e 5mc, predominando espessuras da ordem de 0,5m. SA - Solos de características semelhantes aos das unidades 2gr, 2gn e 5 mc, pouco espesso de alguns centímetros a menos de uma dezena de metros.	Fenômenos naturais de dinâmica superficial manifestam-se através de erosão em sulcos e laminar. Escorregamentos naturais ocorrem com alguma frequência. Estas unidades apresentam muitos setores de ocupação problemática, tais como: anfiteatros, vertentes de vales fortemente encaixados e segmentos de encostas com alta declividade; estes setores se apresentam potencialmente instáveis e bastante susceptíveis às mutilações, as quais podem deflagrar
Granitos (gr)	8 gr	Relevo Montanhoso (Montanhas e Serras) e de Escarpas Amplitudes predominantes em torno de 300m nas montanhas e serras podendo atingir até 400m. Nas escarpas, amplitudes em torno de 100 a 200 m. Declividades predominantes no relevo montanhoso maiores que 35%. Subordinadamente, 20 a 35% nos topos. As escarpas apresentam declividades essencialmente maiores que 35%, com predominância em torno de 60%. Encostas com perfis predominantemente retilíneos e superfícies bastante entalhadas, com grotas profundas e ravinas. Topos estreitos e alongados. Vales fechados. Drenagem de alta densidade (mais de 30 cursos d'água perenes numa área de 10 km²).	SS/SA - Solos de características semelhantes aos da unidade 2 gr e 2 gn, espessura total (SS + SA) geralmente inferior a 2m.	escorregamentos, queda de blocos e intensa erosão hídrica, devido a acentuada energia erosiva imposta pelo relevo, independentemente do grau de erodibilidade dos solos.
Granitos (gr)	8 gr	Relevo Montanhoso (Montanhas e Serras) e de Escarpas Amplitudes predominantes em torno de 300m nas montanhas e serras podendo atingir até 400m. Nas escarpas, amplitudes em torno de 100 a 200 m. Declividades predominantes no relevo montanhoso maiores que 35%. Subordinadamente, 20 a 35% nos topos. As escarpas apresentam declividades essencialmente maiores que 35%, com predominância em torno de 60%. Encostas com perfis predominantemente retilíneos e superfícies bastante entalhadas, com grotas profundas e ravinas. Topos estreitos e alongados. Vales fechados. Drenagem de alta densidade (mais de 30 cursos d'água perenes numa área de 10 km²).	SS/SA - Solos de características semelhantes aos da unidade 2 gr e 2 gn, espessura total (SS + SA) geralmente inferior a 2m.	A configuração do relevo propicia a ocorrência comum de fenômenos naturais de movimentação de massa, tais como, escorregamento, queda de blocos e rastejo; são áreas extremamente sensíveis a qualquer tipo de mutilação; a mata secundária natural, comum nestas áreas, desempenha importante papel no equilíbrio dinâmico das encostas, como também na perenização das nascentes; fenômenos de erosão hídrica evidentes somente nas áreas desprovidas de cobertura vegetal (áreas afetadas por escorregamentos, áreas de movimentação de terra em obras civis, pedreiras e etc.).

A fim de corroborar com a análise do diagnóstico geotécnico é apresentado, a seguir, o “Mapa de Restrições Físicas ao Assentamento Urbano” (MF-BRA-06) para as áreas de influência da Linha 15-Branca.

INSERIR

“Mapa de Restrições Físicas ao Assentamento Urbano” (MF-BRA-06)

CODIGO: RT - 15.00.00.00/1Y1-001	EMISSÃO: 10/09/2012	Folha: 183
APROVAÇÃO: / /	VERIFICAÇÃO: / /	REVISÃO: B

⇒ **Área de Influência Direta- AID e Área Diretamente Afetada - ADA**

Utilizando-se como referência principal o Mapa - Maciços de Solo e Rocha, escala 1:100.000 (2000) e a “legenda comentada” da carta Geotécnica da Grande São Paulo, escala 1:50.000 (IPT, 1984), conforme apresentada anteriormente, consolidou-se a Figura 8.2.3.2-1, visualizada abaixo, que apresenta as “Unidades Geotécnicas Estabelecidas para a AID e ADA do empreendimento”

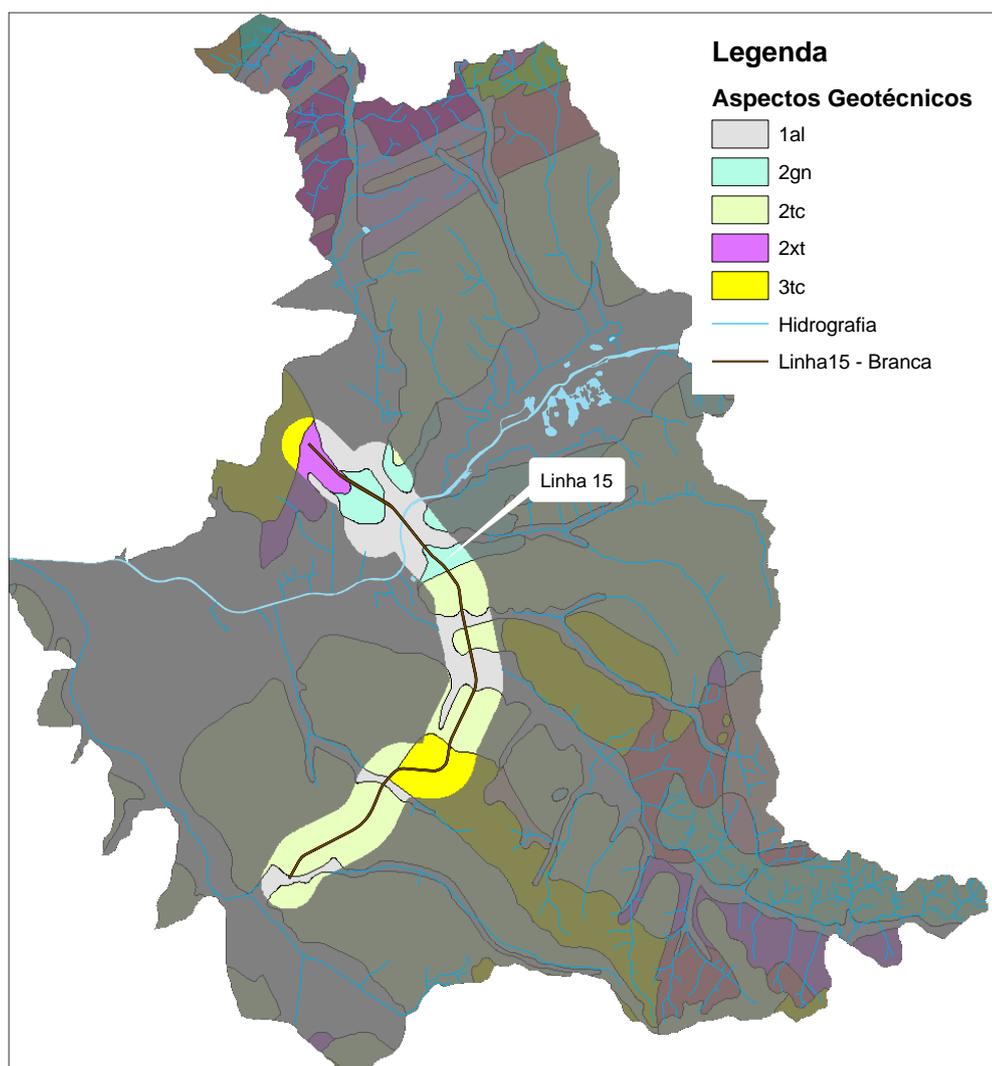


Figura 8.2.3.2-1: Unidades Geotécnicas Estabelecidas para a AID e ADA

Desta figura é possível aferir que na faixa de implantação / eixo principal da Linha 15 - Branca, qual seja, na área correspondente à ADA e seu entorno imediato, predominam unidades geotécnicas sedimentares, cujas principais características e potenciais problemas relativos aos processos de dinâmica superficial e/ou de instabilidades naturais são detalhadas no Quadro 8.2.3.2-1, adiante.

Quadro 8.2.3.2-1
Unidades Geotécnicas Sedimentares – ADA e entorno imediato

Litologia	Unidade Homogênea	Feições Geomorfológicas	Aspectos Geotécnicos Solo Superficial (SS); Depósitos Aluviais (AL); Solo de Alteração (AS); Sedimento Terciário (TC); Rocha Muito Alterada (RMA)	Problemas Esperados (Dinâmica do Meio Físico)
Aluvião (al)	1 al	<p>Planícies Aluviais</p> <p>Terrenos baixos e planos junto aos rios e córregos.</p> <p>Declividades geralmente inferiores a 5%. As planícies aluviais são bem desenvolvidas e estão sujeitas periodicamente a inundações, enquanto que os terraços fluviais, alçados de poucos metros em relação as várzeas, não são inundáveis.</p>	<p>AL - Horizonte superior pouco desenvolvido, predominantemente argiloso, orgânico, com restos vegetais. Horizonte inferior constituído por materiais de granulometria variada, com predominância de areia nas ocorrências mais expressivas.</p> <p>Espessuras variando desde alguns centímetros até 6m, podendo atingir localmente cerca de 20m. Sedimentos inconsolidados com baixa capacidade de suporte, notadamente em presença de camadas de argila orgânica. Nível freático próximo à superfície ou aflorante.</p> <p>Nota: É comum encontrar sobreposto a esses horizontes deposição de materiais erodidos e resíduos domésticos e industriais.</p>	<p>Assoreamento das várzeas; enchentes periódicas; dificuldade na drenagem e escoamento das águas servidas e pluviais; nível freático próximo à superfície do terreno; estabilidade precária das paredes de escavação; solapamento das margens dos cursos d'água; recalque das fundações.</p>
Sedimentos da Formação São Paulo e Correlatos - Terciário (tc)	2 tc	<p>Relevo de Colinas</p> <p>Amplitudes predominantes em torno de 40 m, podendo atingir até 70 m.</p> <p>Declividades predominantes entre 10 e 20 % e raramente maior que 35%, geralmente no terço inferior das encostas e nas cabeceiras de drenagem. Encostas com perfis convexos e retilíneos com superfícies levemente sulcadas.</p>	<p>SS - Argilo-arenoso, espessura de até 3m, baixa erodibilidade, frequentemente com linha de seixos na base.</p> <p>TC - Camadas intercaladas de argilas, siltes, areias finas argilosas e, subordinadamente, areias grossas e cascalhos. Localmente ocorrem níveis limoníticos.</p> <p>A espessura do pacote sedimentar é muito variável, atingindo até centenas de metros próximo às várzeas dos rios Tietê, Pinheiros e Tamanduaeté.</p>	<p>Fenômenos erosivos naturais de pouca intensidade, manifestando-se principalmente na forma de erosão laminar.</p>
Xistos (xt)	2 xt	<p>Topos amplos e arredondados. Vales fechados com planícies aluviais restritas. Drenagem de média a baixa densidade (até 30 cursos d'água perene numa área de 10 km²).</p>	<p>SS - Xisto micáceo (micaxisto) - Argiloso, espessura de 2 a 3 m, baixa erodibilidade.</p> <p>SA - Xisto micáceo (micaxisto) - Siltoso, micáceo, com foliação preservada, bastante espesso, podendo atingir até algumas dezenas de metros com transição gradual para RMA, média a alta erodibilidade.</p> <p>SS - Xisto quartzo - Argilo-arenoso, espessura de 2 a 3 m, baixa erodibilidade.</p> <p>SA - Xisto quartzo - Silto-arenoso, micáceo, com foliação preservada, bastante espesso, podendo atingir</p>	<p>Os problemas de erosão (em sulcos e laminar) se limitam basicamente às áreas em que o solo de alteração é exposto (corte ou aterro), sem que se adote medidas de proteção superficial.</p> <p>Os problemas específicos de cada litologia são semelhantes, em gênero, àqueles descritos abaixo, para as unidades 3, porém em menos grau.</p>

Litologia	Unidade Homogênea	Feições Geomorfológicas	Aspectos Geotécnicos Solo Superficial (SS); Depósitos Aluviais (AL); Solo de Alteração (AS); Sedimento Terciário (TC); Rocha Muito Alterada (RMA)	Problemas Esperados (Dinâmica do Meio Físico)	
			até algumas dezenas de metros com transição gradual para RMA, alta erodibilidade. A unidade 2 fl é muito restrita, com solos de características semelhantes às da unidade 3 fl.		
Gnaisses (gn)	2 gn		SS - Argilo-arenoso, espessura de até 2m, baixa erodibilidade. SA - Areno-siltoso, pouco micáceo com grânulos de quartzo, espessura da ordem de poucas dezenas de metros, média a alta erodibilidade. Foliação e bandamento preservados no SA de Gnaisse. Ocorrências de matacões imersos no SA e em superfície, em grande quantidade nos domínios das rochas graníticas.		
Sedimentos da Formação São Paulo e Correlatos - Terciário (tc)	3 tc	<p>Relevo de Morrotes</p> <p>Amplitudes em torno de 60 m podendo atingir até 90 m.</p> <p>Declividades predominantes entre 20 e 35% nas porções inferiores das encostas, e entre 10 e 20% nas porções superiores e topos.</p> <p>Subordinadamente maior que 35% no terço inferior de algumas encostas e em anfiteatros.</p> <p>Encostas com perfis retilíneos a convexos e superfícies desde levemente sulcadas a ravinadas (linhas de drenagem natural), com alguns anfiteatros.</p> <p>Topos relativamente amplos e alongados. Vales fechados com planícies aluviais restritas. Drenagem de alta densidade (mais de 30 cursos d'água perenes numa área de 10 km²).</p>	Solos e sedimentos de características semelhantes aos da unidade 2 tc.	<p>Instabilização em taludes de corte associados à desagregação superficial (empastilhamento) nos níveis argilosos;</p> <p>Instabilização localizada (queda de blocos) provocada por erosão retrogressiva (piping) nas camadas mais arenosas, quando taludes de corte interceptam lençóis suspensos.</p> <p>Ruptura de taludes de corte íngremes, quando saturados.</p>	<p>Fenômenos naturais da dinâmica superficial manifestam-se principalmente através da erosão laminar e ocasionalmente ravinamentos.</p> <p>Nas áreas parceladas e ainda não consolidadas, os problemas de erosão são acentuados, observando-se também, em trechos localizados,</p>

8.2.4) Recursos Hídricos Superficiais e Aspectos Hidrogeológicos

8.2.4.1) Recursos Hídricos Superficiais

⇒ Aspectos Metodológicos

Para a avaliação dos recursos hídricos superficiais incidentes ao longo do traçado projetado para Linha 15 - Branca, no seu trecho Vila Prudente - Dutra adotou-se como unidade de análise regional a bacia hidrográfica do Alto Tietê (corresponde à área drenada pelo Rio Tietê desde suas nascentes em Salesópolis até a Barragem de Rasgão), com ênfase nos rios e córregos diretamente impactados pelo empreendimento e situados na sub-bacias Alto Tietê, Aricanduva, Tamandateí e tributários.

Nesse contexto, vale destacar que a Linha 15 – Branca e suas áreas de influência (All, AID e ADA) encontram-se inseridas na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Alto Tietê - UGRHI 06 (no âmbito da Política Estadual de Recursos Hídricos), conforme ilustrado adiante através da Figura 8.2.4.1-1.



Fonte: SIGRH, 2012 (adaptado)

Figura 8.2.4.1-1: Localização da UGRHI 06 no Estado de São Paulo

⇒ Área de Influência Indireta – All e Área de Influência Direta - AID

Para o empreendimento estudado, cabe ressalva à subdivisão de gerenciamento dos recursos hídricos no contexto do território da Região Metropolitana de São Paulo (parcialmente estabelecido como área de influência indireta – All da Linha 15), conforme ilustra a Figura 8.2.4.1-2, a seguir: