

FUNDAÇÃO ESCOLA DE SOCIOLOGIA E POLÍTICA DE SÃO PAULO

# **RODOANEL METROPOLITANO DE SÃO PAULO**

**Trecho Oeste**

**Estudo de Impacto Ambiental**

**Volume I**

## ÍNDICE

### VOLUME I

<b>1.0 Apresentação</b>	3
1.1 Dados Básicos	6
1.2 Localização	7
1.3 Antecedentes	7
1.4 Programa Geral de Implantação	8
1.5 Histórico do Programa de Licenciamento Ambiental	9
<b>2.0 Justificativa do Empreendimento</b>	12
2.1 Objetivos	12
2.2 O Empreendimento no Contexto Nacional e Macroregional	15
2.3 O Empreendimento e o Sistema Regional de Transporte	17
2.3.1 A Situação Atual do Trânsito	18
2.3.2 Prognóstico do Trânsito	36
2.3.3 Impactos do Empreendimento no Trânsito	44
2.4 Avaliação Sócio-Econômica	53
2.4.1 Metodologia	53
2.4.2 Resultados	57
2.5 Conclusões	60
<b>3.0 Estudo de Alternativas</b>	62
3.1 Alternativas Tecnológicas	62
3.2 Alternativas de Traçado	65
3.2.1 Alternativas Históricas	65
3.2.2 Delimitação da Banda para Busca de Alternativas	81
3.2.3 Identificação de Alternativas Atuais	86
3.2.4 Avaliação Comparativa	92
3.2.5 Considerações Referentes à Continuidade do Traçado nos Trechos Sul e Norte do Rodoanel	104
3.2.6 Prolongamento do Trecho Oeste ao Norte	105
3.2.7 Variantes do Traçado Selecionado	106

<b>4.0 Caracterização do Empreendimento</b>	113
4.1 Padrão Viário e Capacidade	113
4.2 Características Técnicas do Empreendimento	114
4.3 Condicionantes Logísticas	135
4.4 Balanço de Materiais	137
4.5 Áreas de Apoio	143
4.6 Principais Procedimentos Executivos	149
4.7 Cronograma	160
4.8 Investimentos	161
4.9 Modificações em Estudo	162

## 1.0

### Apresentação

O *objeto de licenciamento* do presente Estudo de Impacto Ambiental (EIA) é o Trecho Oeste do Rodoanel Metropolitano de São Paulo. Trata-se do segmento de 31,7 km entre a interseção com a Rodovia Régis Bittencourt, no Município de Embu, e a interseção com a Estrada Velha de Campinas (Avenida Raimundo Pereira de Magalhães), no Município de São Paulo.

Pelo fato do *objeto de licenciamento* constituir parte de um empreendimento maior, a avaliação do seu impacto ambiental exige um tratamento metodológico especial. A execução de somente uma parte dos aproximadamente 170 km do anel perimétrico completo da RMSP gerará custos ambientais proporcionalmente menores. Em contrapartida, os benefícios ambientais também serão menores, uma vez que os problemas de congestionamento da rede viária e de penetração de trânsito rodoviário de passagem dentro da região central da metrópole também serão mitigados em proporção menor.

De um modo geral, analisam-se e avaliam-se no presente Estudo de Impacto Ambiental - EIA os impactos a serem auferidos exclusivamente em função da implantação do Trecho Oeste, de forma a possibilitar a realização de um balanço ambiental sobre este trecho.

Sem prejuízo do exposto, quando necessário, alguns assuntos são discutidos em um contexto maior, considerando o Rodoanel de forma integral, em especial no que tange à análise da justificativa do Empreendimento.

Similarmente, a avaliação de alternativas de traçado considera, inicialmente, as diretrizes gerais para todo o Rodoanel e, em segunda instância, as alternativas específicas para o Trecho Oeste.

O presente EIA está estruturado em oito volumes, sendo que cinco volumes contém o corpo do estudo (Volumes I a V), e os três restantes contém Anexos. Os cinco volumes principais incluem quatro volumes de texto e um com mapas e plantas temáticas, como segue:

#### Volume I - Justificativa do Empreendimento, Seleção de Alternativas e Caracterização do Empreendimento

Nesse volume, analisa-se, primeiramente, a problemática de transportes da Região Metropolitana de São Paulo e apresenta-se a justificativa do Empreendimento. Conceitualmente, toda essa análise pode ser incorporada ao processo de seleção de alternativas, uma vez que a justificativa do Empreendimento pode ser entendida como a seleção entre duas opções: a inação ou a decisão de agir corretivamente.

Conforme mencionado, a análise da justificativa do Trecho Oeste remete-se necessariamente ao Rodoanel como um todo. Entretanto, a avaliação de impactos e benefícios, desenvolvida no Volume IV, restringe-se exclusivamente àqueles atribuíveis ao Trecho Oeste.

Em seguida, discutem-se as alternativas tecnológicas e de traçado, tanto a nível de diretrizes para o rodoanel completo quanto em um nível mais detalhado para o Trecho Oeste.

Finalmente, no Volume I descreve-se detalhadamente o *objeto de licenciamento*, caracterizando o traçado selecionado, geometria, características físicas, principais quantitativos de obra, cronograma e estimativa do valor dos investimentos necessários, entre outros aspectos.

### **Volume II - Diagnóstico da Área de Influência Indireta (AII)**

O diagnóstico ambiental das áreas de estudo para a avaliação do Empreendimento é desenvolvido por um processo de aproximação sucessiva. Inicialmente, tratam-se os aspectos referentes aos meios físico, biótico e antrópico, no nível macro-regional, abrangendo a Área de Influência Indireta (AII) do Empreendimento. Em seguida, todos esses aspectos são tratados a um nível mais detalhado na Área de Influência Direta (AID) e, finalmente, da Área Diretamente Afetada (ADA).

O Volume II refere-se exclusivamente à caracterização da AII.

### **Volume III - Diagnóstico da Área de Influência Indireta (AID) e da Área Diretamente Afetada (ADA)**

No Volume III consolidam-se as informações referentes ao diagnóstico ambiental da AID e da ADA.

### **Volume IV - Avaliação do Impacto Ambiental**

A avaliação ambiental do Empreendimento é desenvolvida no Volume IV. Essa análise, conforme já mencionado, remete-se exclusivamente ao Trecho Oeste e inclui a identificação de todas as ações impactantes resultantes de sua implantação e operação, a delimitação de todos os componentes ambientais passíveis de serem impactados por essas ações, e a consequente identificação e avaliação de impactos. Inclui-se, também, no Volume IV a especificação detalhada do Programa Ambiental do Empreendimento, incluindo todas as medidas mitigadoras e/ou compensatórias preconizadas. Finalmente, efetua-se o balanço de custos e benefícios ambientais resultantes da implantação do Empreendimento.

### **Volume V - Mapas e Plantas Temáticas**

O EIA inclui um conjunto de mapas e plantas temáticas nas escalas 1:10.000 e 1: 5.000, as quais são apresentadas no Volume V. Com o objetivo de facilitar a reprodução colorida e a manipulação, essas plantas são apresentadas em formato A3, sendo que cada tema mapeado exige uma série de 9 folhas (na escala 1: 10.000) ou 20 folhas (na escala 1: 5.000). Inclui-se também no Volume V um levantamento aerofotográfico de baixa altitude realizado no traçado proposto.

De forma complementar aos cinco volumes de texto acima elencados, o EIA inclui também três volumes com Anexos, nos quais é apresentado o Projeto Básico do Empreendimento, a versão completa de alguns estudos técnicos que subsidiaram o EIA e documentação de apoio às avaliações técnicas desenvolvidas. O resumo dos Anexos integrantes do presente EIA é apresentado a seguir:

### **Volume VI**

Anexo 1 : Projeto Básico - VETEC Engenharia S/C Ltda.

### **Volume VII**

Anexo 2 : Avaliação Sócio-Econômica

Anexo 3: Avaliação sobre Segurança de Tráfego - INST

Anexo 4: Laudo do IPT

Anexo 5: Direitos Minerários

Anexo 6: Depave 3

Anexo 7: Protocolos

Anexo 8: Resumos de Reuniões nos Municípios

### **Volume VIII**

Anexo 9: Modelagem de Dispersão de Poluentes

**1.1****Dados Básicos**

**Empreendedor:** Estado de São Paulo  
Secretaria de Estado dos Transportes  
DERSA Desenvolvimento Rodoviário S.A.

**Endereço para Correspondência:**

Rua Iaiá, 126  
CEP 04542-906  
São Paulo - SP

**Telefone:** (011) 820 6655

**Responsável pelo Presente EIA/RIMA:**

**Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo - FESPSP**

CGC: 63.056.469 / 0001-62

**Endereço para Correspondência:**

Rua General Jardim, 522  
Vila Buarque  
CEP 01223-010  
São Paulo - SP

**Telefone:** (011) 872 4057

## 1.2

### Localização

O traçado selecionado para o Trecho Oeste do Rodoanel encontra-se indicado no mapa de localização incluído nesta seção (**Mapa 1.2.1**).

Conforme se verifica, o Empreendimento percorre o território dos municípios de Embu, Cotia, Osasco, Carapicuíba, Barueri e São Paulo.

Inicia-se no município de Embu, à margem esquerda do Rio Embu-Mirim, onde intercepta a Rodovia Régis Bittencourt (BR-116) na altura do km 278.8. Segue no sentido norte, atravessando a divisa dos municípios de Embu e Cotia em túnel de 600 metros de comprimento. No município de Osasco forma a interseção com a Rodovia Raposo Tavares na altura do km 20.5. A partir daí, segue dentro do município de Osasco até atingir a divisa Osasco/Carapicuíba no Ribeirão Carapicuíba, nas imediações da Estrada das Rosas. Segue, então, pelo vale do Ribeirão Carapicuíba, havendo uma interseção na estrada municipal no Jardim Padroeira, seguindo até cruzar a Av. dos Autonomistas e os trilhos da Fepasa. Na confluência das divisas de Osasco, Carapicuíba e Barueri, forma as duas interseções com a Rodovia Castelo Branco (SP-280), nos km 19.0 e km 20.7. A partir da interseção oeste com a Rodovia Castelo Branco, no Córrego Três Irmãos, segue em sentido norte até cruzar a divisa dos municípios de Barueri e Osasco. O percurso na travessia Osasco / São Paulo será feito também em túnel. Após o túnel, o traçado penetra nas cabeceiras do córrego do Garcia, para iniciar depois outro túnel, em local próximo à entrada da Fazenda Itahyê e dirigir-se a interseção com a Rodovia Anhanguera na altura do km 21,5. Segue na faixa entre o Parque Estadual do Jaraguá e o Parque Anhanguera até atingir a Rodovia dos Bandeirantes no km 23.7, ao sul do Aterro Sanitário de São Paulo. A partir deste ponto estende-se até Perus, interceptando a Estrada Velha de Campinas, no km 24, na altura da Pedreira Panorama.

O Trecho Oeste possui uma extensão total de 31.7 km.

## 1.3

### Antecedentes

É pertinente registrar como antecedentes do Empreendimento em pauta, as principais iniciativas promovidas pelos Governos Federal, Estadual, e Municipal, visando a definição consensual de Diretrizes Estratégicas e Diretrizes de Licenciamento Ambiental.



A cronologia dessas iniciativas é apresentada a seguir:

SET 03/96	Celebração de Termo de Cooperação entre as Secretarias de Estado dos Transportes, dos Transportes Metropolitanos e do Meio Ambiente.
NOV 12/96 -	Definição das Diretrizes Estratégicas do Rodoanel pelas Secretarias de Estado de São Paulo.
FEV 04/97 -	Portaria Intergovernamental Nº 001, firmada pelo Ministro de Estado dos Transportes, o Governador do Estado de São Paulo e o Prefeito do Município de São Paulo, objetivando a implantação do Rodoanel.
JUN 06/97 -	Apresentação do Relatório Final do Grupo de Trabalho Intergovernamental (Portaria Intergovernamental Nº 001 de 04.02.97).
JUL 31/97 -	Portaria Intergovernamental Nº 002, de 31/07/97, constituindo Grupo de Trabalho para acompanhamento da implantação das obras do Rodoanel.

Aspectos relevantes dos acordos e demais documentação das iniciativas supracitadas são incluídos no **Anexo 7** ao presente EIA.

## **1.4**

### **Programa Geral de Implantação**

É intenção do Estado dar início às obras do Trecho Oeste do Rodoanel no primeiro semestre de 1998. Conforme detalhado no respectivo cronograma (Seção 4.7), as obras desse trecho deverão ter duração total de 24 meses, prevendo-se portanto o início da operação no primeiro semestre do ano 2000.

O Programa de Licenciamento Ambiental dos trechos norte, leste e sul do Rodoanel deverá ser iniciado em breve, com a execução do respectivo Relatório Ambiental Preliminar, não existindo ainda prazos definidos para as etapas posteriores do licenciamento ambiental.

Concomitantemente, estão sendo conduzidas negociações com organismos multilaterais de crédito visando garantir recursos complementares para a execução desses trechos.

## 1.5

### **Histórico do Programa de Licenciamento Ambiental**

O Programa de Licenciamento Ambiental do Trecho Oeste do Rodoanel foi formalmente iniciado, nos termos da Resolução SMA Nº 42 / 94, no dia 11 de abril de 1997, mediante o encaminhamento do respectivo Relatório Ambiental Preliminar - RAP.

Todas as etapas de licenciamento percorridas até a data de encaminhamento do presente EIA são elencadas, cronologicamente, a seguir:

- |             |   |
|-------------|---|
| ABR 11/97-  | Formalização da entrega do Relatório Ambiental Preliminar - RAP, do Trecho Oeste do Rodoanel, junto à Secretaria de Estado do Meio Ambiente.                          |
| MAI 14/97 - | Parecer Técnico CPRN/DAIA Nº 107/07, referente à análise e aprovação do RAP do Trecho Oeste do Rodoanel.  |
| MAI 15/97   | Formalização da entrega à S.M.A. do Plano de Trabalho para elaboração do EIA-RIMA do Empreendimento.  |
| JUN 06/97 - | Publicação no D.O.E. da Deliberação CONSEMA 19/97, de 28/05/97, quanto à avocação pela sua Câmara Técnica de Sistemas de Transporte, da análise do Plano de Trabalho. |
| JUN 20/97 - | Primeira Reunião da Câmara Técnica de Sistemas de Transporte do CONSEMA, para análise e manifestação sobre o Plano de Trabalho.                                       |
| JUN 27/97   | Segunda Reunião da Câmara Técnica de Sistemas de Transporte do CONSEMA.   |
| JUL 03/97 - | Audiência Pública realizada sobre o Relatório Ambiental Preliminar - RAP do Empreendimento.   |
| JUL 07/97 - | Terceira Reunião da Câmara Técnica de Sistemas de Transporte do CONSEMA, referente ao Plano de Trabalho do EIA/RIMA.  |
| JUL 29/97 - | Relatório da Câmara Técnica de Sistemas de Transporte sobre o Plano de Trabalho para definição do Termo de Referência para o EIA-RIMA do TRECHO-OESTE do RODOANEL.    |
| JUL 31/97 - | Parecer Técnico CPRN/DAIA nº. 156/97, relativo à análise do   |

Plano de Trabalho apresentado e a definição do Termo de Referência do EIA-RIMA do Empreendimento.

Complementarmente, é pertinente registrar foram realizadas desde fevereiro de 1997 até a data, as seguintes reuniões públicas sobre o Empreendimento:

• Câmara Municipal de São Paulo	05/02
• Clube dos Lojistas do Butantã	25/03
• Câmara Municipal de São Paulo	22/04
• Secretaria de Assuntos Internacionais do Ministério do Planejamento	07/05
• Câmara Municipal de Osasco	01/06
• Assembléia Legislativa	04/06
• Câmara Municipal de São Paulo	10/06
• Grupo de Concessionários de Serviços Públicos	12/06
• Congresso da Associação Paulista dos Municípios - Águas de Lindóia	18/06
• Comissão de Transportes da Assembléia Legislativa	18/06
• Câmara Municipal de São Paulo	24/06
• Câmara Municipal de Embu	26/06
• Congresso da FIABCI	30/06
• Prefeitos, presidentes de Câmaras, vereadores e moradores de Itapevi, Santana do Parnaíba, Pirapora do Bom Jesus e Jandira	14/07
• Câmara de Valores Mobiliários do Estado de São Paulo	05/08
• Sindicato da Indústria da Construção Pesada (Sinicesp)	12/08
• Escola Politécnica da USP / Escritório Piloto de Engenharia	13/08
• Reunião pública em Cotia	14/08
• Reunião pública em Santana do Parnaíba	15/08
• Reunião pública em Embu	15/08
• Reunião pública em Carapicuíba	18/08
• Reunião pública em Barueri	18/08
• Clube dos Lojistas do Butantã	19/08
• Prefeitura de Osasco	25/08
• Debate na Folha de São Paulo	25/08
• Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP)	26/08
• Reunião pública em Osasco	28/08
• Seminário Internacional Rodoanel Agora	01/09

Técnicos da Secretaria Estadual dos Transportes e da DERSA ainda irão discutir o Empreendimento em novas reuniões públicas com prefeitos, vereadores, lideranças comunitárias e sociedade civil em geral, sendo preliminarmente previstas para o último trimestre de 1997 as seguintes:

- Caieiras

- Cajamar
- Campo Limpo Paulista
- Francisco Morato
- Franco da Rocha
- Itapeverica da Serra
- Juquitiba
- Perus
- São Lourenço
- Taboão da Serra

No **Anexo 8** ao presente EIA apresentam-se os resumos dos aspectos levantados pelos participantes nas reuniões junto aos municípios da AID, no período de agosto de 1997..

## 2.0

### Justificativa do Empreendimento

#### 2.1

##### Objetivos

Nas últimas décadas, o Governo do Estado de São Paulo tem envidado constantes esforços no sentido de melhorar as condições de tráfego e de desempenho do sistema rodoviário existente, ampliando as ligações entre os principais centros de produção e consumo, com a Capital e com o Porto de Santos.

Dentre as diversas obras realizadas, destacam-se a construção das rodovias Castelo Branco, dos Imigrantes, dos Bandeirantes e dos Trabalhadores / Carvalho Pinto. Este sistema rodoviário, concebido para complementar a capacidade de outros eixos viários mais antigos, converge para a Região Metropolitana de São Paulo - RMSP, direcionando os fluxos na direção do centro, e obrigando a realização de percursos dentro da área urbanizada, que muitas vezes são desnecessários ou que poderiam ser significativamente reduzidos.

Os investimentos realizados pelo Estado não foram complementados através da implementação de eixos viários de grande capacidade dentro da Região Metropolitana, em muitos casos inviáveis face às atuais condições de uso e ocupação do solo. Desta forma, os principais eixos troncais rodoviários despejam, diariamente, cerca de 280.000 veículos na malha viária da Cidade de São Paulo, os quais são distribuídos em seu interior principalmente através das avenidas marginais dos rios Tietê e Pinheiros, e das avenidas do Estado, Bandeirantes, Cupecê, Aricanduva, Radial Leste e Salim Farah Maluf.

Por outro lado, a frota urbana da Região Metropolitana continua a crescer a ritmo acelerado. Em anos recentes, ela evoluiu pouco mais de 6 % ao ano, indicando um aumento da taxa de motorização da população em decorrência do processo de estabilização econômica. Em 1995, a frota metropolitana (cadastrada) era de 5.631.000 veículos, e a velocidade média na malha intra-urbana era de apenas 18,9 km/h.

A implantação de pólos geradores de tráfego ao longo dos eixos radiais de acesso (Aeroporto Internacional de Cumbica, centros atacadistas de comércio, indústrias de médio e grande portes, sedes de empresas prestadoras de serviços, *shopping centers*, etc.), vem criando graves problemas de sobrecarregamento desses eixos, e a nível da malha arterial interna todos os indicadores qualitativos de tráfego têm se tornado absolutamente críticos. Notadamente, as marginais dos rios Tietê e Pinheiros operam, atualmente, em cerca de 60% das horas úteis, próximas ou acima do limite de saturação, introduzindo pesados ônus sociais e econômicos aos usuários do sistema, e à população paulistana em geral.

A extrapolação tendencial deste quadro configura uma situação de colapso, sobretudo das vias metropolitanas e dos eixos de acesso, no seu percurso inserido em áreas urbanas consolidadas.

Recentemente, à medida em que foi se tornando mais problemática a circulação de bens e pessoas na região, muitos estabelecimentos comerciais, industriais, prestadores de serviços, e mesmo residentes, optaram por se mudar para outros municípios próximos à RMSP, que oferecem melhores condições de vida, provocando alterações na estrutura de ocupação do solo, na circulação de bens, mercadorias e pessoas e, conseqüentemente, nas demandas de transporte.

A expulsão das atividades econômicas para o Interior do Estado ou para outros Estados, é um processo já bastante consolidado, com impactos sociais de grande intensidade.

Levantamento recentemente concluído pela Secretaria Estadual de Ciência e Tecnologia, indica que, do total de investimentos privados confirmados no Estado de São Paulo até o ano 2000 (R\$ 21.142 bilhões), 28% deverão destinar-se ao Vale do Paraíba, 21% à Região de Campinas, e somente 14% à RMSP, sendo a maior parte (9%) dirigida aos municípios do ABCD.

Preocupado com o agravamento dessa situação de perda de atratividade da RMSP, e com as suas conseqüências futuras para a renda média da população, o Estado vem buscando encontrar soluções, sendo uma delas representada pelos investimentos efetuados na implementação de um macro-anel viário, distante aproximadamente 100 km da Capital, através das duplicações das rodovias Santos Dumont (SP-075) e D. Pedro II (SP-065). Não obstante, esta obra não representa alívio substancial para o tráfego da Região Metropolitana de São Paulo.

A idéia sobre a criação de uma via perimétrica de contorno de São Paulo surgiu na década de 1950. O rápido crescimento da RMSP, contudo, implicou na expansão do tecido urbano e, como conseqüência, ultrapassou as barreiras naturais existentes, constituídas pelos rios Tietê e Pinheiros (1940), pela serra da Cantareira e pelos lagos da Guarapiranga e Billings (1980). Nos dias atuais, esta expansão tende a aproximar-se das barreiras representadas pelas represas Paiva Castro, Edgar de Souza e Taiacupeba.

O efeito decorrente desta situação é o de afastar a diretriz da via de contorno imaginada, para áreas cada vez mais distantes do centro metropolitano. Dentro de 10 a 15 anos não será mais possível implantar, em condições econômica ou socialmente viáveis, uma via de ligação entre os eixos rodoviários de acesso à metrópole, em virtude da consolidação dos processos de conurbação com as cidades de Mogi das Cruzes, Jandira, Itapeverica da Serra, Franco da Rocha, Campo Limpo, e outras.

Uma estratégia complementar de ação que vem merecendo a prioridade do Estado, tem consistido da realização de maciços investimentos na ampliação e melhoria dos sistemas de transporte público da RMSP, em especial a partir do biênio 1995 / 1996, quando retomaram-se as obras de extensão das linhas norte-sul e leste-oeste do Metrô e viabilizaram-se os recursos financeiros necessários à construção da quarta linha. Outros investimentos nessa direção são elencados na Seção 3.1, devendo-se ressaltar, entretanto, que alguns dos problemas que se pretende resolver com a implantação de um anel perimétrico não são passíveis de solução através de sistemas de transporte público.

Diante do quadro geral assim descrito, é imperiosa a implantação de uma via de contorno da RMSP: o Rodoanel Metropolitano.

Assim, o Rodoanel, e de forma específica o seu Trecho Oeste que é o objeto de licenciamento do presente EIA/RIMA, deverá interligar o sistema de rodovias troncais e eixos regionais da RMSP, visando atender ao conjunto de objetivos fundamentais elencados a seguir:

- Desviar do centro metropolitano o tráfego de passagem, principalmente caminhões, reduzindo os tempos de percurso entre rodovias e a solicitação do sistema viário local, e contribuindo para a elevação da qualidade de vida da população.
- Reforçar a capacidade do sistema viário da RMSP, promovendo a desconcentração dos fluxos que hoje convergem na direção das marginais dos rios Tietê e Pinheiros, e produzindo ganhos parciais de velocidade em grande parte da rede arterial.
- Servir como alternativa estratégica de tráfego ao Anel Metropolitano existente, aumentando a confiabilidade do sistema viário, e reduzindo a vulnerabilidade que hoje resulta da quase absoluta dependência nas marginais dos rios Tietê e Pinheiros.
- Promover a ligação entre os municípios da Região Metropolitana, de forma a facilitar a circulação de veículos e de pessoas entre os mesmos, sem necessidade de utilizar o sistema viário principal da Capital.
- Constituir-se em fator de reordenamento do uso do solo da Região Metropolitana e de otimização do futuro transporte regional de cargas e de passageiros.
- Constituir-se em agente de integração entre as regiões metropolitana e macro-metropolitana.

- Contribuir para o desenvolvimento econômico do Estado, constituindo-se em um instrumento de política de modernização e de incremento de produtividade, aproximando os centros de produção e consumo e reduzindo os custos relativos de transporte.

Adicionalmente, ressalte-se que grande parte dos municípios da RMSP já elaboraram ou estão em fase de preparação de seus Planos Diretores, e para que os mesmos tenham condições de serem inseridos em um contexto mais amplo e abrangente, torna-se imperiosa a definição da diretriz e características operacionais do Rodoanel.

## 2.2

### **O Empreendimento no Contexto Nacional e Macroregional**

#### O Contexto Nacional

Em período recente, a intensificação da concorrência e o seu deslocamento para o terreno da ciência e tecnologia, vem criando sérias dificuldades de inserção competitiva para a economia brasileira.

Estas constatações nada mais são do que desdobramentos de um processo em escala de grandes e rápidas transformações, lançando o país em um período de dificuldades econômicas e políticas, criando estrangulamentos, restrições estruturais e elevada dívida social.

Tal quadro, acentuado pelo processo de adaptação a um ambiente de estabilidade monetária, pode ser sumariamente caracterizado, entre outros, pelos seguintes aspectos:

- uma intensa disputa distributiva;
- uma deterioração e obsolescência da infra-estrutura econômica básica;
- crise do sistema educacional, e
- desemprego, sub-emprego, pobreza absoluta e déficit social elevado.

Ainda que conte com razoáveis vantagens econômicas, o país terá que superar tais dificuldades que constituem impedimento real ao desenvolvimento, à modernização e à melhoria da qualidade de vida de seus habitantes de forma sustentada.

#### O Contexto Estadual



A dinâmica da economia do Estado de São Paulo, como decorrência do quadro de reestruturação externo e nacional, visto de uma forma simplificada, está vinculada aos seguintes aspectos:

- Apesar de um amplo mercado interno que lhe confere relativa autonomia, os acanhados níveis de desempenho da atividade econômica nacional, associado a um processo de ajuste das contas públicas do Estado iniciado em 1995, tem reduzido as oportunidades globais de expansão da economia paulista. Com uma recuperação mais acentuada da economia brasileira, haverá melhora da demanda nacional, abrindo-se novas possibilidades de mercado, com impacto positivo sobre o setor produtivo paulista;
- O acirramento da concorrência e da pressão competitiva privilegiará, no longo prazo, os locais onde a infra-estrutura se mantiver atualizada, contribuindo com a redução dos custos de produção e circulação de bens, e oferecendo, além disso, um nível satisfatório de qualidade de vida aos seus habitantes;
- O processo em curso de desregulamentação dos mercados e da dinâmica econômica tende a favorecer, em primeira instância, as regiões e unidades da federação com uma infra-estrutura mais consolidada, com mercado interno mais amplo, base produtiva diversificada, nível tecnológico, competência empresarial e integração setorial. Dessa forma, pode-se prever que esse processo vai favorecer o Estado de São Paulo e reduzir a tendência de desconcentração econômica;
- Superado um período de predomínio da política de estabilização que uniformiza e homogeneiza no espaço as decisões de retração dos gastos, e moderados os incentivos e renúncias fiscais de conotação regional, o Estado de São Paulo terá melhores condições de resposta em um novo ambiente da realidade econômica brasileira.

Em síntese, a trajetória das condições econômico-sociais de São Paulo indicam um quadro em que, pelas vantagens locais que oferece, aliada à recuperação moderada da capacidade de investimento do Governo Estadual, em parte decorrente da recuperação econômica, mas sobretudo da austeridade racional com os gastos públicos, permitirá ampliar e melhorar as condições da infra-estrutura do Estado, principalmente onde existem gargalos importantes a serem superados.

O Empreendimento em pauta insere-se nesse contexto estratégico e representa os resultados de um esforço para equacionar e priorizar as demandas de investimentos, principalmente no que tange à superação de estrangulamentos localizados da infra-estrutura de transporte de bens e pessoas.

### O Contexto Metropolitano

A economia metropolitana, que mantém posição de principal centro industrial do país, depende crescentemente das atividades terciárias, quer induzidas pela densidade urbana e pela massa de rendimentos nela concentrada, quer pelos efeitos indiretos do crescimento do conjunto da atividade produtiva do interior do Estado, e mesmo do país, uma vez que parcela significativa dessa produção destina-se à RMSP para o seu consumo intermediário ou final, ou passa através dela para alcançar outras regiões e o Porto de Santos.

Por outro lado, a multiplicação de formas precárias de ocupação, frente às baixas taxas de desempenho do produto (PIB) e do desemprego estrutural, tem imposto e agravado de forma crescente a heterogeneidade social, com grande impacto na RMSP.

Neste contexto, apesar das tendências de baixo crescimento urbano, tem-se materializado um adensamento das áreas mais periféricas do núcleo central da Região Metropolitana e um transbordamento urbano para fora dos limites já consolidados.

A inserção de uma via com o nível de serviço do Empreendimento no meio intra-urbano, pode arrefecer essas expansões descontroladas na região de seu entorno. A atratividade derivada de sua implementação poderá sancionar e estimular maior racionalidade no uso do espaço urbano, desde que os instrumentos de gestão urbana e ordenamento territorial sejam compatibilizados com a nova realidade, contribuindo para reorientar as formas históricas de ocupação.

## **2.3**

### **O Empreendimento e o Sistema Regional de Transporte**

Mesmo com uma evolução em termos relativamente lentos da atividade econômica, estão sendo geradas fortes demandas de transporte de uma forma geral, sejam elas de carga ou de passageiros, em decorrência principalmente da crescente interiorização dos novos pólos de produção e de consumo, da dinamização dos processos de troca e do próprio crescimento vegetativo da economia.

Os pólos industriais que concentravam-se em torno dos grandes centros urbanos vêm-se espalhando pelo território nacional, em busca da redução das deseconomias provocadas pelo seu adensamento, a par do estímulo de uma política de incentivos adotada de forma deliberada nos vários níveis da geografia política brasileira.

Essa tendência de distribuição espacial da economia brasileira vem gerando impactos ao longo do tempo sobre a infra-estrutura de transporte existente, principalmente nos subsistemas adjacentes às grandes metrópoles, como São Paulo, onde as consequências associadas à dinâmica econômica no período recente têm sido mais fortes, gerando a necessidade de compatibilizações na integração da malha viária.

### 2.3.1

#### A Situação Atual do Trânsito na RMSP

##### Frota Veicular

Em um contexto regional configurado da maneira acima descrita, a par das políticas públicas de transporte urbano adotadas no passado, grandes locais potencialmente destinados à convivência social em diversos setores da Região Metropolitana de São Paulo, foram sendo transformados em áreas de circulação de automóveis.

Os volumes de veículos despejados na área metropolitana têm crescido a taxas ainda maiores a partir de 1994, quando a indústria de automóveis passa a superar a cada ano os seus próprios recordes, parcialmente em decorrência da estabilidade dos níveis de preços vigente. Informações obtidas junto às entidades patronais da indústria automobilística e aos distribuidores dão conta de que, de uma produção e venda doméstica de cerca de 1,45 milhões de veículos em 1996 (automóveis e comerciais leves), além de aproximadamente 218 mil importados, o país consumiu cerca de 1,7 milhão de veículos. Deste total, cerca de 44% destina-se a atender a demanda do Estado de São Paulo, e 40% deste volume à RMSP, o que significa que em 1996, sem descontar a taxa normal de sucateamento, foi acrescida à frota existente, cerca de 290 mil veículos.

Os registros originários do setor de emplacamento do Estado indicam que a frota de veículos cadastrados da RMSP, que era composta por cerca de 5,6 milhões de veículos em 1995, evoluiu a uma taxa média de 6,01% ao ano no período 1991/1995, conforme resumo apresentado na **Tabela 2.3.1.1**.

Os onze municípios da tabela representam cerca de 97,5% do volume de veículos cadastrados na RMSP, que a nível global representa cerca de 21% da frota de veículos do país. Três municípios deste grupo, São Paulo, Osasco e Barueri, pertencem à Área de Influência Direta do Trecho Oeste do Rodoanel, conforme delimitada na Seção 5.1 (Volume II). A frota dos demais 27 municípios da RMSP representa, conjuntamente, 2,5% do total.

**Tabela 2.3.1.1****Evolução da Frota de Veículos Cadastrados na RMSP (em 10<sup>3</sup> veículos)**

Município	1991	1992	1993	1994	1995	1995/Total
São Paulo	3.614	4.080	4.091	4.396	4.589	81,5
S.B. Campo	227	212	207	217	256	4,5
S. André	192	182	184	190	218	3,9
Guarulhos	104	96	94	97	126	2,2
S.C. do Sul	78	77	74	77	89	1,6
Osasco	59	61	58	59	78	1,4
Mogi das Cruzes	42	37	39	45	53	0,9
Diadema	15	14	15	16	23	0,4
Mauá	11	12	13	15	24	0,4
Suzano	18	15	14	19	24	0,4
Barueri	8	9	10	11	18	0,3
Outros	90	92	95	98	133	2,5
RMSP	4.458	4.887	4.894	5.240	5.631	100

Fonte: Detran/Emplasa

Estimativas apresentadas em material compilado pela Dersa, indicam que cerca de 740 mil veículos entram e saem por dia da cidade. Cerca de 27% das viagens que entram e saem da cidade correspondem a viagens de passagem e 73% delas têm origem ou destino na RMSP.

Conforme evidenciado, em período recente a RMSP multiplicou seus deslocamentos em um sistema viário reconhecidamente saturado, que suporta uma frota registrada de 5,6 milhões de veículos, e onde cerca de 3 milhões circulam diariamente.

Por outro lado, nas últimas décadas tem-se verificado um descompasso entre a demanda e investimento na infra-estrutura viária urbana e regional e a expansão dos sistemas de transporte coletivo.

Como consequência, estimativas mais recentes indicam que as horas perdidas pelos paulistanos nos congestionamento de tráfego totalizam mais de 20 dias ao ano, segundo informações contidas no Programa Integrado de Transportes Urbanos da Secretaria dos Transporte Metropolitanos de São Paulo. A extensão dos congestionamentos diários totaliza mais de 100 km. As estatísticas indicam a ocorrência de 8 mortes e 450 pessoas acidentadas, diariamente. Cerca de 20% dos trabalhadores gastam mais de 3 horas por dia no transporte, e 10% consomem mais de 4 horas. Como consequência direta, ressalta-se o fato de que cerca de 94% da poluição por monóxido de carbono é produzida pelos veículos.

### Número de Viagens e Carregamento da Malha Viária

Atualmente, mais de 75% da população brasileira reside em área urbanas, nas quais a maioria das pessoas depende do transporte público para deslocar-se. As nossas grandes cidades constituem a base da produção industrial e de serviços do país, e da sua eficiência dependerá em grande parte a eficiência e da funcionalidade do sistema como um todo.

Em aglomerados urbanos do porte da RMSP, tais aspectos associados às políticas urbanas de transporte adotadas no passado, refletem-se no comprometimento da mobilidade e da acessibilidade.

Os resultados da Pesquisa Origem/Destino realizada em 1987, e projetados para 1991, indicaram a realização, na RMSP, de cerca de 6,2 milhões de viagens diárias de veículos, entre automóveis, caminhões e ônibus. Em 2020, conforme indicam os dados da **Tabela 2.3.1.2**, este número deve atingir algo como 14 milhões.

#### **Tabela 2.3.1.2**

##### **Volume de Viagens RMSP (10<sup>6</sup> viagens veículos)**

<b>Modo</b>	<b>Auto</b>	<b>Caminhão</b>	<b>Ônibus</b>	<b>Total</b>
<b>Ano</b>				
1991	5,67	0,17	0,36	6,20
2000	6,85	0,22	0,46	7,53
2010	11,42	0,27	0,56	12,25
2020	13,03	0,31	0,66	14,0

Fonte: - Dersa, 1992.

A alta percentagem de viagens atribuída ao segmento de autos, mais de 90%, reflete o fato de que o contínuo crescimento da metrópole não foi acompanhado de investimentos em infraestrutura física ou operacional e/ou em sistemas de transporte público em patamares de capacidade e qualidade requeridos para o atendimento aos usuários que necessitam deslocar-se pela cidade.

A falta do transporte público de qualidade estimula a expansão do uso de transporte individual, em situações onde o sistema viário é insuficiente para garantir a circulação com eficiência. Congestionamentos, conflitos entre a circulação de veículos e pedestres, condições precárias de segurança, risco de acidentes, excesso de emissão de ruídos e gases e aumento dos tempos das viagens são algumas das externalidades mais visíveis resultantes de uma matriz de transporte desequilibrada. Essa situação vem motivando o Estado a realizar um conjunto de investimentos em projetos de grande porte destinados a ampliar a capacidade e melhorar os sistemas de transporte público da RMSP (ver Seção 3.1).

# FESPSP

Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo

O adensamento dos volumes de tráfego pode também ser constatado nos trechos das rodovias radiais inseridos na área metropolitana, cujos volumes de fluxos são apresentados na **Tabela 2.3.1.3.**

**Tabela 2.3.1.3**

## Carregamento dos Eixos Radiais - Trechos Selecionados - RMSP

RODOVIA	DESCRIÇÃO DO TRECHO	Volume						VDM
		1990	1991	1992	1993	1994	1995	
<b>SP - 230</b> <b>Régis</b> <b>Bittencourt</b>	São Paulo - Taboão	-	-	-	-	66694	-	-
	São Paulo - Embu	63708	61122	62695	65311	-	-	66079
	Taboão - Embu	-	-	-	-	34170	-	-
	Embu - Itapecerica	29183	24561	25185	26256	26664	-	25035
	Itapec. - S. L. da Serra	12825	17966	16564	17263	17629	-	20008
	S. L. Serra - Juquitiba	8748	10177	10425	10871	11101	-	12424
<b>SP - 270</b> <b>Raposo</b> <b>Tavares</b>	São Paulo - Cotia	32824	38335	34958	-	-	-	-
	Cotia - V. Grande Pta	9003	9617	8273	-	-	-	-
<b>SP - 280</b> <b>Castelo Br.</b>	São Paulo - Barueri	10046	11981	184637	-	-	-	-
	Barueri - SP. 75	4	7	49848	-	-	-	-
		34840	36195					
<b>SP - 330</b> <b>Anhanguera</b>	São Paulo - Jundiaí	25485	24725	24180	25154	26563	-	29069
	Jundiaí - Campinas	24313	25306	23850	22811	23881	-	26066
<b>SP - 348</b> <b>Bandeirantes</b>	São Paulo Jundiaí	44840	46757	46897	49035	53179	-	54976
	Jundiaí - Campinas	24453	26027	24977	25374	27753	-	28057
<b>BR - 381</b> <b>F. Dias</b>	A 500ms da Dutra	-	53985	-	-	-	-	-
	Acesso à SP-8	-	19062	-	-	-	-	-
<b>BR - 116</b> <b>Dutra</b>	Arujá - Cumbica	-	-	-	-	-	60724	-
<b>SP - 070</b> <b>Ayrton</b> <b>Senna</b>	S.P. - Guarulhos	60259	66571	61281	61276	67140	-	80025
	Guarulhos - Itaquá.	29914	31955	28998	28938	31918	-	32143
	Itaquá. - Mogi	20771	22116	20012	20024	22104	-	21681
	Mogi - Guararema	12838	13708	12277	12305	13620	-	13936
<b>SP - 150</b> <b>Anchieta</b>	S.P. - S. B. do Campo	22642	24973	26792	27813	28880	-	28814
	S. B. Campo - Volks.	36037	46167	47279	49046	50929	-	56518
	Volks - Riacho Gde	17508	19423	16139	16753	17339	-	14268
<b>SP - 160</b> <b>Imigrantes</b>	S.P. - Trevo Diadema	63318	63950	64626	67521	69864	-	73256
	Trevo Diad. - Batistini	41607	41325	41742	43598	45110	-	44760
	Batistini - SP. 041	37510	36745	37121	38778	40114	-	41701
	SP 041 - Trecho Serra	20630	19392	19442	20288	20981	-	22492

Fonte: DNER, DERSA E DER

OBS: Os volumes de 1996 são projetados

A análise dos volumes por categoria de veículos dos densos volumes diários médios observados nas áreas urbanas dessas rodovias, deve-se, em grande parte, ao fato de que elas atendem aos intercâmbios com a malha viária dos municípios de seu entorno, canalizando fluxos intra-urbanos.

Uma visão mais precisa da questão da densidade relativa dos fluxos só pode ser avaliada corretamente quando associada à capacidade das vias - volume / capacidade ( $V / C$ ), que reflete o nível de serviços que a via está proporcionando. Tomando como base os dados de fluxos de 1991, por exemplo, verifica-se que vários trechos do sistema viário da região de influência do Trecho Oeste do Rodoanel estavam já saturados, ou próximos dos níveis de saturação. Entre estas ligações podem-se destacar alguns trechos das marginais dos rios Tietê e Pinheiros e das rodovias Anhanguera e Castelo Branco.

#### A Distribuição Média e os Tipos de Viagens

Análises efetuadas utilizando-se os dados obtidos pela Pesquisa Origem / Destino de 1987 do METRÔ indicam a prevalência absoluta das viagens diárias realizadas pelo modo automóvel. Das viagens totais pesquisadas, cerca de 91% são de automóveis, 6% de ônibus e 3% de caminhões.

Considerando-se o conjunto de fatores sociais, políticos e econômicos e de gestão de políticas urbanas e de transporte e trânsito adotadas no passado, é natural que seja assim. As maiores cidades brasileiras procuraram adaptar-se, nas últimas décadas, para o uso eficiente do automóvel, cuja frota cresceu acentuadamente, ampliando o sistema viário e utilizando técnicas para garantir condições de fluidez do tráfego.

O desenho da malha viária, associado ao seu caráter aglutinador de atividades econômicas, torna ainda mais grave a situação da Região Metropolitana de São Paulo. Além da intensa ocupação urbana ao longo das marginais e das vias arteriais, agravado em períodos mais recentes com a expansão para estas áreas de atividades terciárias, como aquelas ligadas aos segmentos comerciais e bancários e de serviços de uma forma geral, na disputa por vantagens locais, o trânsito por estas vias é ainda sobrecarregado por densos fluxos inter-regionais de passagem.

A intrusão destes fluxos no sistema viário urbano, além de provocar uma série de conflitos com o tráfego, e com o meio urbano de uma forma geral, apresenta consideráveis riscos à segurança da população.



Três categorias de viagens podem ser identificadas no âmbito da movimentação global de bens e de pessoas na RMSP:

- **as viagens internas** - que envolvem os movimentos de pessoas e bens entre áreas internas à própria Região Metropolitana;
- **as viagens externas** - constituídas das viagens tipicamente regionais onde, para deslocarem-se de uma região para outra, a malha viária da RMSP é utilizada;
- **as viagens internas - externas** - referem-se àquelas entre a RMSP e uma região exterior a ela. Tais movimentos podem, evidentemente, ocorrer em ambos os sentidos.

Essa categorização de viagens torna-se relevante, pois o impacto de alívio no tráfego do sistema viário decorrente da implementação do Empreendimento está associado, em maior ou menor grau, a cada uma destas categorias.

Os dados da pesquisa OD de 1987 identificaram fluxos de passagem em um volume superior a 30.000 veículos por dia. Deste total, aproximadamente 80% (24 mil veículos) correspondiam a caminhões, o que agrava significativamente os efeitos sobre a capacidade das vias, o pavimento, a segurança, a mobilidade e qualidade de vida de uma forma geral.

Os resultados do modelo de tráfego e respectivas projeções de carregamento na rede viária simuladas para os horizontes 2000, 2010 e 2020 na Seção 2.3.2, permitem visualizar um panorama mais abrangente e atualizado.

Observa-se, a partir da análise da **Tabela 2.3.2.2**, incluída nessa seção, que, em média, a distribuição entre as três categorias de viagens divide-se à razão de 96,3%, 0,3% e 3,3% , para as viagens internas, externas, e internas-externas, respectivamente.

Caminhões representam cerca de 7% das viagens externas ou rodoviárias e estão associados aos fluxos de passagem inter-regionais de carga. Tais fluxos são muito expressivos nos principais eixos radiais que servem de acesso a São Paulo, tendo sido estimados em 155 milhões de toneladas anuais movimentadas nesta categoria de fluxos, segundo a Pesquisa Origem / Destino realizada em 1987.

Desses eixos destacam-se a Dutra / Ayrton Senna, Anchieta / Imigrantes e Anhanguera / Bandeirantes, cujas trocas com a Capital e seu entorno constituem cerca de 66% da movimentação total.

Os montantes de carga em tonelagem média diária, conforme estimados pela DERSA no âmbito do Plano Diretor de Transporte de Carga na Macrometrópole de São Paulo -

---

## FESPSP

Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo

---

TCM/SP, para o ano de 1987, associados mais especificamente a cada corredor, estão resumidos na **Tabela 2.3.1.4** a seguir.

**Tabela 2.3.1.4**  
**Volumes de Carga - RMSP (10<sup>3</sup>t)**

EIXO	SENTIDO	VOLUME
Anhanguera	Importação	59,3
Bandeirantes	Exportação	49,2
Raposo Tavares	Importação	50,2
Castelo Branco	Exportação	46,4
Régis Bittencourt	Importação	26,6
	Exportação	18,3
Anchieta	Importação	73,8
Imigrantes	Exportação	41,4
Dutra	Importação	64,4
Ayrton Senna	Exportação	54,4
Fernão Dias	Importação	19,1
	Exportação	14,2
Total		517,3

Fonte : SITIC/ESP - Dersa, 1987.

OBS: Importação = sentido RMSP

Exportação = sentido inverso

Pelo montante dos fluxos, observa-se que a região central da RMSP é ainda uma das principais áreas de concentração de carga do Estado, embora o atual processo de desconcentração das atividades econômicas tenda a incrementar os fluxos de veículos na direção de alguns pólos regionais.

Por outro lado, a descentralização econômica na direção do interior e de outros Estados tende, por sua vez, a incrementar o tráfego para o Porto de Santos, utilizando a malha rodoviária convergente para a metrópole, sobrecarregando-a.

Pesquisa recente realizada pelo Geipot sobre origem e destino de caminhões e carretas que se destinam à RMSP, cujos dados são resumidos na **Tabela 2.3.1.5**, refletem aspectos relevantes desta questão.

**Tabela 2.3.1.5**  
**Destino de Caminhões e Carretas (Em N<sup>o</sup> de Veículos)**

Destino Dia/Hora da Pesquisa	São Paulo	ABCD	SAB	Dutra/ SIT	Castelo	F. Dias	Outr os	Total
---------------------------------	--------------	------	-----	---------------	---------	------------	------------	-------

---

## FESPSP

Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo

---

<b>11/04/97</b>								
<b>12:00x18:00hs</b>	287	131	277	106	120	53	19	993
<b>18:00x22:00hs</b>	179	46	145	54	103	36	14	577
<b>Total</b>	466	177	422	160	223	89	33	1570
<b>18/04/97</b>								
<b>12:00x18:00hs</b>	546	201	248	126	142	82	29	1374
<b>18:00x22:00hs</b>	230	70	115	48	70	19	7	559
<b>Total</b>	776	271	363	174	212	101	36	1933

Fonte : Geipot, 1997.

A pesquisa, realizada em 18/04/97, revela que 40% do destino dos caminhões e carretas é São Paulo, 14% o ABCD, 19% a SAB, 9% a Dutra, 5% a Fernão Dias e 11% a Castelo Branco; ou seja, cerca de 41% dos veículos de carga pesquisados utilizaram o sistema viário da RMSP apenas para obter acesso a outras rodovias.

A circulação através da malha intra-urbana, dessa grande quantidade de veículos de grande porte, inclusive com a movimentação de cargas perigosas, aumenta o risco de acidentes e provoca uma perda geral da funcionalidade urbana.

No estudo do Plano Diretor de Transporte de Carga na Macrometrópole de São Paulo - TCM/SP previamente citado, são apresentadas as principais rotas de carga da Macrometrópole através da formação de vetores, agrupando regionalmente as ligações traduzidas nessas rotas. Esses vetores encontram-se ilustrados na **Figura 2.3.1.1** a seguir.

### **Figura 2.3.1.1**

#### **Vetores Principais do Trânsito de Passagem de Caminhões na RMSP**

---

fig. Principais Rotas de Cargas)

A Rota 1 na **Figura 2.3.1.1** atende aos fluxos de carga entre o Vale do Paraíba/ Rio de Janeiro e a Baixada Santista / Porto de Santos. Os fluxos que compõem esta rota escoam tanto pelo modo rodoviário quanto ferroviário.

A Rota 2 atende ao fluxo de carga entre o Rio de Janeiro / Região do Vale do Paraíba, e Região Sul do país contando, principalmente, com o modal rodoviário. A trajetória destes fluxos é desenvolvida através das Rodovias Presidente Dutra e Ayrton Senna, marginais dos rios Tietê e Pinheiros e Rodovia Régis Bittencourt. Esta trajetória não apresenta alternativas externas à RMSP, forçando a passagem da carga pela estrutura viária interna da região metropolitana.

A ferrovia, potencialmente, poderia atender parte dos fluxos neste trajeto, embora exija, para tanto uma operação de troca de bitolas, através de baldeio ou troca de truques que, também por outros motivos, tem se tornado em importante fator inibidor deste modal.

A Rota 3 atende ao fluxo de carga entre o Rio de Janeiro / Região do Vale do Paraíba e o Oeste Paulista, onde o modo rodoviário descreve uma trajetória básica através das Rodovias Presidente Dutra, Ayrton Senna, marginal Tietê, Castelo Branco e Raposo Tavares.

Potencialmente, esta rota poderia ser parcialmente atendida pelo modo ferroviário, o que não acontece por não se verificar uma integração comercial efetiva entre os eixos existentes, e por também exigir uma troca de bitolas entre a MRS e a FEPASA.

A Rota 4, constitui uma ligação entre dois importantes pólos econômicos: atende aos fluxos de carga entre Campinas / Norte do Estado e o Porto de Santos. O modo rodoviário nesta rota serve-se do Sistema Anhanguera / Bandeirantes, marginal Pinheiros / Avenida Bandeirantes e Complexo Anchieta / Imigrantes.

As cargas ferroviárias deste corredor são escoadas pelo sistema de bitola larga no eixo Colômbia, Santa Fé do Sul e Panorama, e pelo sistema de bitola métrica no eixo Araguari / Uberaba, ambos convergindo para Campinas / Boa Vista, onde novamente dividem-se em dois outros eixos: o de bitola mista da ligação entre Campinas / Boa Vista com a Baixada Santista, e o eixo de bitola larga entre Campinas / Boa Vista - Jundiá, prosseguindo em tráfego mútuo com a MRS até a Baixada Santista. Neste eixo existe conflito com o transporte de passageiros da CPTM na RMSP.

A Rota 5 atende ao fluxo de carga entre a Região Norte do Estado / Campinas, e a Região Sul do país. O modo rodoviário tem duas alternativas para o atendimento desta demanda: a primeira através da Rodovia Santos Dumont, já duplicada na Região de Campinas, e com tráfego mais difícil a partir de Tapiraí, principalmente no trecho da Serra de Paranapiacaba. A segunda opção passa, necessariamente, pela RMSP através do Sistema Anhanguera/ Bandeirantes, marginal Pinheiros e Rodovia Régis Bittencourt.

A Rota 6 atende ao fluxo de carga entre as regiões que configuram o Oeste Paulista e a Baixada Santista / Porto de Santos.

Para o atendimento desta demanda o modo rodoviário serve-se, prioritariamente, da Rodovias Castelo Branco / Raposo Tavares, marginal Pinheiros e Avenida dos Bandeirantes e Sistema Anchieta/Imigrantes, sem alternativas para evitar a malha viária interna da RMSP.

As cargas ferroviárias são escoadas pelo eixo de bitola métrica da FEPASA na ligação Rubião Júnior e Bauru, que entronca em Mairinque com o eixo de bitola mista da FEPASA na ligação Campinas / Boa Vista à Guaianã / Evangelista de Souza, descendo até a Baixada Santista.

A Rota 7 atende ao fluxo de carga entre o Rio de Janeiro / Região do Vale do Paraíba e Campinas/Região Norte do Estado, sendo também servida pelos modos rodoviário e ferroviário.

A Rodovia D. Pedro I, constitui o principal eixo rodoviário que atende a demanda nesta modalidade de transporte. O transporte ferroviário neste eixo é problemático devido ao conflito entre carga e passageiros dentro da RMSP. Existe uma antiga idéia que prevê a ligação ferroviária Campinas - Jacareí. Os fluxos de transporte previstos para este trecho, entretanto, não são suficientes para proporcionar viabilidade financeira ao projeto.

A análise desses fluxos de movimentação de carga na região mais desenvolvida do país só vem a confirmar o forte poder de atração dos fluxos de caminhões exercido pela Região Metropolitana de São Paulo.

#### Avaliação do Nível de Serviço (V/C)

Os custos sociais e ambientais associados à permanência de fluxos tão densos de caminhões na malha urbana são muito diversos e de grande intensidade.

A inserção no meio urbano de uma nova via do porte do Rodoanel, deve ser avaliada através da sua contribuição à eficiência operacional do sistema como um todo, que pode ser compreendida em função de dois objetivos básicos:

- atender a sociedade, e
- remunerar o investimento.

O primeiro objetivo atinge-se oferecendo à população um nível de serviços de alta qualidade e a preço competitivo. Sua avaliação é feita pelos seus efeitos externos, isto é, pela satisfação dos usuários frente à situação atual, considerando-se o que se tem de pagar por ele.

O segundo objetivo obtém-se pelos efeitos benéficos de eficiência associada à economia de custos e despesas de manutenção do sistema, bem como sobre as tarifas e tempos dispendidos pelos usuários.

Em uma análise sucinta, verifica-se que o fator condicionante da qualidade dos serviços será a eficiência da operação do sistema de transporte de uma forma geral.

A eficiência operacional, por sua vez, depende do seu estado tecnológico e de conservação e dos seus sistemas operacionais, além da sua competente operação.

O estado tecnológico do sistema, por sua vez, depende do nível de investimento.

A abordagem da questão do investimento no sistema deve considerar como ponto de partida, a situação presente de saturação do sistema viário na RMSP. O panorama geral é de saturação e de degradação dos equipamentos face à crônica escassez de recursos para manutenção e investimentos, que vigorou sobretudo na primeira metade da presente década.

Informações do Plano Metropolitano de Desenvolvimento Integrado - PMDI desenvolvido pela EMPLASA, dão conta de que foram feitos confrontos das demandas de tráfego em volume diário médio (VDM) com máximos volumes de serviços (MVSe). Desse confronto, resultaram três situações típicas de desempenho: saturada, de instabilidade e próxima da instabilidade.

Na situação saturada, com o VDM superando o maior valor calculado para MVSe, foram encontrados os seguintes trechos rodoviários:

- Raposo Tavares, no trecho entre São Paulo - Cotia,
- Castelo Branco, no trecho São Paulo - Barueri,
- Dutra, no trecho São Paulo - Guarulhos,
- Régis Bittencourt, entre São Paulo - Embu, e
- Fernão Dias, entre São Paulo e Mariporã.

Na situação de instabilidade, com o VDM maior do que o menor valor de MVSe, foram encontrados os trechos:

- Ayrton Senna - em Itaquaquecetuba
- Antiga São Paulo - Rio - entre São Paulo e Suzano
- Anchieta - entre São Bernardo do Campo e a Volkswagen
- Imigrantes - do km 11 ao km 18
- Régis Bittencourt - entre Itapeverica da Serra e São Lourenço da Serra.
- Dutra - entre Guarulhos e Arujá.

Na situação próxima da instabilidade, com o VDM próximo ao menor valor calculado de MVSe, os trechos:

- Anchieta - entre São Paulo e São Bernardo do Campo
- Ayrtton Senna - entre São Paulo e Guarulhos
- Raposo Tavares - entre Cotia e Vargem Grande Paulista
- Bandeirantes - entre São Paulo e Jundiaí
- Régis Bittencourt - entre São Lourenço da Serra e Juquitiba.

Como já mencionado no início desta seção, a avaliação dos níveis de serviço na área de influência do Trecho Oeste indicou, da mesma forma, relações críticas de V/C em trechos das marginais dos rios Tietê e Pinheiros e das Rodovias Anhanguera e Castelo Branco, baseando-se em dados referentes a 1991.

O impacto da circulação de volumes de tráfego tão densos sobre a malha viária recai sobre os custos de conservação e manutenção das vias, notadamente daquelas vias onde tais fluxos ocorrem com maior intensidade.

Apenas para se ter uma idéia da magnitude destes valores, os custos de manutenção e conservação atingem cerca de R\$ 129,8 mil/km/ano para a Dersa, somente nos sistemas sob sua responsabilidade, excluindo outras despesas com a operação do sistema e a administração central.

Os custos de manutenção e conservação das Marginais dos rios Tietê e Pinheiros, estimados pela Secretaria de Vias Públicas da Prefeitura de São Paulo para 1997 em R\$ 6,6 milhões, perfazem um custo unitário, por km, de cerca de R\$ 69,8 mil/ano, considerando-se a extensão de 94,5 km das vias expressa e local.

### Velocidade Média nos Deslocamentos Urbanos

Como decorrência do cenário caracterizado ao longo desta seção, do atual estágio de quase insustentabilidade sob o aspecto da mobilidade de quem se aproxima da área urbana da RMSP, é natural que haja uma tendência persistente de queda das velocidades médias das locomoções nas áreas mais centrais da região.

Uma análise do comportamento histórico das velocidades dos deslocamentos urbanos na RMSP, através de dados compilados de levantamentos da CET, ratificam esta tendência, conforme informações explicitadas nos números da **Tabela 2.3.1.7** de índice de desempenho.



**Tabela 2.3.1.7**  
**Velocidades Médias - São Paulo (em km/h)**

ANO	PICO DA MANHÃ (B - C)	PICO DA TARDE (C - B)
1977	21,1	24,8
1978	25,9	25,8
1979	24,9	23,6
1980	29,2	27,1
1981	33,4	27,3
1982	30,9	27,3
1983	30,4	25,3
1984	32,5	28,2
1985	28,1	25,6
1986	21,2	19,8
1987	29,7	24,7
1991	25,7	21,1
1993	28,1	21,3
1994	26,2	20,1
1995	22,9	18,9
1996	21,5	19,6

Fonte: CET

Conforme pode-se verificar, a tendência de declínio tem se acentuado mais fortemente a partir de 1994, quando as velocidades médias caíram para um patamar entre 18 e 20 km/h, no pico da tarde.

Para caracterizar mais pontualmente a situação atual das velocidades médias praticadas, foram levantadas informações junto à CET de modo a verificar os índices de desempenho do sistema. Pesquisas da Companhia de Engenharia de Tráfego apresentam os indicadores de velocidades médias observadas no Município de São Paulo. Tais resultados são obtidos pelo quociente da distância pela média dos tempos de todas as viagens realizadas no pico da manhã, das 6:30h às 9:30h, e pico da tarde, das 17:00h às 20:00h. Estas pesquisas são realizadas em 30 rotas selecionadas, tornando disponíveis as seguintes informações para cada rota:

- velocidades médias e tempos de percurso do tráfego geral,
- velocidades máxima, mínima e média do tráfego geral de cada trecho,
- velocidades médias dos ônibus, em várias situações operacionais.

As velocidades médias das 30 rotas pesquisadas, em ambos sentidos de direção e para os dois períodos de pico, são apresentados de forma completa na **Tabela 2.3.1.7**, com o objetivo de formar uma idéia mais precisa das variações de velocidades nos vários corredores.

# FESPSP

Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo

**Tabela 2.3.1.8**

**Velocidades Médias - Principais Rotas - São Paulo - 1996 - (em km/h)**

Nº	ROTA	Velocidad	Média	Velocidad	Média
		e	Centro	e	Bairro
		Bairro	Centro	Centro	Bairro
		manhã	tarde	manhã	tarde
1	Eusébio Matoso, Rebouças, Consolação	20,9	14,9	23,8	16,6
2	Fco. Matarazzo, Olímpio da Silveira, São João	19,4	20,4	27,1	18,8
3	Dep. Emílio Carlos, Rudge, Rio Branco	17,7	17,7	27,4	20,2
4	Santos Dumont, Tiradentes e Prestes Maia	24,9	22,3	34,1	22,8
5	Luis Villares, Cruzeiro do Sul e Av. do Estado	22,6	32,4	27,8	16,9
6	Rangel Pestana, Celso Garcia	-	-	26,2	17,1
7	Radial Leste	17,5	51,3	46,0	22,9
8	Ricardo Jafet	23,6	20,9	33,3	28,2
9	Jabaquara, D. Morais, Vergueiro -Liberdade	21,4	23,3	24,8	16,1
10	Rubem Berta e 23 de Maio	24,4	28,0	42,0	25,4
11	Santo Amaro e São Gabriel	18,6	18,7	19,1	12,8
12	Cidade Jardim e 9 de Julho	19,6	16,0	24,4	15,4
13	Heitor Penteado, Dr. Arnaldo e Paulista	22,7	11,2	21,9	11,5
14	Elevado Costa e Silva e Ligação Leste - Oeste	44,7	30,1	50,0	20,8
15	Rótula Central	23,6	14,7	-	-
16	Est. De Itapecerica e João Dias	-	-	-	-
17	Francisco Matarazzo	19,22	31,4	31,8	22,9
18	Av. Interlagos e Washington Luiz	19,0	19,8	29,8	18,8
19	Mini Anel - marginal expressa	23,2	31,1	31,7	24,6
20	Mini Anel - marginal local	23,2	31,1	31,7	24,6
21	Ver. José Diniz e Av. Ibirapuera	18,9	19,9	21,0	17,5
22	Brig. F.Lima, Tabapuã, J.Floriano -L. Antônio	20,0	12,8	14,7	11,3
23	Teodoro Sampaio e Cardeal Arcoverde	16,7	10,3	15,2	12,0
24	Est. M'Boi Mirim e Av. Guarapiranga	17,6	29,9	28,1	16,1
25	Cons. Carrão, Rio das Pedras e Mateo Bei	22,8	22,0	25,3	20,4
26	São Miguel e Amador Bueno da Veiga	28,7	26,7	29,3	21,0
27	Av. Sapopemba	17,7	23,5	26,9	20,6
28	Dr. Zuquim e Av. Nova Cantareira	13,1	22,3	26,7	20,4
29	Radial Leste	41,1	55,0	44,2	34,6
30	Rua Silva Bueno, Av. Pedro I e Av. do Estado	22,8	24,4	27,6	25,7
	<b>Total</b>	23,5	24,6	30,3	19,4

Fonte: CET

As velocidades médias para as mesmas rotas pesquisadas indicaram as seguintes velocidades médias para ônibus:

<b>Sentido</b>	<b>Pico da Manhã</b>	<b>Pico da Tarde</b>
<b>Bairro - Centro</b>	16,9 km/h	17,5 km/h
<b>Centro - Bairro</b>	21,3 km/h	14,5 km/h

Conforme pode-se observar, a velocidade média do tráfego geral é 39% mais elevada que a dos ônibus no pico da manhã (B-C), e 34% no pico da tarde (C-B), segundo os dados pesquisados pela CET.

A velocidade média do tráfego geral e de ônibus no pico da tarde (C-B) é cerca de 15% menor do que a do pico da manhã (B-C).

Comparando-se apenas o conjunto de rotas pesquisadas em 1995 e 1996, o que pode ser considerado uma aproximação da velocidade média praticada atualmente na cidade, observa-se que a velocidade média dos dois sentidos predominantes caiu, conforme indicam os resultados resumidos abaixo:

<b>Sentido</b>	<b>Pico da Manhã B - C</b>	<b>Pico da Tarde C - B</b>
<b>1995</b>	21,9 km/h	19,2 km/h
<b>1996</b>	21,2 km/h	18,1 km/h
<b>Varição (%)</b>	- 3,2	- 5,7

Os mesmos dados pesquisados para ônibus indicam uma queda de 2,3% na velocidade média de 1996, em relação a 1995, no pico da manhã (B-C), e de 1,4% no pico da tarde (C-B).

O Mini Anel Viário, compreendido pelas avenidas Salim Farah Maluf, Luís Inácio de Anhaia Melo, Juntas Provisórias, Tancredo Neves, Complexo Viário Maria Maluf, Bandeirantes, marginal do rio Pinheiros e marginal do rio Tietê até a ponte do Tatuapé, conta com uma extensão total de 52 km e apresenta as velocidades médias indicadas na **Tabela 2.3.1.9** abaixo:

**Tabela 2.3.1.9**  
**Velocidades Médias - Mini Anel Viário (km/h)**

TRECHO	MANHÃ		TARDE	
	Horário	Anti Horário	Horário	Anti Horário
Marginal Tietê - expressa	40,8	34,3	16,8	39,4
- local	34,8	28,5	17,9	35,8
Marginal Pinheiros - expressa	65,2	48,0	66,1	66,3
-local	53,3	-	53,7	-
Av. S. F. Maluf/J. Provis./T. Neves/Bandeirantes	23,2	31,7	31,3	24,6

**Fonte: CET**

OBS: sentido horário - da Marginal do Pinheiros para a do Tietê  
 sentido anti-horário - da Marginal do Tietê para a do Pinheiros

Tais resultados para o caso do Mini Anel Viário, coincidem com as velocidades médias do sistema viário medidas pelos Postos Avançados de Controle (PAC'S) que a CET mantém em vários pontos estratégicos de coleta de informações.

Entretanto, os resultados pelos PAC'S indicam quedas muito mais acentuadas nas velocidades médias do que as coletadas através de metodologia específica para coleta de informações, desenvolvidas pela área de pesquisa da CET.

As velocidades médias resumidas a seguir são oriundas das informações coletadas pelos postos.

Sentido	Pico da Manhã	Pico da Tarde
	B - C	C - B
<b>1995</b>	41 km/h	37 km/h
<b>1996</b>	33 km/h	28 km/h
<b>Variação (%)</b>	-19	-24

As diferenças entre as duas medidas podem estar relacionadas a dois aspectos principais:

- As amostras das duas pesquisas são distintas. O estudo da Central de Operações (Postos Avançados de Controle - PAC) abrange uma pequena parcela dos corredores avaliados, através de sua área específica de pesquisa, cujos resultados são apresentados em relatórios específicos.
- As metodologias de ambas as pesquisas são distintas. Enquanto as avaliações efetuadas pela área de pesquisa são obtidas através de cálculo da média

harmônica das viagens realizadas, em uma rota e no conjunto das rotas nos períodos de 6:30h às 9:30h e 17:00h às 20:00h, as medições da Central de Operações são pontuais, nos postos de observação, e efetuadas apenas às 8:30h e 18:30h. A velocidade média, neste caso, é obtida através do cálculo da média aritmética dos resultados das vias, com e sem semáforos.

### Congestionamentos

A RMSP, assim como várias regiões metropolitanas brasileiras, apresenta graves problemas de transporte e, em consequência, de qualidade de vida. Queda da mobilidade e da acessibilidade, degradação das condições ambientais, congestionamentos crônicos e altos índices de acidentes de trânsito, já constituem problemas comuns no dia a dia dos habitantes da Região Metropolitana de São Paulo.

Com o aumento dos congestionamentos aumenta também o nível de ineficiência do sistema de transporte de uma forma geral, e principalmente do transporte público.

Com o aumento do tráfego, o transporte público torna-se mais lento e menos confiável, reduzindo a demanda e, por conseguinte, as receitas. São necessários mais veículos para prestar o mesmo serviço e, portanto, aumentam também os custos. Os usuários potenciais do transporte coletivo desestimulam-se, optando pelo automóvel, aumentando o congestionamento e alimentando o círculo vicioso.

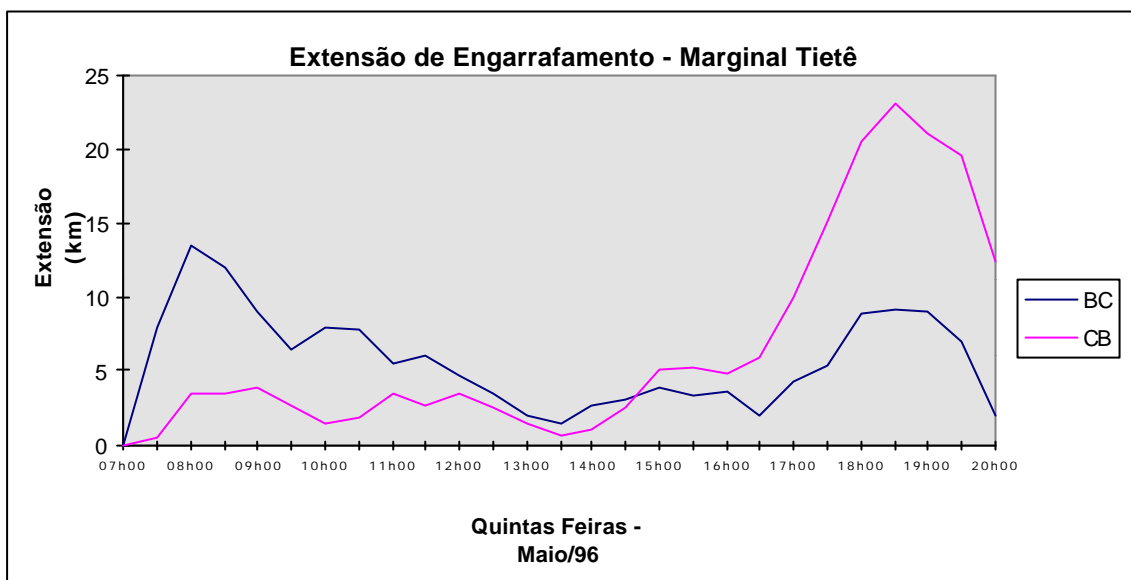
Como decorrência do agravamento recente da situação do trânsito na RMSP, a extensão da lentidão, medida pelos Postos Avançados de Controle da CET, registraram aumentos significativos da extensão dos congestionamentos ou da lentidão, entre 1995 e 1996, conforme os resultados resumidos a seguir:

#### **Extensão Média da Lentidão - São Paulo (em km)**

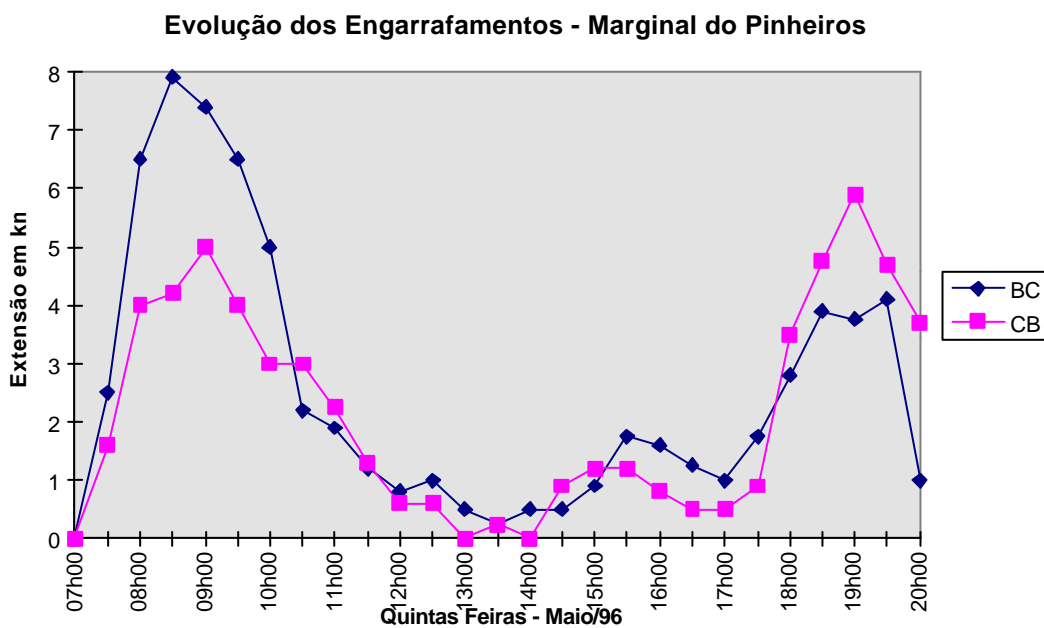
<b>Sentido</b>	<b>Pico da Manhã</b>	<b>Pico da Tarde</b>
	<b>B - C</b>	<b>C - B</b>
<b>1995</b>	74 km	104 km
<b>1996</b>	86 km	131 km
<b>Variação(%)</b>	+16	+26

A permanência da atual situação agrava a questão da acessibilidade, aumentando os níveis de congestionamento e a poluição. O uso ampliado do automóvel estimula, no médio prazo, a expansão urbana e a dispersão das atividades, dificultando ao mesmo tempo o acesso a elas.

Como efeito ilustrativo são apresentados a seguir gráficos de extensão dos congestionamentos, nos períodos da manhã e da tarde, nas marginais dos rios Tietê e Pinheiros, duas principais rotas do sistema viário metropolitano.



Fonte : CET



te: CET

Fon

Conforme pode-se verificar, a ocorrência de congestionamentos, em maior ou menor grau, ocorre praticamente ao longo de todo o dia.

As marginais representam importantes corredores do sistema viário metropolitano, mas ao mesmo tempo, personificam seus pontos nevrálgicos, sob o aspecto do custo do tempo para os usuários que por elas trafegam, pelos níveis de insegurança que o tráfego envolve, inclusive riscos consideráveis com cargas perigosas e pelos danos ambientais daí decorrentes.

### **2.3.2**

#### **Prognóstico do Trânsito**

##### Metodologia

Com o objetivo de prognosticar a situação do trânsito metropolitano para os horizontes de planejamento de interesse ao Empreendimento em pauta, utilizou-se um modelo de tráfego originalmente desenvolvido para a DERSA Desenvolvimento Rodoviário S.A pela VETEC Engenharia S/C Ltda. e VENCE Engenharia e Empreendimentos S/C Ltda. em 1992, e recentemente atualizado pela VETEC Engenharia S/C Ltda.

O mesmo modelo foi também utilizado para simular os impactos da implantação do Empreendimento na distribuição do tráfego por toda a rede (Seção 2.3.3).

A seguir apresenta-se uma descrição sucinta da metodologia adotada na estruturação do referido modelo e na sua aplicação ao caso em pauta.

A determinação da demanda de tráfego, atual e futura, foi baseada na aplicação de um procedimento matemático de simulação, compreendendo as tradicionais quatro etapas dos modelos de tráfego: geração, distribuição, divisão modal e alocação de viagens. O desenvolvimento de modelos dessa natureza requer uma série de etapas que são:

##### a) Definição do Zoneamento do Estudo

O total de zonas de tráfego definido para o modelo foi de 133, sendo 103 internas e 30 externas. As zonas internas englobam a Região Metropolitana de São Paulo, e foram criadas a partir de agregações do zoneamento definido pela Pesquisa Domiciliar de 1987, conduzida pela Companhia do Metropolitano de São Paulo - METRÔ. As zonas externas referem-se às principais ligações rodoviárias e ferroviárias externas à Região Metropolitana.

##### b) Montagem da Rede Estrutural de Transportes

A rede de simulação do modelo está representada pelas principais rodovias de acesso à Região Metropolitana, o sistema arterial principal e o sistema viário coletor acessando as zonas de tráfego internas. O sistema de transporte público sobre trilhos de alta capacidade (METRÔ e CPTM) também está representado. A rede perfaz um total de aproximadamente 1.250 segmentos bidirecionais. Os principais atributos codificados para os segmentos são distância, velocidade em fluxo livre e capacidade da via. Para os anos horizonte do estudo, a rede de simulação foi atualizada para incorporar as principais intervenções já programadas na ampliação da capacidade do sistema viário, além do Rodoanel, que considera-se terão um impacto significativo na sua área de influência. Essas intervenções são:

- a construção de avenidas marginais no trecho inicial da Rodovia Castelo Branco,
- o aumento do número de faixas de tráfego na Marginal Pinheiros, no trecho entre o Cebolão e a Ponte Eusébio Matoso, e,
- o complemento da Ligação Régis Bittencourt-Jaguapé, com a incorporação do trecho Régis Bittencourt-Raposo Tavares.

c) Matriz de intercâmbio de viagens para 1991, 2000, 2010 e 2020

As matrizes de viagens para os anos horizonte do estudo foram geradas pelo modelo a partir de atualizações da matriz gerada pela Pesquisa Domiciliar OD 1987 do METRÔ. Essas atualizações tiveram como fonte básica projeções de população e emprego por zona de tráfego para os anos horizonte que alimentaram o modelo de geração de viagens, obtidas por análise de regressão. As matrizes de viagens assim geradas discriminam as viagens entre transporte individual (auto), coletivo (ônibus, metrô, trem) e transporte de carga (caminhão). Para as matrizes de viagens individuais (auto) relativas ao ano de 2010 e 2020, consideraram-se, adicionalmente, incrementos de demanda relativos ao nível de renda e nível de motorização na Região Metropolitana. Esses ajustes foram executados tendo como referência matrizes origem-destino desenvolvidas pela Companhia do Metropolitano de São Paulo.

Cabe registrar que os resultados dessa simulação são bastante similares aos gerados por procedimento totalmente diferente desenvolvido como parte do Programa Metropolitano de Transporte Integrado - PMTI (SETEPLA, 1993), apresentando variações, em geral, da ordem de 10% no número total de viagens projetadas.

d) Alocação das matrizes de viagem à rede de transportes e equilíbrio entre Oferta e Demanda de Transportes.

A etapa de alocação consiste no carregamento das matrizes de demanda de transportes na rede de simulação, visando obter a estimativa dos volumes de veículos consignados a cada segmento da rede simulada, além de calcular a velocidade



resultante considerando os efeitos dos volumes alocados sobre os tempos de viagens. Para efetuar a alocação utilizam-se algoritmos de caminho mínimo que determinam a sequência de segmentos da rede de transporte que conectam duas zonas de tráfego, minimizando os tempos de viagem dispendidos.

O método de alocação adotado no modelo foi o método por equilíbrio, consistente em uma série iterativa de alocações tudo-ou-nada, combinando os carregamentos de cada iteração com os da iteração precedente de modo a minimizar uma função objetivo que reflete os tempos de viagem gastos pelos usuários na rede de transporte. Esse método de alocação tende a gerar uma solução onde podem existir múltiplos caminhos para um determinado par Origem-Destino, com tempos de viagem semelhantes.

A calibração do modelo de alocação, isto é, o ajuste dos parâmetros das funções matemáticas utilizadas, e dos atributos da rede de transportes, foi feita tendo como ano-base 1991, comparando os resultados obtidos da aplicação do modelo com contagens de tráfego e pesquisas de velocidade do ano de 1991 contidas no PMTT - Plano Municipal de Transporte e Tráfego, realizadas para o DSV/CET, complementadas por pesquisas realizadas para a DERSA em 1994.

A função de relacionamento de volume e capacidade utilizada para obter a estimativa dos tempos de viagem foi a recomendada pelo *Bureau of Public Roads*, conhecida como função BPR, e universalmente utilizada nesse tipo de estudo, que consiste em:

$$T = T_0 * (1 + 0,15 (V/C)^4)$$

T - Tempo de Viagem resultante (horas)

T<sub>0</sub> - Tempo de Viagem com fluxo zero (horas)

V - Volume de veículos no segmento (veic. / hora)

C - Capacidade do segmento (veic. / hora)

Os valores de T<sub>0</sub> e C foram codificados na rede de transportes com base em parâmetros usualmente utilizados em engenharia de tráfego.

Após a calibração do modelo acima descrito, e simulação do carregamento de tráfego para os horizontes de interesse (2000, 2010 e 2020), a equipe técnica responsável pela elaboração do presente EIA procedeu a um detalhamento de alguns aspectos dos resultados fornecidos pela empresa que realiza os estudos de tráfego, de maneira a adequar os dados fornecidos ao formato de informação necessária à avaliação do impacto ambiental do Empreendimento. Esses procedimentos são descritos a seguir.

As simulações de velocidades médias são fundamentais para a avaliação ambiental do Empreendimento. Elas proporcionam a base para o cálculo das economias de tempos de viagem e, conseqüente benefício para a qualidade de vida para a população regional. Permitem dimensionar, também, as reduções de custos de transportes, variações nos volumes de efluentes atmosféricos de fonte móvel, ganhos sub-regionais de acessibilidade, etc. Em todos os casos em que esses impactos são passíveis de representação espacial, eles são mapeados através de técnicas de geoprocessamento, estando os resultados incluídos na avaliação dos respectivos impactos no Volume IV do presente EIA.

A utilização de fatores de amortecimento (*damping factors*) no cálculo dos tempos de viagem dos segmentos da rede, nas diversas iterações do método do equilíbrio é um procedimento usual para assegurar a convergência do modelo. Esse procedimento consiste em estimar o novo tempo de viagem do segmento a partir da combinação do tempo de viagem calculado anteriormente com uma parcela do incremento do tempo de viagem observado para a iteração corrente, como segue:

$$T_n = T_{n-1} + (\alpha * (T - T_{n-1}))$$

$T_n$  - Tempo resultante na iteração n

$T_{n-1}$  - Tempo resultante na iteração n-1

$\alpha$  - Fator de Amortecimento ( $0 < \alpha \leq 1$ )

T - Tempo obtido da aplicação da fórmula BPR com os volumes estimados para a iteração n.

Para que os Tempos de Viagem resultantes da última iteração do modelo, isto é, aquela em que os critérios de convergência foram alcançados e com base na qual são geradas as estimativas de carregamento e tempos de viagem finais, refletissem o efeito do volume de tráfego alocado sobre os tempos de viagem na rede de transporte, adotou-se como velocidade final ao invés de  $T_n$  o valor de T calculado para a última iteração. Considerou-se nessa análise, que os tempos de viagem resultantes da aplicação da fórmula BPR teriam como limite máximo os tempos gerados por uma relação volume - capacidade de dois. A aplicação da fórmula BPR para fluxos de veículos substancialmente acima da capacidade prática de um segmento, isto é, em uma região onde a formação de filas e congestionamentos é inevitável, tende a não refletir a realidade observada, dado o próprio caráter aleatório dos tempos de viagem que esse tipo de situação enseja.

As velocidades médias para os modais caminhão e ônibus foram obtidas aplicando-se curvas de relacionamento que relacionam a velocidade do auto com a correspondente velocidade de ônibus e caminhões em segmentos da rede viária. Essas curvas foram obtidas a partir de tabulações de dados de velocidade observados no município de São Paulo, em levantamentos efetuados anualmente pelo CET.

Para se obter a estimativa das velocidades médias para o período de entre-pico aplicou-se a fórmula BPR sobre uma estimativa de carregamento de 60 % do carregamento da hora-pico. Essa percentagem foi obtida através da tabulação da distribuição do número de viagens por faixa horária presentes na OD 1987 do METRÔ. Essa mesma distribuição horária foi utilizada para obter a estimativa dos volumes alocados na rede de transporte por faixa horária, necessários para o desenvolvimento dos estudos de nível de concentração de poluentes.

Para fins de apresentação dos resultados mais significativos relativos aos anos de 2000 e 2010 em mapas temáticos sobre variações na relação volume / velocidade (V/C) e variações de velocidade, agregaram-se os resultados obtidos da aplicação dos modelos, por seções da rede de transporte. Uma seção compõe-se de um ou mais segmentos da rede viária simulada. Os números resultantes para cada seção, no que diz respeito a carregamentos, velocidades e relações volume/capacidade, são a média ponderada por veículo quilômetro dos resultados obtidos pelos *links* que a compõem, isto é, a distância e o carregamento desses *links* é considerada conjuntamente para compor o indicador resultante.

A estimativa dos tempos de viagem resultantes entre zonas da Região Metropolitana para o ano 2010, expostas nos mapas temáticos que tratam dos impactos sobre a atratividade dessas zonas (incluídos na caracterização de impactos da Seção 6.4 - Volume IV), abordando as alternativas com e sem o Trecho Oeste do Rodoanel, foi obtida aplicando-se um algoritmo de caminho mínimo, considerando os tempos resultantes nos segmentos da rede de transporte para cada uma das alternativas. Esse algoritmo forneceu o tempo total de viagem previsto para cada par Origem-Destino.

### Projeções

Analisaram-se, em primeiro lugar, as simulações de carregamento na rede do modelo de tráfego na hipótese da não implantação do Empreendimento.

Os indicadores obtidos da simulação, relativos aos patamares de 2000, 2010 e 2020, evidentemente consideraram os condicionantes de um cenário onde se procurou captar os movimentos estruturais ou sócio-econômicos mais importantes com impactos para a RMSP, de forma a incorporá-los nos montantes de movimentações futuras previstas.

Não será necessário, portanto, deter-se, para efeito dos objetivos da presente análise, naquelas tendências evolutivas de amplo conhecimento que caracterizaram os anos 80, tal como a estagnação e a instabilidade econômica, a queda dos investimentos do setor público, além das crises em outros setores da economia.

Mais importante para o contexto da presente avaliação é que o prognóstico sobre os deslocamentos na RMSP estejam calçados em cenários que incorporam as alterações importantes que vem se processando na dinâmica demográfica, nos deslocamentos, nos novos

padrões de ocupação espacial e, finalmente, nas estruturas de renda e condições de vida da população da região.

Apenas para citar algumas tendências relevantes, ressalte-se a redução da taxa de crescimento da população, que abaixou de 2,48 % entre 70 e 80 para 1,93 % entre 80 e 91, e os ajustes no padrão espacial de ocupação em resposta à perda de dinamismo econômico da RMSP. Entre os aspectos dessa recomposição espacial podem ser citados: a manutenção da tendência à expansão da mancha urbana, o crescimento dos municípios médios, o maior crescimento das periferias da Região Metropolitana em relação aos seus núcleos, além da acentuada tendência ao empobrecimento de segmentos significativos da população, pela perda do referido dinamismo econômico regional e pelo próprio ajuste macroeconômico em curso, que inclui como vetor complementar um intenso processo de interiorização industrial do Estado.

A partir dos cenários traçados para a RMSP e das demandas de transporte previstas com impactos diretos sobre a rede viária simulada, vislumbra-se uma situação de colapso na hipótese da não implantação do Empreendimento, caracterizada por uma tendência persistente de queda das velocidades médias em todas as categorias de fluxos na Região Metropolitana, conforme resumo indicativo da **Tabela 2.3.2.1**. Cabe lembrar neste contexto, que as únicas alterações previstas para a oferta (capacidade viária) para os três horizontes de planejamento assim projetados, são as anteriormente mencionadas avenidas marginais à Rodovia Castelo Branco, a Ligação Jaguaré (trecho Régis Bittencourt/ Raposo Tavares), e faixas adicionais na marginal Pinheiros.

### **Tabela 2.3.2.1**

#### **Velocidades Médias Projetadas na RMSP - Cenário sem o Empreendimento (em km/h)**

<b>Tipo de Veículo Ano</b>	<b>Auto</b>	<b>Caminhão</b>	<b>Ônibus</b>
<b>2000</b>	27,52	32,09	19,52
<b>2010</b>	19,27	22,05	14,19
<b>2020</b>	17,33	20,54	13,12

As quedas previstas nas velocidades médias são da ordem de 30% na primeira década, a partir do ano 2000, período em que é previsto maior acréscimo no volume de viagens entre os patamares de tempo projetados, conforme verifica-se nas projeções apresentadas na **Tabela 2.3.2.2**. O crescimento substancialmente maior durante o período 2000/2010, decorre das hipóteses adotadas no modelo quanto ao aumento de renda da população e aumentos da taxa de motorização durante esse período. Em todo caso, deve-se registrar que essas hipóteses são relativamente conservadoras, e indicam um decréscimo com relação aos

ritmos atuais de crescimento, devendo-se lembrar neste contexto, que a frota metropolitana vem crescendo ao ritmo de 6,01 % a.a. (ver **Tabela 2.3.1.1**).

**Tabela 2.3.2.2****Número de Viagens por Tipo de Veículo - Projeções sem a Implantação do Empreendimento (10<sup>6</sup> viagens veículos)**

Tipos de Viagem	Horizonte	Tipos de Veículo			
		Auto	Caminhão	Ônibus	Total
Internas	1991	5,52	0,09	0,36	5,98
	2000	6,67	0,12	0,45	7,25
	2010	11,11	0,15	0,55	11,82
	2020	12,68	0,18	0,66	13,52
Externas	1991	0,0074	0,0135	0,0004	0,0213
	2000	0,0092	0,0159	0,0005	0,0256
	2010	0,0156	0,0187	0,0006	0,0349
	2020	0,0178	0,0214	0,0007	0,0399
Intern/Ext.	1991	0,1434	0,0638	0,0025	0,2097
	2000	0,1753	0,0786	0,0030	0,2569
	2010	0,2944	0,0950	0,0039	0,3933
	2020	0,3357	0,1115	0,0045	0,4517

Fonte : Pesquisa O/D 1987

Apenas para elucidar questões de ordem metodológica, deve-se ressaltar que a matriz de viagens utilizada para elaborar as simulações de níveis de serviço (V/C) e velocidades médias, representa um subconjunto da matriz total de viagens. A seleção do conjunto de zonas, e a respectiva parcela da malha viária considerada na simulação, é constituída de um subconjunto de *links* selecionados em função da sua relevância ao caso em pauta que, por sua vez, incorpora os trechos metropolitanos dos eixos rodoviários radiais. Tais esclarecimentos são necessários, pois eles explicam os diferentes níveis de velocidades médias constatados quando se comparam as estatísticas da CET apresentadas na Seção 2.3.1. com os resultados obtidos na simulação.

Os maiores carregamentos previstos para os horizontes considerados, em veículos-dia, em ambos sentidos, podem ser visualizados para alguns trechos selecionados na **Tabela 2.3.2.3** apresentada a seguir.

**Tabela 2.3.2.2****Carregamento e Velocidades Médias - Trechos Seleccionados da Rede Viária da RMSP - Cenário sem o Empreendimento**

Ano		2000			2010			2020		
Via	Trecho	Auto	Cam.	Veloc. Média	Auto	Cam.	Veloc. Média	Auto	Cam	Veloc. Média
M. P.	Cid. Univ.- E. Mat.	180,9	16,6	48,06	360,6	22,6	33,16	393,3	27,0	28,74
M. P.	Cebolão - Jaguaré	265,7	31,2	48,70	494,9	42,4	18,9	565,6	49,8	17,65
M. P.	E. Mat. - Cid. Jard.	188,2	16,6	47,13	351,8	20,7	33,23	402,4	24,9	27,55
M. P.	Jaguaré - Cid. Univ.	232,9	18,7	54,26	374,1	24,1	33,37	410,5	28,3	31,35
M. T.	Anhang. - Bandeir.	191,4	35,4	51,10	370,1	46,5	22,84	425,4	55,0	17,65
M. T.	Bandeir. - Piqueri	197,5	38,0	49,83	380,4	49,3	21,03	437,1	58,1	17,65
M. T.	Cebolão - Anhang.	252,2	41,2	41,02	470,1	53,8	17,65	540,0	63,6	17,65
C. B.	Interior	143,6	15,8	57,47	280,4	21,9	42,04	319,9	26,5	34,76
R. T.	Trecho Inicial	114,9	59,2	55,18	141,6	41,8	54,39	159,6	4,6	52,49

Unid.: VDM em 1000 veículos/dia e Veloc. em km/h

M.P. = Marginal Pinheiros e C. B. = Castelo Branco

M.T. = Marginal Tietê e R. T. = Raposo Tavares

Os nove trechos seleccionados figuram entre os mais carregados da projeção e são, ao mesmo tempo, alguns dos que apresentam maior variação de carregamento nos cenários que prevêm a implantação do Trecho Oeste do Rodoanel.

De uma forma geral, os impactos no sistema viário da alternativa base, ou seja, a “de não fazer nada”, podem ser resumidos em algumas conclusões que revelam impactos importantes sobre o sistema:

- As marginais dos rios Tietê e Pinheiros são as que apresentam trechos mais densamente carregados;
- Em um segundo grupo destacam-se outros trechos da Rodovia Castelo Branco, Bandeirantes, Francisco Morato e a Ligação Régis Bittencourt / Jaguaré;
- Em terceiro lugar, seguem vários trechos da Régis Bittencourt, Raposo Tavares e Av. dos Autonomistas.
- Os carregamentos chegam a duplicar de volume entre 2000 e 2010 e as velocidades caem, em média, cerca de 30% na maioria dos trechos mais carregados.

As relações volume/capacidade (V/C) indicam que grande parte dos trechos das marginais dos rios Tietê e Pinheiros já estão saturados, baseando-se nos níveis de serviço na situação base, e os demais já apresentam relações próximas da saturação.

As projeções dos níveis de serviço para o patamar de 2000 indicam que a maioria dos trechos adjacentes à área de influência do Trecho Oeste estarão saturados. Referem-se, basicamente, aos trechos entre a Ponte Cidade Jardim e Jaguaré, à marginal do rio Pinheiros, entre o Cebolão e o acesso à Rodovia dos Bandeirantes, à marginal do rio Tietê, e aos trechos iniciais das Rodovias Anhanguera, Bandeirantes e Castelo Branco. Os níveis de serviço entre 1991/2000 apresentarão uma redução média em torno de 20% neste trechos.

As simulações realizadas para o ano de 2010 indicam uma degradação generalizada dos níveis de serviço, em média, da ordem de 70% em relação ao período anterior. Neste período estarão saturados não só os trechos anteriormente citados, onde a mobilidade ficará seriamente comprometida, mas alcançará também outros trechos próximos das rodovias Régis Bittencourt e Castelo Branco e das avenidas dos Autonomistas, Francisco Morato e Politécnica.

Em 2020, a situação ficará mais grave na região, de uma forma geral, embora, devido a menores expectativas do aumento do número de viagens no período, as taxas médias de queda dos níveis de serviço fiquem em torno de 15%, menores, portanto, que as do período anterior.

Os resultados da simulação das condições do tráfego na hipótese da não implantação do Empreendimento, com os respectivos carregamentos para os anos 2000, 2010 e 2020, encontram-se representados espacialmente nas **Figuras 2.3.2.1 a 2.3.2.3** incluídas nesta seção.

### **2.3.3**

#### **Impactos do Empreendimento no Trânsito**

##### Os Cenários Analisados

O impacto do Rodoanel na situação assim prognosticada, foi analisada mediante utilização das mesmas técnicas de modelagem já descritas, para dois cenários alternativos:

- Implantação do Rodoanel completo,
- Implantação de somente o Trecho Oeste.

A metodologia de modelagem desse impacto consistiu da inserção de novos *links* na rede viária do modelo, testando-se para a rede modificada as simulações de distribuição do



carregamento de tráfego para os anos 2000, 2010 e 2020. Os resultados dessas simulações encontram-se representadas nas **Figuras 2.3.3.1 a 2.3.3.6**.

Para uma melhor compreensão dos impactos, apresentam-se também as seguintes figuras destinadas a fornecer um maior detalhamento do cenário de implantação de somente o Trecho Oeste:

**Figuras 2.3.3.7 e 2.3.3.8**, que comparam as relações V/C (volume x capacidade) para a malha viária principal (Anel viário existente e rodovias radiais), nas alternativas com e sem o Empreendimento (Trecho Oeste), para os horizontes 2000 e 2010;

**Figura 2.3.3.9**, que mostra os níveis de variação do carregamento, expresso em VDM (viagens diárias médias), da malha viária principal como decorrência da implantação do Trecho Oeste, em 2000 e 2010;

**Figuras 2.3.3.10 e 2.3.3.11**, que comparam as velocidades de pico na malha viária principal em 2000 e 2010, com e sem a implantação do Trecho Oeste;

**Figura 2.3.3.12**, que mostra as variações de velocidade decorrentes da implantação do Trecho Oeste em 2000 e 2010.

Também no intuito de fornecer uma visão geral dos resultados da simulação, apresentam-se nesta seção as **Tabelas 2.3.3.1 a 2.3.3.3**, que mostram os volumes de carregamento por modal, com e sem o Trecho Oeste do Rodoanel, em 2000, 2010 e 2020.

Antes de proceder a uma análise dos carregamentos e de todas essas variações, é importante registrar que o carregamento simulado corresponde ao traçado selecionado para o Trecho Oeste, com base nas conclusões do presente EIA. No caso dos trechos norte, leste e sul, as simulações de carregamento para o cenário de implantação do Rodoanel completo (**Figuras 2.3.3.4 a 2.3.3.6**) adotaram o traçado recomendado no Estudo de Alternativas de 1991 que concluiu, entre três alternativas básicas consideradas (interna, intermediária e externa), a favor da alternativa intermediária (ver Seção 3.2.1). Qualquer variação de traçado implicaria em mudanças nos resultados das simulações, uma vez que mudam as distâncias entre *links* da rede, com a conseqüente alteração na composição dos caminhos mínimos a serem eleitos pelo tráfego.

**Tabela 2.3.3.1****Carregamento por Modal - com e sem o Empreendimento - Ano 2000**

NOME	VDM - Veículos/dia - (BIDIRECIONAL)						Variação VDM
	ALT. BASE (sem o Emp.)			ALT.c/ TRECHO OESTE			
	TOTAL	AUTO	CAM.	TOTAL	AUTO	CAM.	
AV CORIFEU DE AZEVEDO MARQUES	20493	18485	537	16632	15025	435	-3861
AV DOS AUTONOMISTAS - EXT.	20602	18296	323	18615	16485	197	-1987
AV DOS AUTONOMISTAS - INT.	32074	28873	253	32014	28941	151	-60
AV DOS AUTONOMISTAS - RODOV.	14034	10360	2453	13833	10124	2454	-201
AV ESC.POLITEC. -(CORIFEU-RAPOSO)	24355	15135	8210	8140	6986	358	-16215
AV ESC.POLITEC.-(MARG.-CORIFEU)	18421	10760	7025	4550	3870	230	-13871
AV FRANCISCO MORATO	50491	45471	1027	44662	40934	730	-5829
AV.R.P.MAGALHAES - EXT.	9509	8938	305	13578	11238	1865	4069
AV.R.P.MAGALHAES - INT.	27825	25520	1709	24457	22512	1200	-3368
LIG JAGUARE - RÉGIS (RAPOSO-RÉGIS)	53447	35839	12803	38188	31142	2395	-15259
MARG.PINHEIROS-C.UNIV.-E.MAT.S	200289	180927	16625	193768	176912	14150	-6521
MARG.PINHEIROS-CEBOLAO-JAGUARE	303545	265680	31228	273695	245690	21922	-29850
MARG.PINHEIROS-E.MAT.-C.JARDIM	210679	188181	16608	201843	182350	13665	-8836
MARG.PINHEIROS-JAGUARE-C.UNIV.	256597	232916	18735	224478	205138	15004	-32119
MARG.TIETE - ANHANG.-BAND.	231453	191377	35456	208465	175782	28350	-22988
MARG.TIETE - BAND.-PIQUERI	240175	197516	38000	236164	194952	36421	-4011
MARG.TIETE -CEBOLAO-ANHANG.	300032	252195	41191	266996	230834	30086	-33036
ROD. ANHANGUERA - EXT.	34254	21496	12132	34983	21737	12601	729
ROD. ANHANGUERA - INT.	67218	53064	11686	39684	35653	1743	-27534
ROD. CASTELO BRANCO - EXT.	91718	76749	14054	95804	79862	14624	4086
ROD. CASTELO BRANCO - INT.	165017	143602	15839	190064	156439	27462	25047
ROD. CASTELO BRANCO - RODOV.	27247	15286	11923	27508	15544	11921	261
ROD. DOS BANDEIRANTES - EXT.	65852	46727	18576	64844	45550	18652	-1008
ROD. DOS BANDEIRANTES - INT.	78855	57289	20043	82022	60034	20144	3167
ROD. RAPOSO TAVARES - EXT.	49539	38239	9105	49733	38002	9197	194
ROD. RAPOSO TAVARES - INT.	52875	43327	8526	40760	35962	3473	-12115
ROD. RAPOSO TAVARES - RODOV.	13223	10117	2712	13227	10117	2712	4
ROD. RAPOSO TAVARES-T.INICIAL	128847	114987	5927	127695	114269	5381	-1152
ROD.RÉGIS BITTENCOURT- EXT.2	27193	14935	10325	28393	15840	10532	1200
ROD.RÉGIS BITTENCOURT-EXT.1	45185	30196	9245	49547	32741	10830	4362
ROD.RÉGIS BITTENCOURT-EXT.3	16602	7484	8113	16599	7481	8113	-3
ROD.RÉGIS BITTENCOURT-INT.	51096	34619	10477	55450	40251	10039	4354
ROD.RÉGIS BITTENCOURT-RODOV.	12425	4177	7942	12425	4177	7942	0
ROD.RÉGIS BITTENCOURT-T.INICIAL	29121	24479	1242	21510	18368	868	-7611
RODO - ANHANGUERA- BANDEIRANTES	0	0	0	33794	24345	7960	0
RODO - BANDEIRANTES-PERÚS	0	0	0	22643	17639	3333	0
RODO - CASTELO-ANHANGUERA	0	0	0	49266	33186	14142	0
RODO - CASTELO-TURIBIO	0	0	0	48082	32983	12906	0
RODO - RAPOSO-RÉGIS BITTENCOURT	0	0	0	33867	18388	14217	0
RODO - TURIBIO-RAPOSO	0	0	0	48476	33266	12950	0

**NOTAS:** A diferença entre a somatória das viagens de auto e caminhão e o respectivo total equivale às viagens de ônibus.

Prefixo “Rodo” indica trecho do próprio Rodoanel. Terminações “Int” ou “Ext” indicam sub-trechos  
radiais internos ou externos ao Rodoanel.

**Tabela 2.3.3.2****Carregamento por Modal - com e sem o Empreendimento - Ano 2010**

NOME	VDM - Veículos/dia - (BIDIRECIONAL)						Variação VDM
	ALT. BASE (sem o Emp.)			ALT.c/ TRECHO OESTE			
	TOTAL	AUTO	CAM.	TOTAL	AUTO	CAM.	
AV CORIFEU DE AZEVEDO MARQUES	46975	42906	1108	40069	36718	866	-6906
AV DOS AUTONOMISTAS - EXT.	39325	36188	484	36266	33296	379	-3059
AV DOS AUTONOMISTAS - INT.	57578	53464	631	54788	51100	303	-2790
AV DOS AUTONOMISTAS - RODOV.	20502	16567	2015	20322	16374	2031	-180
AV ESC.POLITEC. -(CORIFEU-RAPOSO)	57789	44485	10995	23642	21595	739	-34147
AV ESC.POLITEC.-(MARG.-CORIFEU)	33141	22935	8863	8862	7873	335	-24279
AV FRANCISCO MORATO	100397	92623	1463	90597	84126	1078	-9800
AV.R.P.MAGALHAES - EXT.	16101	15318	470	22354	19399	2339	6253
AV.R.P.MAGALHAES - INT.	47716	44946	2121	41374	39219	1404	-6342
LIG JAGUARE - RÉGIS (RAPOSO-RÉGIS)	90860	68605	15594	54590	47251	2351	-36270
MARG.PINHEIROS-C.UNIV.-E.MAT.S	387439	360603	22602	363438	342766	16474	-24001
MARG.PINHEIROS-CEBOLAO-JAGUARE	545602	494947	42359	488521	452667	28016	-57081
MARG.PINHEIROS-E.MAT.-C.JARDIM	380378	351767	20775	350651	328212	14803	-29727
MARG.PINHEIROS-JAGUARE-C.UNIV.	403848	374096	24074	348929	327257	16591	-54919
MARG.TIETE - ANHANG-BAND.	423524	370116	46541	381962	338530	36966	-41562
MARG.TIETE - BAND.-PIQUERI	436715	380377	49348	427578	373286	47036	-9137
MARG.TIETE -CEBOLAO-ANHANG.	533437	470139	53812	478977	430877	39269	-54460
ROD. ANHANGUERA - EXT.	51434	36094	14540	52626	36667	15126	1192
ROD. ANHANGUERA - INT.	107914	90390	14305	65173	60085	2148	-42741
ROD. CASTELO BRANCO - EXT.	174623	153484	19498	178732	156559	20000	4109
ROD. CASTELO BRANCO - INT.	309708	280380	21902	340799	297649	34447	31091
ROD. CASTELO BRANCO - RODOV.	51052	34930	16080	49384	33321	16015	-1668
ROD. DOS BANDEIRANTES - EXT.	102303	78920	22697	99899	76453	22684	-2404
ROD. DOS BANDEIRANTES - INT.	124735	98058	24823	131386	104184	24540	6651
ROD. RAPOSO TAVARES - EXT.	71167	59021	8980	73899	61052	9204	2732
ROD. RAPOSO TAVARES - INT.	70387	61101	8026	53081	48892	2553	-17306
ROD. RAPOSO TAVARES - RODOV.	22209	18337	3358	22218	18337	3358	9
ROD. RAPOSO TAVARES-T.INICIAL	153527	141571	4185	154798	143138	4017	1271
ROD.RÉGIS BITTENCOURT- EXT.2	42813	27808	12289	42960	27910	12331	147
ROD.RÉGIS BITTENCOURT-EXT.1	75256	56381	11026	80170	59381	12746	4914
ROD.RÉGIS BITTENCOURT-EXT.3	25182	14191	9514	25082	14105	9513	-100
ROD.RÉGIS BITTENCOURT-INT.	85956	65024	12641	99315	78539	13736	13359
ROD.RÉGIS BITTENCOURT-RODOV.	16999	7255	9345	16999	7255	9345	0
ROD.RÉGIS BITTENCOURT-T.INICIAL	46596	41048	1470	43298	38537	1087	-3298
RODO - ANHANGUERA-BAND.	0	0	0	54243	42214	10271	0
RODO - BANDEIRANTES-PERÚS	0	0	0	39829	33194	4441	0
RODO - CASTELO-ANHANGUERA	0	0	0	77091	56839	17881	0
RODO - CASTELO-TURIBIO	0	0	0	92499	70052	19187	0
RODO - RAPOSO-RÉGIS BITTENCOURT	0	0	0	62473	41153	19443	0
RODO - TURIBIO-RAPOSO	0	0	0	92445	69994	19165	0

**NOTAS:** A diferença entre a somatória das viagens de auto e caminhão e o respectivo total equivale às viagens de ônibus.

Prefixo "Rodo" indica trecho do próprio Rodoanel. Terminações "Int" ou "Ext" indicam sub-trechos

radiais internos ou externos ao Rodoanel.

**Tabela 2.3.3.3****Carregamento por Modal - com e sem o Empreendimento - Ano 2020**

NOME	VDM - Veículos/dia - (BIDIRECIONAL)						Variação VDM
	ALT. BASE (sem o Emp.)			ALT.c/ TRECHO OESTE			
	TOTAL	AUTO	CAM.	TOTAL	AUTO	CAM.	
AV CORIFEU DE AZEVEDO MARQUES	54010	49157	1282	50362	45997	1101	-3648
AV DOS AUTONOMISTAS - EXT.	45111	41144	597	41730	37942	486	-3381
AV DOS AUTONOMISTAS - INT.	65231	60298	852	62374	58005	393	-2857
AV DOS AUTONOMISTAS - RODOV.	23593	18594	2423	23390	18335	2472	-203
AV ESC.POLITEC. -(CORIFEU-RAPOSO)	69944	53872	13157	33488	30494	1144	-36456
AV ESC.POLITEC.-(MARG.-CORIFEU)	39254	27270	10343	11013	9651	472	-28241
AV FRANCISCO MORATO	114174	105049	1675	106076	98082	1326	-8098
AV.R.P.MAGALHAES - EXT.	18406	17467	554	25535	22030	2738	7129
AV.R.P.MAGALHAES - INT.	54391	51108	2528	45986	43544	1576	-8405
LIG JAGUARE - RÉGIS (RAPOSO-RÉGIS)	101856	76637	17070	61514	52876	2659	-40342
MARG.PINHEIROS-C.UNIV.-E.MAT.S	424955	393306	27038	396545	372005	19892	-28410
MARG.PINHEIROS-CEBOLAO-JAGUARE	625083	565598	49848	557440	515391	32895	-67643
MARG.PINHEIROS-E.MAT.-C.JARDIM	436350	402403	24917	408651	381579	18062	-27699
MARG.PINHEIROS-JAGUARE-C.UNIV.	445288	410532	28341	398115	372224	19948	-47173
MARG.TIETE - ANHANG-BAND.	488320	425374	54963	444060	392490	43783	-44260
MARG.TIETE - BAND.-PIQUERI	503353	437094	58131	497354	432979	55583	-5999
MARG.TIETE -CEBOLAO-ANHANG.	614673	539995	63574	553912	496721	46585	-60761
ROD. ANHANGUERA - EXT.	60035	41641	17419	60706	41838	17855	671
ROD. ANHANGUERA - INT.	124241	103620	16805	75643	69551	2557	-48598
ROD. CASTELO BRANCO - EXT.	201362	175492	23773	205236	178431	23961	3874
ROD. CASTELO BRANCO - INT.	355343	319877	26492	390486	338835	40975	35143
ROD. CASTELO BRANCO - RODOV.	61194	41921	19220	58154	39253	18840	-3040
ROD. DOS BANDEIRANTES - EXT.	117611	89982	26832	114841	87149	26803	-2770
ROD. DOS BANDEIRANTES - INT.	143288	111832	29340	151698	119398	29102	8410
ROD. RAPOSO TAVARES - EXT.	81020	66676	10235	84692	69219	10718	3672
ROD. RAPOSO TAVARES - INT.	78180	68127	8565	59147	54349	2834	-19033
ROD. RAPOSO TAVARES - RODOV.	25552	20897	4002	25563	20897	4002	11
ROD. RAPOSO TAVARES-T.INICIAL	173625	159653	4631	171793	158505	4457	-1832
ROD.RÉGIS BITTENCOURT- EXT.2	49121	31738	14074	48805	31272	14195	-316
ROD.RÉGIS BITTENCOURT-EXT.1	86855	64496	12591	92104	67336	14727	5249
ROD.RÉGIS BITTENCOURT-EXT.3	28918	16224	10898	29044	16224	11008	126
ROD.RÉGIS BITTENCOURT-INT.	99212	74319	14490	116038	90927	16148	16826
ROD.RÉGIS BITTENCOURT-RODOV.	19505	8281	10751	19505	8281	10751	0
ROD.RÉGIS BITTENCOURT-T.INICIAL	53034	46324	1687	50836	44863	1335	-2198
RODO - ANHANGUERA-BAND.	0	0	0	61992	47790	12115	0
RODO - BANDEIRANTES-PERÚS	0	0	0	46011	38014	5298	0
RODO - CASTELO-ANHANGUERA	0	0	0	87939	63983	21070	0
RODO - CASTELO-TURIBIO	0	0	0	105120	78660	22399	0
RODO - RAPOSO-RÉGIS	0	0	0	71233	46511	22440	0
RODO - TURIBIO-RAPOSO	0	0	0	104982	78532	22359	0

**NOTAS:** A diferença entre a somatória das viagens de auto e caminhão e o respectivo total equivale às viagens de ônibus.

Prefixo "Rodo" indica trecho do próprio Rodoanel. Terminações "Int" ou "Ext" indicam sub-trechos

radiais internos ou externos ao Rodoanel.

### Análise dos Resultados

Os resultados da análise dos impactos do Empreendimento podem ser avaliados em função das variações dos carregamentos simulados, e das velocidades médias verificadas nas principais vias de interesse e níveis de serviço correspondentes.

A análise dos carregamentos, utilizando-se do arcabouço metodológico apresentado anteriormente, tornou possível identificar as reduções e aumentos de demanda de transporte no sistema viário sob influência do Trecho Oeste.

As maiores reduções no volume de automóveis em circulação no ano 2000, em função da implantação do Empreendimento, envolvem trechos da Avenida Escola Politécnica entre a Marginal Pinheiros e a Corifeu de Azevedo Marques, e entre a Corifeu e a Raposo Tavares, em 64% e 53%, respectivamente. No trecho da Rodovia Anhanguera mais próximo da capital, a redução alcança cerca de 33%. No trecho inicial da Régis Bittencourt, 25%, e variações de cerca de 12% na Avenida Corifeu de Azevedo Marques e trechos da Rodovia Raposo Tavares, da Ligação Jaguaré - Régis, da Marginal Pinheiros e da Av. Raimundo Pereira de Magalhães. Vários trechos das marginais dos rios Tietê e Pinheiros, e das Avenidas Francisco Morato e av. dos Autonomistas têm reduções entre 7% e 10%.

Aumentos mais significativos, de cerca de 16% do volume de automóveis, são verificados em 2000 apenas no trecho mais interno da Régis Bittencourt e mais externo da Av. Raimundo Pereira de Magalhães, 25,7%. Esses trechos correspondem, respectivamente, aos acessos ao Trecho Oeste nas suas extremidades sul e norte.

O patamar de 2010 apresenta uma melhora, ainda que pequena, na redução do número de automóveis em circulação nos trechos favorecidos em 2000, mantendo os mesmos níveis em 2020.

Quanto à circulação de caminhões, as simulações para o ano 2000, indicam reduções extremamente altas, variando de 82% a 97% em trechos da Av. Escola Politécnica, na parte da Rodovia Anhanguera mais próxima da capital, e na Ligação Jaguaré - Régis Bittencourt. No trecho da Raposo Tavares mais próximo da capital a redução atinge cerca de 60%.

Reduções a taxas, também, bastante altas, variando entre 15% e 39%, deverão ocorrer na circulação de caminhões em trechos da Avenida dos Autonomistas, trecho interno das avenidas Raimundo Pereira de Magalhães, Francisco Morato e Corifeu de Azevedo Marques, da Rodovia Régis Bittencourt e das marginais Pinheiros e Tietê.

Os aumentos de volume de circulação de caminhões são verificados nas extremidades do trecho Oeste do Rodoanel, como acontece com os automóveis, e no trecho da Rodovia Castelo Branco mais próximo da capital. Deve-se ressaltar neste contexto, a variação



projetada para o trecho externo da Avenida Raimundo Pereira de Magalhães, onde o tráfego de caminhões deverá experimentar um acréscimo substancial.

Em 2010 os trechos beneficiados são, basicamente, os mesmos que em 2000, observando-se, entretanto, reduções bem mais significativas em alguns deles, mantendo-se, de uma forma global, as mesmas reduções observadas no período anterior.

Globalmente, considerando-se o efeito conjunto da redução da circulação de automóveis e caminhões, verifica-se que os impactos mais importantes estão distribuídos em uma faixa mais próxima da divisa do Município de São Paulo com os municípios vizinhos, envolvendo o sistema viário existente entre o Rodoanel e as marginais dos rios Tietê e Pinheiros.

Os trechos com menor impacto localizam-se, via de regra, fora da área identificada anteriormente, entre o Rodoanel e os trechos mais distantes do sistema viário considerado como envolvido pela área de influência.

Os trechos onde foram verificados aumentos no volume de tráfego, são bastante pontuais e localizam-se nas extremidades do Rodoanel, e constituem acessos a essa nova via.

No que tange ao Empreendimento em si, o trecho mais carregado está localizado entre a Rodovia Castelo Branco e a Rodovia Anhanguera, com 49 mil veículos/dia no ano 2000, correspondendo a cerca de 67% de automóveis e 28% de caminhões, com um percentual de 5% para ônibus. O trecho menos carregado localiza-se no segmento entre a Rodovia Bandeirantes e Perus, com cerca de 22,6 mil veículos/dia. No restante da nova via, os volumes são também bastante densos, alcançando cerca de 48 mil no trecho entre a Castelo Branco e a Interseção Padroeira, e daí até a Raposo Tavares.

As simulações realizadas indicam que tais volumes devem apresentar taxas de crescimento entre 60% e 100% nos 10 anos seguintes, e em torno de 15%, no período subsequente.

A comparação dos impactos nas velocidades médias decorrentes das alternativas de implementação do Rodoanel completo ou apenas o seu Trecho Oeste, para toda a RMSP (anel existente e rodovias radiais), são apresentados na **Tabela 2.3.3.4** a seguir.

**Tabela 2.3.3.4****Velocidades Médias (km/h) - Projeções dos Cenários com o Rodoanel Completo e somente com o Trecho Oeste**

Situação	Vigente			Trecho Oeste			Rodoanel Comp.		
	Ano	Auto	Cam.	Ônib.	Auto	Cam.	Ônib.	Auto	Cam.
<b>2000</b>	27,52	32,09	19,52	27,98	32,96	19,81	29,62	37,64	20,89
<b>2010</b>	19,27	22,05	14,19	19,33	23,31	14,58	20,86	28,26	15,54
<b>2020</b>	17,33	20,54	13,12	17,66	21,61	13,41	18,65	25,53	14,19

As velocidades médias aumentam de forma discreta com a introdução da alternativa de implementação do Trecho Oeste, e de forma significativa com a implantação do Rodoanel completo, quando os ganhos de velocidade ocorrem em um intervalo entre 7% e 28%, dependendo da categoria de veículos e do horizonte de projeção.

Os resultados obtidos indicam, que o impacto nas velocidades médias em toda a Região Metropolitana é maior no caso da construção do Rodoanel como um todo, do que a construção apenas do Trecho Oeste. Os impactos da implementação apenas deste trecho é maior nas suas áreas de influência direta, como se verifica através dos dados apresentados a seguir.

**Tabela 2.3.3.5****Carregamento e Velocidades Médias com a Implantação do Trecho Oeste - Trechos Seleccionados da Malha Viária Principal**

Ano		2000			2010			2020		
Via	Trecho	Auto	Cam.	Veloc. Média	Auto	Cam.	Veloc. Média	Auto	Cam.	Veloc. Média
M. P.	Cid. Univ.- E. Mat.	176,9	14,1	48,32	342,8	16,5	36,55	372,0	20,0	32,52
M. P.	Cebolão - Jaguaré	245,7	21,9	52,58	452,6	28,0	26,12	515,4	32,9	18,80
M. P.	E. Mat. - Cid. Jard.	182,3	13,7	47,59	328,2	14,8	36,44	381,6	18,1	30,73
M. P.	Jaguaré - Cid.Univ.	205,1	15,0	56,56	327,2	16,6	45,38	372,2	20,0	38,65
M. T.	Anhang. - Bandeir.	175,8	28,3	54,15	338,5	37,0	29,50	392,4	43,8	20,58
M. T.	Bandeir. - Piqueri	194,9	36,4	50,42	373,3	47,0	22,23	433,0	55,6	17,65
M. T.	Cebolão - Anhang.	230,8	30,1	47,35	430,9	39,3	17,65	496,7	46,6	17,65
C. B.	Interior	156,4	27,5	55,39	297,6	34,4	35,59	338,8	41,0	27,54
R. T.	Trecho Inicial	114,3	5,4	55,02	143,1	4,0	53,97	158,5	4,5	51,87

Unid.: VDM em 1000 veículos/dia e Veloc. em km/

M. P = Marginal Pinheiros - C. B. = Castelo Branco

M. T = Marginal Tietê - R. T. = Raposo Tavares

A **Tabela 2.3.3.5** acima resume os impactos da implantação do Trecho Oeste nos volumes de carregamento, e nas respectivas velocidades médias, para os trechos selecionados, considerados os mais críticos no entorno da área de influência do Trecho Oeste.

Esses resultados devem ser cotejados com os da situação base (prognóstico sem a implantação do Empreendimento) apresentados anteriormente na **Tabela 2.3.2.2**.

Os volumes de carregamento nos trechos mais carregados reduzem-se em um intervalo entre 3% e 12% comparando-se os resultados da alternativa com o Trecho Oeste em 2000 com a situação base, entre 2% e 14% para 2010, e entre 7% e 11% para 2020.

As velocidades médias reduzem-se a taxas variadas entre 1% e 15%, dependendo do trecho considerado, para o ano 2000, de 6% a 29% em 2010 e entre 6% e 23% em 2020.

Essas variações distribuem-se de forma bastante diferenciada ao longo da malha viária principal considerada na simulação.

Nas **Figuras 2.3.3.7** e **2.3.3.8** verifica-se, respectivamente para os horizontes 2000 e 2010, a extensão dos trechos da rede viária principal da RMSP que apresentarão saturação total da capacidade (V/C acima de 1,25). Observa-se que, em 2010, a situação será bastante crítica de uma maneira generalizada, mesmo com a implantação do Trecho Oeste, que deverá aliviar de forma mais significativa os trechos internos da Rodovia Anhanguera, partes dos trechos internos das rodovias Raposo Tavares e Régis Bittencourt, a Ligação Régis Bittencourt - Jaguaré e a Avenida dos Autonomistas, entre outros trechos. No entanto, produzirá o efeito inverso em alguns eixos radiais, notadamente em parte do trecho interno da Rodovia Régis Bittencourt, e no trecho interno da Rodovia Castelo Branco.

A extensão dos trechos críticos nas marginais será aliviada principalmente no segmento entre a Ponte Jaguaré e a Avenida dos Bandeirantes.

As variações de carregamento na malha viária principal exclusivamente atribuíveis ao Trecho Oeste são observadas, para os anos 2000 e 2010, na **Figura 2.3.3.9**. Conforme pode-se observar, reduções deverão ocorrer nas marginais Tietê e Pinheiros, e em quase todos os eixos radiais a serem interligados pelo Trecho Oeste, com somente três exceções: duas nas pontas do trecho (Régis Bittencourt e Estrada Velha de Campinas), onde ocorrerá um aumento de carregamento como decorrência dos fluxos de acesso ao Empreendimento a serem induzidos, e a terceira no trecho interno da Rodovia Castelo Branco.

Com relação ao primeiro caso, é pertinente lembrar que parte do carregamento adicional a ser induzido será no contra-fluxo dos picos unidirecionais, de forma que o aumento de carregamento não produzirá necessariamente um impacto proporcional no nível de serviço.

Com relação à situação no trecho interno da Castelo Branco, deve-se observar que a simulação considera a implantação das avenidas marginais planejadas com três faixas de rolamento por sentido, representando uma duplicação da capacidade atual. Desta forma, a **Figura 2.3.3.9** está comparando a situação do carregamento na Castelo Branco com marginais e sem o Empreendimento, com a situação na Castelo Branco com marginais e com o Empreendimento. Como com as marginais a Castelo Branco apresentaria maior folga de capacidade que os eixos radiais adjacentes, o modelo de equilíbrio canalizou tráfego nessa direção, equilibrando de certa forma a distribuição radial das folgas.

A distribuição das variações de velocidade decorrentes da implantação do Trecho Oeste encontram-se resumidas na **Figura 2.3.3.12.**, e não é muito diferente do que se verifica com relação à variação do carregamento e de V/C. Cabe observar, principalmente, que a extensão das variações significativas é menor neste caso, uma vez que alterações de V/C que se limitam a produzir mudanças do patamar de sobrecarregamento da capacidade de um determinado eixo viário, não produzem necessariamente o efeito concomitante na velocidade.

## 2.4

### Avaliação Sócio-Econômica

#### 2.4.1

##### Metodologia

O condicionante de viabilidade econômica de projetos viários é o benefício econômico gerado a partir da redução em custos de operação para os distintos tipos de veículos (autos, ônibus e caminhões) e de tempos de viagem para os usuários, quando comparadas uma situação base (ou atual) com a situação futura após a implantação do projeto. Os custos de operação são reduzidos sobretudo em consequência da melhoria nas condições das vias (traduzido pela melhoria nas condições de rolamento), do aumento da velocidade média e/ou redução das distâncias de viagem, pelo surgimento de outras alternativas viárias para os mesmos deslocamentos atualmente realizados. Em relação ao tempo de viagem, os ganhos estão relacionados ao aumento da velocidade média e/ou à diminuição das distâncias globais percorridas.

No **Anexo 2** apresenta-se a Avaliação Sócio-Econômica de Transporte para o Empreendimento em pauta (Trecho Oeste) e para o Rodoanel completo. Na presente seção sintetizam-se as informações sobre os parâmetros de avaliação sócio-econômica adotados e principais resultados da mesma, especialmente no que tange à quantificação de benefícios de interesse ao balanço ambiental do Empreendimento.

Entendem-se por benefícios no contexto dessa avaliação:

- O valor total das economias de custos operacionais de transporte, como decorrência da redução de tempos e/ou distâncias de viagem;
- O valor atribuído ao tempo economizado pela população nos seus deslocamentos.

Outros dois benefícios econômicos, não considerados no roteiro metodológico padrão de avaliações sócio-econômicas de projetos de transporte, mas analisados de forma pelo menos qualitativa no presente EIA, dizem respeito a:

- As reduções de custos de manutenção do sistema viário intra-urbano, como decorrência da redução do tráfego de caminhões (ver caracterização do Impacto 9.11 no Volume IV);
- As economias decorrentes da redução do risco, e conseqüentemente da quantidade de acidentes de trânsito (valor estimado no Volume IV, na caracterização do Impacto 9.08).

Os dados e parâmetros de oferta e demanda determinados para execução da avaliação sócio-econômica (inclusive projeções) são os resultados das simulações efetuadas com o modelo de tráfego descrito na Seção 2.3.2 e resumidos nas **Tabelas 2.3.3.1, 2.3.3.2 e 2.3.3.3**. As informações sobre velocidades médias também foram fornecidas por esse modelo.

Os demais parâmetros necessários ao modelo de avaliação sócio-econômica são explicitados, caso a caso, a seguir.

#### Taxa de Ocupação Veicular

As taxas de ocupação veicular (necessárias para o cálculo dos benefícios decorrentes da redução de tempos de viagem de motoristas e passageiros) foram obtidas tendo como base as pesquisas de campo realizadas pela DERSA no ano de 1991. Os valores adotados para a situação atual são:

- . automóveis: 1,4 passageiros/veículo.
- . ônibus: 35 passageiros/veículo.
- . caminhões: não se considera benefícios de tempo para os condutores de caminhão.

#### Custos de Operação

Como base para estimativa de custos operacionais para os distintos tipos de veículos foi utilizado o modelo VOC (*Vehicle Operation Costs*), que é um submodelo do HDM3 (*Highway Design Manual*), e que permite a avaliação dos custos quilométricos de operação a partir de parâmetros físicos e de custos relacionados a vias e veículos envolvidos.

As variáveis utilizadas pelo modelo VOC para o cálculo do Custo Operacional Global (COP) por tipo de veículo, incluem:

- A qualidade do pavimento, parametrizada através do Índice Internacional de Irregularidade (IRI);
- A extensão dos trechos urbanos na rede analisada;
- As velocidades médias;
- Os custos de operação do veículo (combustíveis, mão-de-obra, manutenção, depreciação, etc.).

Como resultados gerais do modelo VOC, as formulações que proporcionam o custo quilométrico em US\$ para o caso em pauta são as seguintes:

$$COP_{\text{auto}} = 0,0897 + \frac{1,26}{V_a} + 0,0055 \times IRI$$

$$COP_{\text{ônibus}} = 0,153 + \frac{6,49}{V_a} + 0,0107 \times IRI$$

$$COP_{\text{caminhão}} = 0,155 + \frac{6,42}{V_a} + 0,03 \times IRI$$

#### Valores Atribuíveis às Economias de Tempo dos Usuários

Usuários de Auto:

O custo horário em US\$ é dado por:

$$\left[ \frac{\text{distância} \times (\text{txa. ocup.} \times \text{volume}) - \text{volume} \times \text{Pas.Auto}}{\text{velocidade}} \right] + \frac{\text{distância} \times \text{vol.} \times \text{Prop.Auto}}{\text{velocidade}}$$

onde:

- Pas. Auto é o valor econômico da hora do passageiro de automóvel;
- Prop. Auto é o valor econômico da hora do proprietário de automóvel.

Usuários de Ônibus:

O custo horário em US\$ é dado por:

$$\left[ \frac{\text{distância}}{\text{velocidade}} \times (\text{txa. ocupação} \times \text{volume}) \times \text{volume} \times \text{Pas. Bus} \right]$$

onde:

- Pas. Bus é o valor econômico da hora do usuário de ônibus

Motoristas e Ajudantes de Caminhão:

Para efeito de avaliação sócio-econômica, os custos de tempo para motoristas e ajudantes de caminhão são considerados nulos. No entanto, essa variável é considerada no cálculo do Custo Operacional Global (COP).

Valores do Tempo de Viagem:

Para a determinação destes valores foram consideradas na avaliação sócio-econômica as seguintes hipóteses:

- proprietários de auto: usuários com renda mensal superior a 10 salários mínimos;
- passageiros de auto: usuários com renda mensal entre 5 e 10 salários mínimos;
- passageiros de ônibus: usuários com renda mensal entre 0,5 e 5 salários mínimos.
- horas efetivamente trabalhadas no mês: 170 horas;
- não são considerados os encargos trabalhistas na obtenção do valor final da renda horária;
- valor do tempo de viagem: 50% da renda horária de cada uma das classes analisadas.

A seguir, na **Tabela 2.4.1.1**, é apresentado um resumo das informações utilizadas na avaliação sócio-econômica para a obtenção dos valores finais de tempo de viagem.

**Tabela 2.4.1.1**  
**Parâmetros para Cálculo dos Valores de Tempo de Viagem**

CLASSES	Passageiros de Ônibus				Passageiros de Auto	Proprietários de Auto
Faixa de renda* (salários mínimos)	0,5	0,5 a 1	1 a 2	2 a 5	5 a 10	mais 10
% da população**	5,1	12,4	24,5	32,4	14,2	11,4
Renda média (salários mínimos)	0,5	0,75	1,5	3,5	7,5	15
Renda média ponderada por classe (salários mínimos)		2,18			7,5	15
Valor hora (R\$)		1,54			5,29	10,59
Valor hora (US\$)***		1,40			4,81	9,63
Valor do tempo de viagem		0,70			2,41	4,81

\* fonte: SEADE para a Região Metropolitana de São Paulo

\*\* fonte: SEADE para a Região Metropolitana de São Paulo

\*\*\* fator de conversão US\$ 1 = R\$ 1,10

Os valores dos benefícios de custo operacional (COP) e tempos de viagem calculados com base nos parâmetros e procedimentos acima especificados é posteriormente comparado com os custos de investimento, calculando-se, do ponto de vista econômico, a relação custo/benefício, valor atual líquido, taxa interna de retorno e rentabilidade imediata (ver **Anexo 2**). O custo total de investimento adotado para essa análise é R\$ 553.222.228, que corresponde ao custo total do Empreendimento excluídos os custos desapropriatórios (ver Seção 4.8).

## 2.4.2

### Resultados

#### Trecho Oeste:

Como resultado base da avaliação sócio-econômica, os indicadores de rentabilidade, mostram-se positivos, indicando a viabilidade econômica do Rodoanel se considerado apenas em seu Trecho Oeste. Como resumo dos resultados obtidos, o índice de benefícios sobre custos (B/C) foi de 1,65 com taxa interna de retorno (TIR) para o projeto de 20,33%, e taxa de rentabilidade imediata (TIR1) de 14,58%.



Na análise de sensibilidade, o Empreendimento situa-se no limite da viabilidade econômica (TIR de 11,84%), mesmo na hipótese de aumento do valor dos investimentos em 25% e redução dos benefícios nos mesmos 25%.

Do total de benefícios obtidos, 24,57% (em US\$) tem como origem a redução de custos operacionais e os 75,43% restantes a redução de tempos de viagem para os usuários.

É importante ressaltar que os benefícios de redução de tempos de viagem são 53% atribuíveis a passageiros de ônibus, e 47% a proprietários e passageiros de automóveis, evidenciando a importância dos impactos do Empreendimento em termos de melhora no padrão operacional do transporte público da RMSP.

A seguir é apresentada a **Tabela 2.4.2.1** contendo um resumo das informações sobre as origens dos benefícios obtidos. Os benefícios calculados na tabela correspondem ao total para o período de 40 anos considerado como vida útil do Empreendimento, descontado o valor presente com base em um custo de oportunidade de 12% a.a.

**Tabela 2.4.2.1**  
**Origem de Benefícios Obtidos -Trecho Oeste**

	Benefícios Totais em mil US\$				Distribuição Percentual			
	Autos	Ônibus	Caminhões	Total	Autos	Ônibus	Caminhões	Total
<b>ECONOMIA -CUSTOS DE OPERAÇÃO</b>	77.510	19.230	141.987	238.818	7,97%	1,99%	14,61%	24,57%
<b>REDUÇÃO - TEMPOS DE VIAGEM</b>	344.211	389.126	0,00	733.337	35,41%	40,03%	0,00%	75,43%
<b>TOTAL</b>	<b>421.721</b>	<b>408.446</b>	<b>141.987</b>	<b>972.155</b>	<b>43,38%</b>	<b>42,01%</b>	<b>14,61%</b>	<b>100,00%</b>

Quando considerados exclusivamente para o ano 2010 (que é o ano adotado de forma padronizada no presente EIA para efeitos de avaliação quantitativa de impactos), esses benefícios apresentam a seguinte dimensão:

- Redução de custos operacionais de transporte ascendentes a US\$ 29.224.930 / ano, sendo US\$ 9.484.350 economias de viagens de automóvel, US\$ 2.364.470 economias de viagens de ônibus, e US\$ 17.376.110 economias de viagens de caminhão;
- Economia total de tempos de viagem com valor equivalente a US\$ 89.740.570 / ano, sendo US\$ 47.621.870 atribuíveis a reduções nos tempos de viagem de passageiros de

ônibus, e US\$ 42.118.700 atribuíveis a reduções nos tempos de viagem de proprietários e passageiros de automóvel.

Essa economia de tempos de viagem é por sua vez constituída pelos seguintes componentes:

- 68.031.243 horas/ano de redução de tempos de viagem para passageiros de ônibus;
- 10.222.985 horas/ano de redução de tempos de viagem para proprietários e passageiros de automóvel.

Na **Tabela 2.4.2.2** a seguir apresentam-se alguns indicadores de transporte resultantes da aplicação dos parâmetros de avaliação sócio-econômica aos resultados das simulações efetuadas com o modelo de tráfego.

**Tabela 2.4.2.2**  
**Indicadores de Transporte**  
**Situação sem e com o Empreendimento - 2000**

	<b>Auto</b>	<b>Ônibus</b>	<b>Caminhão</b>
<b>Situação sem o Empreendimento</b>			
Veículo.hora / dia	2.107.498	164.390	204.119
Veículo.km / dia	58.000.395	3.208.784	6.550.670
<b>Com o Trecho Oeste</b>			
Veículo.hora / dia	2.081.313	163.812	201.210
Veículo.km / dia	58.233.665	3.245.810	6.630.913
<b>BENEFÍCIO</b>			
Veículo.hora / dia	26.185	578	2.909
Veículo.km / dia	-233.270	-37.026	-80.242

---

Conforme pode-se observar, estima-se uma redução atribuível ao Trecho Oeste do Rodoanel, equivalente a 29.672 veículos/hora por dia no tempo total de viagens na área de estudo para o ano 2000. Quanto às distâncias totais de viagem, indicadas em termos de veículo/km por dia, verifica-se que deverá ocorrer um aumento, resultante da configuração do Trecho Oeste e das consequentes alterações nos caminhos mínimos e padrões de viagem.

Analisando-se os mesmos indicadores para o ano 2010, verificam-se os seguintes benefícios em termos de veículo/hora e veículo/km:

	<b>Auto</b>	<b>Ônibus</b>	<b>Caminhão</b>
<b>BENEFÍCIO</b>			
Veículo.hora / dia	90.797	3.832	14.293
Veículo.km / dia	1.440.171	48.387	-101.762

Conforme observa-se, no ano 2010, a redução total de tempos de viagem atingirá 108.922 veículos/hora por dia. Ao mesmo tempo, o diferencial em termos de veículos/km por dia passará a se tornar positivo para automóveis e ônibus, continuando negativo para caminhões.

#### Rodoanel Completo:

O resultado da avaliação sócio-econômica para o Rodoanel completo (**Anexo 2**), indica rentabilidade também positiva, confirmando a sua viabilidade econômica. Como resumo dos resultados obtidos, o índice de benefícios sobre custos (B/C) foi de 1,57 com taxa interna de retorno para o projeto de 19,36%. Do total de benefícios obtidos 35,85% (em US\$) têm como origem a redução de custos operacionais e os 64,15% restantes a redução de tempos de viagem para os usuários.

## **2.5**

### **Conclusões**

O prognóstico da situação do trânsito no setor oeste da Região Metropolitana de São Paulo na hipótese da não implantação do Empreendimento indica uma situação de colapso. Os custos econômicos e sociais da situação assim prognosticada justificam plenamente a implantação do Empreendimento, assim como também de um conjunto de outros investimentos destinados a melhorar as condições do trânsito da região, inclusive os destinados à ampliação / modernização dos sistemas de transporte público.

Conforme a análise desenvolvida, o Empreendimento em pauta deverá atender a um conjunto diversificado de objetivos (Seção 2.1). Na análise de alternativas tecnológicas (Seção 3.1 a seguir), demonstra-se que com relação a alguns dos objetivos propostos, o Empreendimento constitui-se na única opção viável.

Os benefícios diretos atribuíveis exclusivamente ao Trecho Oeste, em termos de redução de custos operacionais de transporte e redução de tempos de viagem para a população, são por si só suficientes para confirmar a viabilidade sócio-econômica do trecho.

Devem-se considerar, complementarmente, os seguintes benefícios indiretos:

- Melhoria no padrão de aproveitamento da capacidade viária intra-urbana;
- Alterações no padrão de segurança do tráfego intra-urbano;
- Aumento da segurança no transporte de passageiros e de cargas e redução de acidentes, inclusive aqueles envolvendo cargas tóxicas;
- Melhoria no grau de confiabilidade do sistema viário metropolitano;
- Redução de problemas decorrentes da circulação de cargas altas;
- Redução de custos de manutenção da malha viária intra-urbana da RMSP;
- Alterações na qualidade do ar pela redistribuição da concentração de poluentes de combustão de fonte móvel;
- Melhoria no padrão de acessibilidade de atividades comerciais/industriais já instaladas na região beneficiada, e aumento do grau de atratividade para a instalação de novas atividades comerciais/industriais;
- Aumento nos níveis de investimento privado na região beneficiada;
- Aumento das opções de emprego para a população da região beneficiada decorrentes da melhoria no padrão de acesso;
- Descentralização da oferta regional de emprego.

Todos esses benefícios diretos e indiretos são objeto de análises específicas desenvolvidas como parte integrante da avaliação ambiental do Empreendimento (Seção 6.0 - Volume IV).

Cabe registrar, por último, que todos os benefícios diretos e indiretos do Trecho Oeste adquirirão uma proporção maior quando da implantação do Rodoanel completo. As simulações de tráfego desenvolvidas para a hipótese de implantação do Rodoanel de forma integral, para os horizontes 2000, 2010 e 2020 (Seção 2.3.3), assim com a respectiva avaliação sócio-econômica (Seção 2.4), permitem uma comparação detalhada entre os benefícios atribuíveis exclusivamente ao Trecho Oeste e aqueles que seriam decorrentes do Rodoanel implantado de forma integral.

## **3.0**

### **Estudo de Alternativas**

#### **3.1**

##### **Alternativas Tecnológicas**

O Rodoanel, na sua concepção global como elemento estruturador de um sistema viário interligado contribuindo para o descongestionamento da zona central da metrópole, não se apresenta como um Empreendimento inovador, e constitui uma solução internacionalmente aceita e já implantada em uma grande quantidade de cidades.

Trata-se, conforme exposto na Seção 2.1, de uma intervenção com objetivos múltiplos, que atende tanto a demandas de transporte de cargas quanto de transporte de passageiros, podendo canalizar viagens exclusivamente rodoviárias (com origem e destino fora da RMSP), viagens mistas (com uma das duas pontas na RMSP), ou viagens internas (com origem e destino na RMSP). Apresenta, complementarmente, um grande potencial como elemento organizador do uso e ocupação do solo e do processo de expansão urbana.

A discussão sobre alternativas tecnológicas ao Rodoanel precisa-se situar neste contexto, uma vez que essas alternativas referem-se principalmente ao atendimento das demandas acima mencionadas através de outros modais de transporte. Assim, pode-se admitir que a priorização do transporte ferroviário constitui uma alternativa tecnológica ao Empreendimento, porém somente com relação ao transporte rodoviário de cargas. Ou seja, trata-se de uma opção para somente uma parte das demandas de transporte a serem atendidas pelo Rodoanel.

Da mesma forma, a priorização do transporte público de passageiros também é uma alternativa tecnológica a ser considerada. Entretanto, o transporte público de passageiros não equaciona os problemas gerados pelo trânsito rodoviário de passagem na RMSP e, de uma maneira geral, atende principalmente às demandas de viagens internas (com origem e destino na RMSP).

Sobre a opção ferroviária para o transporte de cargas, deve-se ressaltar, em primeiro lugar, que essa opção já existe e constitui uma opção real para grande parte dos fluxos de passagem de mercadorias através da RMSP, conforme demonstrado na Seção 2.3.1. A RMSP é servida por uma rede troncal de ferrovias que a interligam com o Porto de Santos, com o interior do Estado, e com o resto do país. Essa rede encontra-se em processo de recuperação operacional a partir do seu recente concessão à iniciativa privada, e não apresenta problemas estruturais de insuficiência de capacidade que justifiquem investimentos imediatos na sua ampliação.

A preferência atual pelo transporte rodoviário de carga sobre o transporte ferroviário, decorre das características estruturais da infra-estrutura e sistemas de apoio ao transporte inter-urbano do país de uma maneira geral, e não das condições infra-estruturais que se verificam na Região Metropolitana de São Paulo de forma específica. Neste contexto, deve-se entender que o Rodoanel, ao facilitar, pelas características de uso e ocupação do solo ao longo do seu traçado, a implantação de terminais intermodais, favorece a intermodalidade e, conseqüentemente, o uso do modal ferroviário para o transporte de cargas a longa distância.

Assim posto, a opção pelo modal ferroviário deve ser entendida como uma alternativa complementar, e não concorrente com o Empreendimento em pauta.

O mesmo pode ser dito com relação à opção tecnológica por empreendimentos destinados ao transporte público de passageiros. Conforme verificado a Seção 2.0, o Rodoanel proporcionará benefícios difusos para a RMSP como um todo, através do descongestionamento do sistema viário, e conseqüentes ganhos nas velocidades médias. Esses benefícios incidirão também sobre os sistemas de transporte público que utilizam a rede viária. De fato, os resultados da avaliação sócio-econômica do Empreendimento (Seção 2.4) indicam que os benefícios em termos de redução de tempos de viagem serão maiores para os usuários de ônibus (68.031.243 horas/ano no ano 2010) do que para os usuários de automóvel (10.222.985 horas/ano em 2010).

Evidentemente, quando a comparação entre o Rodoanel e os sistemas de transporte de massa de grande ou média capacidade, é realizada exclusivamente em função do objetivo de transporte intra-urbano de passageiros, esses sistemas apresentam uma relação custo / benefício mais favorável, tanto em termos econômicos quanto em termos sociais, e provavelmente ambientais. Entretanto, conforme já exposto, os objetivos do Rodoanel não se limitam ao transporte intra-urbano de passageiros, e o Empreendimento aporta um conjunto de outros benefícios através da solução e/ou mitigação de problemas que não têm outra forma de ser atendidos.

Pode-se concluir, com base na análise da justificativa do Empreendimento apresentada na Seção 2.0, que apesar da inegável prioridade que os investimentos no sistema de transporte público da RMSP devem merecer, eles não eliminam ou diminuem a necessidade de se implantar o Rodoanel.

Deve-se registrar neste contexto, que tanto o Governo do Estado de São Paulo, na sua condição de empreendedor, como a Prefeitura Municipal de São Paulo, como co-empresendedora nesta obra, vêm canalizando importantes investimentos nos sistemas de transporte público da RMSP. De fato, esses investimentos hoje totalizam mais de R\$ 6,5 bilhões conforme discriminado na relação apresentada a seguir, demonstrando que o transporte público vem merecendo tratamento preferencial.

**Principais Investimentos em Curso no Sistema de Transporte Público da RMSP:**

PROJETO / PROGRAMA	VALOR DO INVESTIMENTO (R\$)
Conclusão da extensão da Linha Norte do Metrô, com 3,5 km e três novas estações.	492.200.000
Conclusão da extensão da Linha Leste do Metrô, com 6,0 km e três novas estações, incluindo a integração com a Linha Tronco Leste da CPTM na Ligação Estação da Luz - Mogi das Cruzes, e a ampliação da frota.	1.103.690.000
Extensão Oeste do Metrô, com 2,9 km e duas novas estações, atingindo a Vila Madalena.	190.170.000
Modernização do Centro de Controle Operacional do Metrô, visando o controle automatizado das linhas existentes.	71.500.000
Trecho inicial da Linha 4 do Metrô (Paulista - Vila Sônia), com 9,5 km e 10 estações.	1.522.660.000
Trecho inicial da Linha 5 do Metrô (Capão Redondo - Campo Limpo - Santo Amaro), com 9,3 km de extensão e seis estações.	527.870.000
Ampliação da capacidade do Centro de Controle Operacional do Metrô, considerando a entrada em operação das Linhas 4 e 5.	33.900.000
Dinamização da Linha Sul de trens metropolitanos da CPTM, com a implantação de sete novas estações e modernização dos 24 km entre Osasco e Santo Amaro.	207.980.000
Programa da EMTU (Empresa Metropolitana de Transporte Urbano) para a troncalização do sistema de transporte coletivo, prevendo investimentos no sistema viário a ser preferencialmente utilizado por linhas de ônibus, incluindo uma malha de corredores com 130 km de extensão e 16 terminais de integração, e complementando o programa municipal de corredores sob responsabilidade da SPTRANS. Abrange seis sub-regiões, sendo que as sub-regiões Sudoeste, Oeste e Norte se inserem total ou parcialmente na área de influência do Empreendimento.	339.000.000
Projeto VLP - Veículo Leve sobre Pneus - a ser implementado pela Prefeitura Municipal de São Paulo através da São Paulo Transporte S.A. - SPTRANS, totalizando 91,5 km de extensão, distribuídos em cinco lotes/trechos.	1.771.715.000
Programa Municipal de Corredores de Ônibus e Terminais de Integração - também a ser implementado através da SPTRANS, totalizando 158,1 km distribuídos em nove corredores (devendo-se ressaltar que um deles será implantado na Avenida Francisco Morato).	330.498.000
<b>TOTAL</b>	<b>6.591.183.000</b>

## **3.2**

### **Alternativas de Traçado**

A Região Metropolitana de São Paulo tem visto uma grande diversidade de projetos de implantação de vias perimétricas de interligação de eixos radiais destinados a desconcentrar fluxos e desviar o tráfego de passagem da metrópole. Esses projetos, alguns parcialmente implantados, datam da segunda metade do século.

Na Seção 3.2.1, a seguir, apresenta-se uma breve descrição das principais alternativas históricas de vias perimetrais, e resumem-se os estudos de alternativas de traçado desenvolvidos no passado, tratando-se inicialmente aqueles referentes ao anel completo e, posteriormente, os que se referem especificamente ao Trecho Oeste.

Esses estudos, entretanto, foram desenvolvidos com um enfoque geral de engenharia rodoviária e incluíram, em alguns casos, alternativas inviáveis do ponto de vista ambiental. Outras alternativas analisadas no passado (a partir de 1991), são hoje inviáveis sob qualquer ponto de vista, em função do avanço e consolidação da mancha urbana da RMSP, em especial na região oeste e sudoeste.

Em virtude disto, considerou-se necessário realizar uma nova avaliação de alternativas de traçado para o trecho oeste, considerando-se a situação atual de evolução da mancha urbana e baseando-se em critérios de viabilidade ambiental e nas diretrizes e/ou restrições complementares que foram definidas nas etapas iniciais do Programa de Licenciamento Ambiental do Empreendimento. Esse estudo é apresentado na Seção 3.2.3.

#### **3.2.1**

##### **Alternativas Históricas**

O intenso desenvolvimento experimentado pela Região Metropolitana de São Paulo a partir da metade deste século, atraindo contingentes migratórios crescentes, provocou o adensamento e a expansão desordenada da mancha urbana, criando vetores de expansão cada vez mais afastados do centro. Foram implantadas nessa época as denominadas indústrias de substituição, que procuravam suprir o mercado nacional de bens e mercadorias importadas. Dessa época, também, data a implantação da indústria automobilística na região e a construção das rodovias Presidente Dutra, Anchieta e Anhanguera.

A expansão do nível de atividades econômicas, a grande concentração demográfica, aliadas às características radio-concêntricas do sistema viário urbano e rodoviário, e o fortalecimento do tráfego em direção ao Porto de Santos e ao eixo Curitiba-Rio de Janeiro, fizeram de São Paulo um centro de geração de cargas, deixando transparecer, ao mesmo tempo, um tráfego de passagem, em virtude até do seu próprio papel no contexto da economia nacional.



Surgiram, nessa época, as primeiras preocupações com a travessia rodoviária da área central de São Paulo.

À medida que cresciam em importância, não apenas a RMSP, como o próprio interior do Estado e a Região Sudeste do Brasil, intensificavam-se as trocas de bens, de serviços e de mercadorias, agravando, sobremaneira, o tráfego urbano local.

Vários estudos foram realizados, visando romper a predominância radio-concêntrica, independentemente dos traçados e condicionantes técnicas. Dentre estes estudos, apresentados de forma gradativa e com diferentes dimensões, destacam-se anéis rodoviários em três níveis distintos:

- o primeiro, englobando bairros da porção mais central e urbanizada do município;
- o segundo, evoluindo para a idéia de um anel mais periférico, interceptando a Região Metropolitana;
- finalmente, já dentro de uma concepção mais regional, surge o terceiro nível de anel, tangenciando importantes centros urbanos do Estado, como Campinas, São José dos Campos, Santos e Sorocaba.

Os principais estudos e projetos desenvolvidos encontram-se delimitados no **Mapa 3.2.1.1**, e são descritos por ordem cronológica a seguir:

#### Anéis Rodoviários do DER

Em 1958, dentro do Departamento de Estradas de Rodagem - DER, iniciaram-se os estudos para implantação, no entorno da Grande São Paulo, de duas vias de contorno, denominadas Pequeno e Grande Anéis.

Para o Grande Anel foram determinadas apenas as diretrizes básicas do traçado, que passava pelos seguintes municípios: Santana de Parnaíba, Guarulhos, Itaquaquecetuba, Suzano, Ribeirão Pires, Embu-Guaçu e Itapevi. O anel projetado aproveitava alguns trechos de estradas, tendo um raio de cerca de 40 km a partir do centro, e extensão total aproximada de 200 km. Esta alternativa nunca chegou a ser executada, devido aos grandes custos envolvidos, mas constitui-se, talvez, na primeira versão de um macro-anel metropolitano com características conceituais similares às do anel do qual o Empreendimento em pauta faz parte.

O Pequeno Anel, mais interno que o anterior, foi proposto de modo a circundar a área urbana da Capital e interligar as rodovias que nela chegavam, evitando, assim, que o tráfego rodoviário adentrasse pelas zonas centrais da cidade. Com aproximadamente 100 km de extensão e características de via expressa, seguia, sempre que possível, os fundos de vale. Do traçado previsto, foram implantados, apenas, os trechos correspondentes à interconexão com

a Rodovia Presidente Castelo Branco e o correspondente às marginais do rio Pinheiros até a Avenida Morumbi. O restante do projeto não foi levado adiante, também por problemas de custo e de ocupação da faixa prevista.

### Programa de Vias Expressas

Na década de setenta, iniciaram-se os estudos de vias expressas, estabelecidas a partir de estudos anteriores, como o Plano do Pequeno e Grande Anel Rodoviário do DER, o Plano Urbanístico Básico (PUB) e Plano Municipal Integrado (PMI), das décadas de sessenta e setenta, respectivamente.

As vias planejadas tinham configuração de rede com características expressas, dotadas de um canteiro central, com controle de acessos, interseções em níveis diferentes e fluxo contínuo.

Essa rede sobrepunha-se, no seu limite norte, ao Pequeno Anel Rodoviário, no trecho entre a rodovia dos Bandeirantes e a rodovia Fernão Dias, formando a Via Expressa Osasco-Cumbica. A leste, limitava-se com São Miguel Paulista e Mauá, através da via expressa Mauá-Cumbica. Ao sul, desenvolvia-se por São Bernardo do Campo, Diadema e Santo Amaro, e margeava as Represas Billings e de Guarapiranga. A oeste, aproveitava a diretriz do Grande Anel Rodoviário, interceptando Taboão da Serra e Osasco, formando a Via Expressa Osasco.

No total, somava 95 km de vias expressas em projeto e 90 km em construção, a serem implantados em um prazo de cinco anos, que não se consumou.

### Mini-Anel Viário

No final da década de setenta, abandonada a idéia de se completar o Pequeno Anel do DER, foram implementadas algumas ligações que visavam suprir essa deficiência, tais como: o prolongamento da avenida Bandeirantes até a rodovia dos Imigrantes (avenida Afonso D'Escagnole Taunay); o viaduto Ary Torres, ligando a Marginal Pinheiros à avenida dos Bandeirantes; e a interligação da Via Dutra com a avenida Tatuapé e Marginal do Tietê.

Posteriormente, em 1986, foi proposta a implantação de um Mini Anel composto pelas marginais do Tietê e Pinheiros, avenidas dos Bandeirantes, Afonso D'Escagnole Taunay, Tancredo Neves, Juntas Provisórias, Luiz Ignácio de Anhaia Mello e Salim Farah Maluf, obra que foi concluída recentemente, com a construção do túnel sob a avenida do Cursino, interligando a avenida Tancredo Neves com a Afonso D'Escagnole Taunay e Bandeirantes.

### Anel Viário Metropolitano

Os estudos que deram origem ao Anel Viário Metropolitano iniciaram-se em 1976, pela EMPLASA/METRÔ, na tentativa de propor um anel viário que substituísse o Pequeno Anel Rodoviário do DER. A fim de reduzir os custos, esse anel metropolitano foi planejado com características de via arterial (duas pistas e três faixas de rolamento por sentido), em lugar da via expressa prevista na década de 60.

Seu traçado, com 50,6 km de extensão (da marginal do Pinheiros até as rodovias Dutra e Fernão Dias), aproveitava as marginais dos rios Pinheiros e Tietê, e os trechos constituído por avenidas existentes entre o rio Pinheiros e a divisa São Paulo/Diadema (começando pela avenida Roque Petroni Júnior e terminando pela avenida Presidente Kennedy). Aproveitava, também, a avenida Aricanduva (implantada em uma extensão aproximada de 10 km). O fechamento do anel também aproveitava vias existentes, nos municípios de Diadema, São Bernardo do Campo, Santo André, Mauá e São Paulo. Foi proposto também o prolongamento da avenida Aricanduva, ao norte do Tietê, até as rodovias Dutra e Fernão Dias. Trata-se de empreendimento parcialmente implantado.

### Anéis DERSA

Em julho de 1980, a DERSA propôs, para o Estado de São Paulo, um plano denominado “Sistema Integrado de Transportes”, cujos objetivos fundamentais consistiam em diminuir a excessiva concentração dos fluxos de mercadorias e de passageiros em torno da capital. Esse plano era composto por dois anéis, que foram denominados Macro Anel Rodoviário e Grande Anel Intermodal.

O Macro Anel Rodoviário foi posicionado a uma distância de cerca de 100 km da capital, atendendo as cidades de Campinas, Sorocaba, Piedade, Juquiá, Peruíbe, Itanhaém, Mongaguá, Cubatão, Santos, São Sebastião, Caraguatatuba, Salesópolis, Jacareí, São José dos Campos e Bragança Paulista. Esse anel, com extensão de aproximadamente 750 km, aproveitava trechos de rodovias já existentes, e sua implantação foi iniciada com a duplicação das rodovias Santos Dumont (SP-075) e Dom Pedro I (SP-065).

O Grande Anel Intermodal foi idealizado a uma distância média de 40 km da Capital, com a função de exercer um controle operacional e como elemento inibidor ao ingresso de caminhões pesados na malha viária da metrópole paulista. A diretriz inicial deveria atravessar os municípios de:

- Caieiras, Franco da Rocha, Mairiporã e Arujã, ao norte;
- Mogi das Cruzes, a leste;
- Ribeirão Pires, São Bernardo do Campo e Embu-Guaçu, ao sul; e
- Itapeverica da Serra, Cotia, Itapevi e Barueri, a oeste.

Na sua concepção original, este anel aproveitava diversas rodovias existentes, e sua extensão total era de, aproximadamente, 285 km. Nenhuma etapa deste projeto foi implantada.

### Via Perimetral Metropolitana - VPM

Outra proposta que não chegou a ser implantada é o projeto da Via Perimetral Metropolitana-VPM desenvolvido entre 1989 e 1990 pela CDHU - Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo.

A VPM foi concebida como uma solução alternativa para o tráfego de passagem, de média e longa distância, da Região Metropolitana de São Paulo, visando promover acentuado alívio das vias marginais dos rios Pinheiros o Tietê, que hoje são os principais meios de vazão desse tráfego.

Essa via possuía como diretriz básica um traçado de 160 km de extensão, que interceptava ao norte, a rodovia dos Bandeirantes (km 19,1), o limite sul da reserva florestal da Cantareira e os municípios de Guarulhos e Arujá. A leste, atravessava as cidades de Itaquaquetuba, Suzano e Mauá. Na parte sul, a via seguia margeando as Represas de Guarapiranga e Billings. A oeste, atravessava os municípios de Embu e Carapicuíba, dirigindo-se para o norte até alcançar a rodovia dos Bandeirantes, fechando, assim, o traçado.

A VPM foi idealizada com características de via expressa segregada, possuindo duas pistas, três faixas de tráfego por sentido e acessos controlados reguladores de tráfego. Foi, inclusive, objeto de Estudo de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), concluído em outubro de 1990.

### Rodoanel

O projeto de via de interligação perimétrica denominado Rodoanel surge de estudos de alternativas de traçado desenvolvidos pela DERSA a partir de 1991. Os principais estudos e as alternativas avaliadas em cada caso são resumidos a seguir:

#### Via de Interligação Rodoviária / Rodoanel Metropolitano - 1991

Nesse estudo foram formuladas três alternativas que tiveram suas diretrizes definidas nos limites da área urbanizada da Região Metropolitana de São Paulo, de modo a reduzir, ao mínimo possível, as interferências com o meio ambiente e com o tecido urbano, limitando ao estritamente necessário o reassentamento de pessoas e/ou a relocação de outros usos urbanos, e procurando, ao mesmo tempo, minimizar as interferências com áreas ambientais legisladas.

As condicionantes físicas, os elementos naturais e a própria evolução da mancha urbana (atual e prevista) foram considerados, interagindo na formulação das alternativas, seja ressaltando os obstáculos e trechos que não comportam qualquer tipo de interferência, seja realçando as novas funções e contribuições que o Empreendimento poderia aportar.

Inicialmente, foram lançados diversos alinhamentos, compondo três diretrizes básicas, denominadas Externa, Intermediária e Interna. A faixa de estudo foi dividida em quatro setores regionais (que permitem identificar trechos homogêneos para realização de análises setoriais e combinações de variantes para otimização do traçado final), delimitados pelos grandes eixos rodo-ferroviários que caracterizam a divisão cardeal:

- Norte, entre as rodovias dos Bandeirantes e Dutra;
- Leste, da rodovia Dutra à linha Santos-Jundiá da antiga Rede Ferroviária Federal S.A.- RFFSA;
- Sul, entre os trilhos da antiga RFFSA, em Ribeirão Pires à rodovia Régis Bittencourt; e
- Oeste, da rodovia Régis Bittencourt até a rodovia dos Bandeirantes.

As três alternativas de traçado estão representadas no **Mapa 3.2.1.2**, e são descritas de forma resumida a seguir:

#### **Alternativa Externa**

Trata-se da alternativa mais afastada do centro de São Paulo, no limite externo da faixa de viabilidade econômica preliminarmente considerada para inserção do Rodoanel. Situada em zona predominantemente rural, apresentava uma extensão aproximada de 215 km, caracterizando-se pela menor dificuldade de implantação, porém com pouca atratividade de tráfego.

Os pontos de passagem eram: ao norte do reservatório Paiva Castro e de Mairiporã, nas proximidades do reservatório Taiacupeba, cruzamento em quatro pontos dos braços da Billings, contorna o reservatório de Guarapiranga e os núcleos urbanos de Itapeçerica da Serra, Embu e Santana do Parnaíba, passando nas proximidades da represa de Pirapora.

#### **Alternativa Intermediária**

Esta alternativa procurava conciliar as vantagens de uma via mais externa, de implantação menos problemática, com as de uma próxima ao centro, com menor extensão e maiores volumes de tráfego. Nesse sentido, seu traçado desenvolvia-se na zona de transição entre a mancha urbana da RMSP e as zonas rurais adjacentes, possuindo uma extensão de 181 km.

Tinha como pontos de passagem: sul da Serra da Cantareira, limite de municípios de São Paulo e Itaquaquecetuba, margem esquerda do rio Guaió, sul do ABCD, corpo principal e um braço da represa Billings, represa Guarapiranga, vale do rio Cotia, ponte sobre o rio Tietê na rodovia Castelo Branco e Condomínio Alphaville.

### **Alternativa Interna**

Correspondia, basicamente, à mesma diretriz lançada para a Via Perimetral Metropolitana - VPM, estudada pela Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano - CDHU. Com extensão aproximada de 160 km, era a mais próxima do centro de São Paulo e cruzava áreas densamente urbanizadas.

Desenvolvia-se ao sul da serra da Cantareira, atravessando em túnel sob o Horto Florestal, percorrendo o limite dos municípios São Paulo e Itaquaquecetuba, ao longo do rio Guaió, evitando as áreas dos reservatórios da Billings e Guarapiranga, contornando-os ao norte, e acompanhando o vale do córrego Carapicuíba a oeste.

Com o intuito de selecionar a alternativa de traçado ambientalmente mais conveniente para cada um dos quatro setores em que a VIR foi compartimentada, o estudo de 1991 desenvolveu uma análise preliminar dos efeitos ambientais, comparando em níveis gerais, os principais impactos de cada alternativa nos meios físico, biótico e antrópico.

Desenvolveu, também, uma análise dos riscos de ocorrência de acidentes com impacto sobre o meio ambiente, considerando as características e peculiaridades do traçado de cada uma das três alternativas estudadas.

Essas análises tiveram um caráter abrangente, sem deter-se em pormenores próprios de avaliações posteriores à seleção do traçado. Eles são descritos de forma resumida a seguir por serem fundamentais para a compreensão da diretriz geral de traçado definida a partir do estudo de 1991 para o Rodoanel como um todo.

A metodologia de avaliação comparativa de impacto ambiental adotada levou em conta os seguintes parâmetros:

#### Meio Físico:

*relevo* - feições geomorfológicas correlacionadas com as litologias atravessadas.

*solo* - características geotecnológicas dos diferentes horizontes envolvidos.

*sub-solo* - comportamento estrutural interveniente nas diferentes litologias atravessadas.

*recursos hídricos* - interferência com os elementos hídricos naturais, com as obras hidráulicas existentes e com os compartimentos estratégicos (mananciais) dos sistemas de infra-estrutura urbana existentes e planejados.

As variáveis *ruído* e *qualidade do ar* não foram consideradas na avaliação porque pouco diferem para cada uma das três alternativas, não obstante sejam relevantes na justificativa da necessidade da concretização do Empreendimento.

Meio Biológico:

*fauna* - diversidade e abundância.

*flora* - interferência em fragmentos de vegetação nativa.

Meio Antrópico:

*sócio-economia* - alterações nas atividades econômicas, na qualidade de vida e nos serviços de infra-estrutura urbana.

*uso e ocupação do solo* - aptidões urbanas e rurais, de influência nos sistemas de transporte e de interferências nas áreas extrativas, industriais e de expansão.

*unidades de conservação* - interferência em áreas legisladas.

As principais interferências das três alternativas de traçado com cada um dos parâmetros acima definidos foram identificadas levando-se em conta tanto a fase de implantação como de operação.

Para efeitos de avaliação comparativa, adotou-se um procedimento de pontuação considerando os seguintes aspectos:

*qualificação* (positivo ou negativo);

*causalidade* (direto ou indireto);

*período de ocorrência* (imediate, a médio prazo ou longo prazo);

*abrangência geográfica* (local, regional ou estratégico);

*duração* (permanente ou temporário);

*periodicidade* (cíclico, intermitente ou constante); e

*reversibilidade* (reversível ou irreversível).

Para cada um dos parâmetros de avaliação considerados, definiram-se valores variando entre -3 (menos três pontos) e +3 pontos. Esses valores foram posteriormente transformados em dimensões percentuais, variando de -100% a +100%, para facilitar a totalização e comparação geral.

Os resultados dessa avaliação ambiental comparativa encontram-se consolidados na **Matriz 3.2.1.1** incluída nesta seção.



A seguir são resumidos os principais impactos de cada alternativa, para cada um dos parâmetros de avaliação considerados:

### Setor Norte

#### *Meio Físico:*

A Alternativa Interna é a que apresentou efeitos menos significativos nas variáveis relativas ao solo e aos recursos hídricos.

A seguir, destacou-se a Alternativa Externa pois, mesmo sendo mais desfavorável quanto às variáveis ligadas ao solo, afetaria menos os recursos hídricos da região, em comparação com a Alternativa Intermediária.

#### *Meio Biótico:*

A Alternativa Interna é a que menos comprometeria o meio biótico, em termos de flora e fauna, uma vez que a área do seu traçado já foi deteriorada devido à ocupação urbana.

As alternativas Intermediária e Externa seriam igualmente comprometedoras, por interferirem em áreas com abundância de fragmentos de vegetação remanescente e fauna silvestre ainda expressiva.

#### *Meio Antrópico:*

As alternativas Intermediária e Externa obtiveram resultados semelhantes, do ponto de vista do impacto nos padrões de uso e ocupação do solo, uma vez que predominam os loteamentos de chácaras de recreio ao longo dos dois traçados, sendo que em ambos casos é também necessário atravessar áreas de alta densidade de ocupação. De qualquer forma, verifica-se que a Alternativa Intermediária tem menores restrições que a Externa, devendo ser considerada como a que apresenta efeitos menos significativos.

A Alternativa Interna é a que apresenta-se menos conveniente, por atravessar, na sua quase totalidade, áreas urbanas densamente ocupadas, além de seccionar a Reserva Estadual da Cantareira, na sua porção sul.

### Setor Leste

#### *Meio Físico:*

A Alternativa Intermediária apresentou-se como a mais conveniente pois, mesmo que os efeitos, em termos das variáveis ligadas ao solo, tivessem significância similar à Alternativa Interna, quanto aos recursos hídricos apresentava menores interferências nos interceptores que afluem para a Estação de Tratamento de Esgotos de Suzano.

A Alternativa Externa é a mais comprometedora por ter parte de seu desenvolvimento localizado na bacia do reservatório de Taiacupeba, que é parte integrante do Sistema Produtor Alto Tietê.

*Meio Biótico:*

As alternativas Interna e Intermediária foram consideradas igualmente comprometedoras, em termos de flora e fauna, por passar pela APA da Várzea do rio Tietê.

A Alternativa Externa foi considerada a menos conveniente porque, além de passar por essa APA, cruzará fragmentos significativos de vegetação remanescente.

*Meio Antrópico:*

A alternativa considerada mais conveniente foi a Externa porque não deverá induzir substanciais alterações, desde que adotadas as medidas necessárias para evitar a indução de ocupação de Áreas de Proteção dos Mananciais.

As alternativas Interna e Intermediária passam pelo vale do rio Guaió, que se configura como um importante espaço, do ponto de vista de produção agrícola, para o suprimento da RMSP. Considerou-se que a implantação de uma via do porte planejado acarretaria alterações substanciais na estruturação desse espaço.

Setor Sul

*Meio Físico:*

A Alternativa Interna foi avaliada como sendo a de efeitos menos significativos nas variáveis relativas ao solo e aos recursos hídricos.

A Alternativa Intermediária apresentou efeitos considerados similares aos da Alternativa Externa no que tange ao solo. Quanto aos recursos hídricos,

entretanto, interferiria de forma igualmente negativa no Reservatório Guarapiranga, e de forma menos significativa no Reservatório do Rio Grande.

*Meio Biótico:*

A Alternativa Interna foi considerada a de menor impacto neste aspecto, uma vez que a área percorrida pelo seu traçado já foi deteriorada devido à ocupação urbana.

Em seguida, pontuou-se a Alternativa Intermediária, pois os efeitos sobre fragmentos remanescentes de vegetação nativa seriam de menores proporções que os da Alternativa Externa.

*Meio Antrópico:*

Considerou-se que a alternativa mais conveniente é a Intermediária, uma vez que não segmentará áreas urbanas densamente ocupadas, atravessando áreas em processo de transição.

A Alternativa Externa, à semelhança da Intermediária, estará totalmente contida em Área de Proteção aos Mananciais, porém transporá em maior proporção os reservatórios Guarapiranga e Billings.

A Alternativa Interna segmentaria áreas urbanas densamente ocupadas exigindo relocação maciça de população.

Setor Oeste*Meio Físico:*

A Alternativa Interna foi considerada a de menor impacto no solo e nos recursos hídricos.

Em segundo, lugar, considerou-se a Alternativa Intermediária, pois os efeitos nas variáveis ligadas ao solo seriam de menores proporções que os da Alternativa Externa, não obstante os efeitos nos recursos hídricos sejam similares.

*Meio Biótico:*

A Alternativa Interna passa por regiões mais deterioradas, em termos de flora e fauna nativas, sendo considerada, portanto, a que causaria efeitos menos significativos nessas variáveis.

Em segundo lugar contemplou-se a Alternativa Intermediária, pois os efeitos na flora e fauna locais são de menores proporções que os da Alternativa Externa.

*Meio Antrópico:*

A alternativa considerada mais conveniente foi a Intermediária, por passar em áreas em processo de transição para fins urbanos, causando menores interferências na malha urbana já consolidada.

A Alternativa Interna interfere de maneira mais intensa na malha urbana já consolidada, enquanto que a Alternativa Externa atravessa áreas com maior declividade, entre as rodovias Anhanguera e Castelo Branco, além de cortar a Serra do Itaqui e distanciar-se muito dos setores de expansão urbana.

De forma complementar à avaliação comparativa de impactos acima resumida, o estudo de 1991 incluiu uma análise comparativa de riscos. Nesta análise foram consideradas as variáveis que poderiam atuar como agentes indutores à geração de acidentes nas fases de implantação e operação da via, além dos parâmetros ligados ao conhecimento da gravidade das consequências dos eventos indesejáveis ao meio ambiente e aos usuários da via.

O resultado obtido a partir dessa análise serviu como indicativo preliminar para auxiliar na seleção da melhor alternativa de traçado da via, sendo um dos elementos de apoio à tomada de decisão de traçado.

As variáveis da via e do meio ambiente consideradas na análise de risco foram as seguintes:

Variáveis determinantes da probabilidade de ocorrência de acidentes:

*Presença de curvas;*

*Conexões principais e secundárias;*

*Número de transposições;*

*Extensão de rampas (> 4%);*

*Presença de túneis;*

*Volume de tráfego;*

*Fenômenos geotécnicos (instabilização de encostas ou similares);*

Variáveis determinantes da gravidade das consequências dos acidentes:

*Intensidade de uso e ocupação nas áreas adjacentes à via;*

*Concentração urbana / industrial;*  
*Proximidade de unidades de conservação;*  
*Comprometimento de recursos hídricos;*  
*Volume de tráfego;*  
*Concentração de veículos em áreas confinadas (túneis por exemplo).*

Foram desenvolvidas matrizes de avaliação de riscos ambientais para cada alternativa, concluindo-se que no Setor Norte a alternativa de menor risco ambiental total seria a Intermediária, no Setor Leste a Interna, no Setor Sul a Externa e a Intermediária (com riscos equivalentes), e por último, no Setor Oeste, a Alternativa Interna.

Face aos resultados das análises acima resumidas, o estudo de 1991 concluiu que no Setor Norte, a alternativa mais conveniente é a Intermediária, sendo secundada pela Externa. A Alternativa Interna foi preterida em função dos efeitos antrópicos antes apontados. Não obstante, recomendou cuidados especiais na travessia da bacia do reservatório Paiva Castro, uma vez que o mesmo abastece grande parte da população da Região Metropolitana.

Quanto ao Setor Leste, a alternativa recomendada foi a Intermediária, sendo secundada pela Interna. A alternativa Externa foi preterida pelos seus efeitos nos meios físico e biológico.

No Setor Sul, recomendou-se a alternativa Intermediária, e em segundo lugar a Externa. A alternativa Interna foi descartada em função dos efeitos antrópicos de grande magnitude antes apontados.

Finalmente, no Setor Oeste, considerou-se que a alternativa mais conveniente é a Interna, sendo secundada pela Intermediária.

Deve-se observar, por último, que as análises acima descritas limitaram-se a uma comparação de impactos e riscos, não abrangendo uma comparação dos efeitos positivos ou benefícios de cada alternativa.

Conforme pode-se concluir a partir da discussão da justificativa do Empreendimento apresentada na Seção 2.0, os benefícios, em termos de atração de viagens, melhoria de padrões de acessibilidade, e descongestionamento da malha viária intra-urbana da RMSP, reduzem-se significativamente conforme aumenta a distância com relação à mancha urbanizada.

Desta forma, quando a avaliação comparativa entre alternativas de traçado passa a considerar o balanço ambiental (impactos vs. benefícios) e não somente os impactos

ambientais, a conclusão a favor dos traçados mais próximos torna-se muito mais clara.

#### Estudo de Alternativas e Variantes de Traçado - 1992

Em 1992, visando aprofundar a discussão sobre alternativas de traçado, a DERSA contratou um estudo de alternativas e variantes. Esse estudo identificou, dentro de uma banda de análise aproximadamente equivalente à abrangida pelas três alternativas básicas de 1991, mais de vinte variantes teoricamente viáveis, analisando as principais restrições e/ou aspectos negativos, caso a caso. O traçado de todas essas variantes encontra-se representado, para os trechos de interesse ao objeto de licenciamento em pauta (Trecho Oeste), no **Mapa 3.2.1.3**. A alternativa recomendada também é indicada no referido mapa.

Conforme pode-se observar, trata-se, no Trecho Oeste, de uma alternativa que combina segmentos das alternativas Interna e Intermediária do estudo de 1991. De fato, no sub-trecho Raposo Tavares - Castelo Branco, a alternativa recomendada acompanha a diretriz da Alternativa Interna, ao longo do vale do córrego Carapicuíba. No sub-trecho entre a Raposo Tavares e a Régis Bittencourt, a alternativa recomendada afasta-se da Alternativa Interna, atingindo a diretriz da Alternativa Intermediária na altura da interseção com a Régis Bittencourt. Na outra ponta, o traçado recomendado afasta-se da diretriz da Alternativa Interna a partir do cruzamento da Castelo Branco, para atingir a diretriz da Alternativa Intermediária pouco antes do cruzamento com a Anhanguera, acompanhando essa diretriz até o final do Trecho Oeste.

Essa adequação do traçado do Trecho Oeste decorre das conclusões do estudo de 1991, que indicam a Alternativa Intermediária como a mais adequada nos trechos Sul e Norte, de forma que a transição desde o traçado da Alternativa Interna recomendada para o Trecho Oeste para os traçados intermediários a partir do início e fim do trecho, inicia-se dentro do próprio Trecho Oeste, evitando, assim, as áreas urbanizadas de ocupação consolidada ao sul da Régis Bittencourt e ao norte da Castelo Branco.

#### Estudos de Consolidação do Traçado - 1994

Em 1994, a DERSA contratou um novo estudo de alternativas, desta vez restrito ao sub-trecho entre a interseção com a Castelo Branco e a interseção com a Rodovia dos Bandeirantes. Nesse sub-trecho, a alternativa de traçado recomendada em 1992 previa uma transição, passando da diretriz Interna na altura da Castelo Branco, para a diretriz Intermediária, na altura da Rodovia Anhanguera. Trata-se de um sub-trecho de considerável complexidade, em virtude do relevo acidentado, da presença de fragmentos de mata de grande extensão, e de áreas urbanas de ocupação consolidada.

Foram desenvolvidos estudos de opções de traçado, envolvendo três alternativas denominadas Alternativa Básica, Alternativa I e Alternativa II. Essas alternativas encontram-se representadas no **Mapa 3.2.1.4** e são resumidamente descritas a seguir:

**Alternativa Básica:**

Correspondia aproximadamente à diretriz recomendada em 1992 (ver **Mapa 3.2.1.3**), perfazendo uma extensão de 12,30 km. Após a interconexão com a Rodovia Castelo Branco (km 20), desenvolvia-se entre loteamentos de baixa renda na região oeste de Osasco, cruzando matas da Fazenda Itahyê até atingir a Rodovia Anhanguera (km 25), onde previa-se o aproveitamento parcial das obras de arte existentes do trevo de Perus. Após a rodovia Anhanguera, cruzava o setor sul do Parque Anhanguera, seguindo até a Rodovia dos Bandeirantes (km 25), junto ao Aterro Sanitário em Perus, onde era prevista nova interconexão.

**Alternativa I:**

Baseiou-se em um traçado analisado a oeste da alternativa anterior, possuindo 16,26 km de extensão.

A partir da interconexão com a Rodovia Castelo Branco (km 20), desenvolvia-se entre loteamentos de baixa renda na região oeste de Osasco, porém em sua porção menos adensada.

Seguindo por áreas rurais, cruzava a Fazenda Itahyê, afastando-se de suas matas, retomando um segmento da Alternativa Intermediária de 1991, e seguindo no sentido norte até atingir a Rodovia Anhanguera (km 26) junto à praça do pedágio existente, onde haveria nova interconexão e remanejamento do equipamento. Depois, cruzaria o Parque Anhanguera, seguindo até a interseção com a Rodovia dos Bandeirantes, na altura do km 28

**Alternativa II:**

Propunha um traçado mais interno ao das alternativas anteriores, perfazendo uma extensão de 10,56 km, e partindo do mesmo ponto que as outras. Atravessava os loteamentos de Osasco em área menos densa, a leste. Seguiu por áreas rurais até atingir a região onde estava prevista a construção de um túnel com cerca de 750 metros de extensão para vencer um significativo maciço de mata. Após a transposição sobre a Rodovia Anhanguera, seguia até um ponto de interseção com a Rodovia dos Bandeirantes, na altura do km 25.



Em junho de 1994 a DERSA optou pela Alternativa I, que apresentava-se como a de menor impacto ambiental, apesar de ser, conjuntamente com a Alternativa II, a de maior custo de implantação. Como vantagens principais, essa alternativa representava menor impacto nos loteamento de baixa renda no município de Osasco, e menor interferência com as matas da Fazenda Itahyê e Paiva Ramos.

### Estudo de Nova Alternativa de Traçado no Sub-Trecho Castelo Branco - Bandeirantes - 1995

Em 1995, foi estudada uma nova alternativa de traçado para o sub-trecho entre a Rodovia Castelo Branco e a Rodovia dos Bandeirantes, objetivando especificamente evitar a passagem dentro do Parque Anhanguera (indicada como Alternativa I.b no **Mapa 3.2.1.4**). Considerando todo o sub-trecho em pauta, essa alternativa apresentava comprimento total de 17.710 metros, contra os 16.260 metros da Alternativa I aprovada em 1994. Comparativamente, apresentava como desvantagem, um impacto maior no loteamento Colinas do Anhanguera no município de Santana de Parnaíba, compensado com a não interferência no Parque Anhanguera.

### Traçado Alternativo para a Transposição da Serra da Cantareira - 1997

Em 1997, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, sugeriu a possibilidade de transpor a Serra da Cantareira através de percurso em túnel (**Anexo 4**). Essa alternativa apresenta como desvantagem principal o maior custo com relação ao traçado em superfície, porém, tem como vantagem a extensão menor, o carregamento maior em decorrência da maior proximidade dos acessos com relação ao centro metropolitano, e o impacto ambiental significativamente menor, minimizando o percurso dentro da área de drenagem do reservatório Paiva Castro e sobre terrenos acidentados e fragmentos florestais remanescentes de considerável extensão no território imediatamente ao norte do Parque Estadual da Cantareira.

Estudos preliminares desenvolvidos pela DERSA confirmam a viabilidade técnica dessa alternativa, que passou a ser priorizada em decorrência do seu menor impacto ambiental e da oposição organizada ao traçado alternativo, com percurso ao norte dos limites do Parque Estadual. Deve-se registrar, inclusive, a existência de um movimento a favor da institucionalização da Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo, abrangendo essa região.

Em virtude dessa nova diretriz, a alternativa de traçado mais adequada para o sub-trecho entre a interseção com a rodovia Castelo Branco e a interseção com a Rodovia dos Bandeirantes passou a ser a Alternativa II, preterida no estudo de 1994.

### Diretrizes Complementares Incorporadas Durante as Etapas Iniciais do Programa de Licenciamento Ambiental

Em decorrência do processo de discussão pública do Empreendimento, e das reuniões e avaliações técnicas preliminares desenvolvidas conjuntamente entre a Secretaria do Meio Ambiente e o Consema durante as etapas iniciais do Programa de Licenciamento Ambiental,

definiu-se um conjunto de diretrizes ambientais complementares, as quais foram incorporadas ao processo de seleção da alternativa de traçado para o Trecho Oeste. Essas diretrizes são basicamente as seguintes:

- O Rodoanel não poderá cortar o Parque Estadual da Serra da Cantareira, devendo-se o traçado do Trecho Oeste ser adequado a essa restrição.
- A passagem do Rodoanel pelas áreas de proteção dos mananciais, incluindo as do sistema produtor da Cantareira, somente será admitida se for associada à implantação de um sistema de parques ao longo de todo seu percurso, além da incorporação ao empreendimento do conjunto de medidas requeridas para a proteção dos recursos hídricos previstas no âmbito da legislação vigente.
- As áreas limdeiras ao Rodoanel situadas nas áreas de proteção dos mananciais ou próximas ao Parque da Serra da Cantareira não poderão abrigar atividades que induzam à ocupação industrial, urbana, ou que possam ocasionar impactos ambientais negativos.

Conforme pode-se verificar, essas diretrizes referem-se, principalmente, aos trechos norte e sul do Rodoanel, e condicionam a posição dos dois extremos do Trecho Oeste, que devem permitir continuidade, sem infringir as restrições acima definidas.

A compatibilidade da alternativa de traçado selecionada com essas diretrizes é discutida na Seção 3.2.5.

### **3.2.2**

#### **Delimitação da Banda para Busca de Alternativas**

Da análise dos objetivos e justificativa do Empreendimento apresentada na Seção 2.0 depreende-se que os volumes de tráfego a serem canalizados ao traçado do Rodoanel (e, conseqüentemente, removidos de outros eixos do sistema viário intra-urbano) dependem, em grande medida, da localização desse traçado, especialmente da sua distância em relação ao centro metropolitano.

Por outro lado, a distância do traçado em relação ao centro metropolitano afeta a sua extensão total e, portanto, as variáveis de impacto associadas à sua implantação.

Assim, do ponto de vista ambiental, a decisão de traçado transforma-se na mais importante para o Empreendimento, uma vez que ela afetará, simultaneamente, as principais variáveis de impacto e as suas contrapartidas em termos de benefícios, que, neste caso, vinculam-se aos volumes de tráfego (carregamento) a serem canalizados.

De uma maneira geral, as relações entre o traçado do Empreendimento e os principais parâmetros de avaliação ambiental pode ser conceitualizada em nível teórico, como segue:

- Quanto mais próxima ao centro metropolitano for a alternativa selecionada:
  - Maior o carregamento de tráfego, sendo que principalmente as viagens internas deverão aumentar, ocorrendo também mudanças significativas no volume de viagens internas-externas;
  - Maior o risco de saturação da capacidade;
  - Maiores os impactos no meio antrópico em decorrência de interferências com a malha urbana existente;
  - Menor a extensão total das áreas a serem desapropriadas;
  - Maior o custo unitário de desapropriação;
  - Menores os volumes de movimentação de terra (admitindo condições similares de terreno para alternativas mais externas);
  - Menores os impactos na vegetação e na fauna, em geral mais degradadas nas regiões mais próximas ao centro metropolitano;
  - Menores os impactos de indução de ocupação, face à ocupação mais consolidada das áreas do entorno.
  
- Quanto mais distante for a alternativa selecionada:
  - Menor o carregamento de tráfego, e os conseqüentes benefícios, sendo que as viagens internas diminuem consideravelmente, ocorrendo mudanças menos significativas no volume de viagens internas-externas, e pouco significativas no volume de viagens externas (trânsito de passagem);
  - Menor o risco de saturação da capacidade;
  - Menores os impactos no meio antrópico;
  - Maior a extensão das áreas a desapropriar e menor o custo unitário das mesmas;
  - Maiores os volumes de movimentação de terra (admitindo condições similares de terreno para alternativas mais internas);
  - Maiores os impactos na vegetação e na fauna, como decorrência de um percurso mais extenso sobre regiões relativamente menos antropizadas;
  - Maior o efeito de indução à ocupação urbana, favorecendo a conurbação e, potencialmente, reorientando as tendências de expansão.

As três alternativas analisadas (interna, intermediária e externa) no estudo *Via de Interligação Rodoviária* de 1991 (DERSA, 1991), foram avaliadas, comparativamente, levando em

consideração todos os parâmetros de avaliação acima considerados, conforme descrito na Seção 3.2.1.

O resumo dos principais indicadores resultantes dessa avaliação pode ser explicitado da forma apresentada na **Tabela 3.2.2.1** a seguir:

**Tabela 3.2.2.1****Alternativas de Traçado no Estudo de 1991 - Indicadores Seleccionados**

Indicador	Unidade	Alternativa			
		Interna	Intermediária	Externa	Recomendada
Extensão	km	160,22	182,35	214,80	174,60
Custo Estimado	US\$/km	16,89	12,26	10,89	13,8
Carregamento - 1991	veículos	78.472	64.151	48.500	-
- 2014	veículos	161.203	131.885	92.321	145.140
Desapropriação	Qde/ Fam.	79.493	25.309	22.242	-

Fonte: Dersa, 1992.

Como o carregamento constitui um dos indicadores mais importantes para a análise das opções de traçado, torna-se relevante apresentar um nível maior de segmentação das informações sobre carregamento, as quais encontram-se consolidadas na **Tabela 3.2.2.2**.

**Tabela 3.2.2.2****Alternativas de Traçado - Carregamento por Tipo de Veículo ( em 10<sup>3</sup> veículos)**

Alternativa	Interna		Intermediária		Externa	
	1991	2014	1991	2014	1991	2014
<b>Tipo de Veículo</b>						
<b>Auto</b>	47,7	102,0	36,2	79,9	28,3	57,4
<b>Ônibus</b>	4,3	16,1	4,1	14,0	2,2	6,5
<b>Caminhões</b>	26,4	43,1	23,9	37,9	17,9	28,5
<b>Total</b>	78,5	161,2	64,1	131,9	48,5	92,3

Fonte: Dersa, 1992.

O espectro de alternativas possíveis para a posição física da via, e os seus consequentes impactos positivos e negativos, permitem uma enorme gama de alternativas. Entretanto, a conjunção dos resultados dos vários aspectos relevantes deve delimitar um espaço geográfico ou “banda” dentro da qual a busca de alternativas de traçado é pertinente, e em cujo interior a nova via possa ser implantada, de forma a minimizar os impactos ambientais e maximizar os aspectos positivos, atraindo os fluxos de passagem pela Região Metropolitana e contribuindo para reordenar as áreas que estarão sob sua influência direta.

Da análise dos dados contidos nas tabelas acima podem ser extraídas algumas importantes conclusões para a delimitação dessa “banda”. Foram selecionados apenas os indicadores mais relevantes para a presente discussão.

Em relação ao limite interno da “banda”, não deve-se perder de vista, em primeiro lugar, que o posicionamento do Rodoanel no contexto da Macrometrópole deve partir da premissa de que sua localização deve atender aos interesses do tráfego inter-rodoviário (viagens externas), além de constituir-se em opção atrativa a outros tipos de fluxos, principalmente aqueles que hoje sobrecarregam segmentos importantes do sistema viário urbano da RMS. Além disso, o traçado deve inserir-se em um espaço social e ambiental causando o menor impacto negativo possível, o que torna-se inviável a partir de um certo nível de consolidação do tecido urbano.

Estudos teóricos de tráfego chamam a atenção para alguns aspectos da questão relacionada à análise de equilíbrio de engarrafamentos, e suas consequências para o planejamento de rodovias.

Quando a demanda é altamente elástica, políticas que pretendem reduzir significativamente os congestionamentos pela limitação da demanda ou pelo aumento da capacidade podem redundar em fracasso. Tais estudos envolvem o conceito chamado de “lei do congestionamento de rodovias” e sua aplicabilidade está relacionada à construção de vias expressas e outros tipos de vias urbanas.

Uma maneira menos técnica de apresentar a chamada “lei do congestionamento de vias” envolve o conceito de “demanda latente”, isto é, a demanda que é dissuadida pelo próprio congestionamento. A demanda latente consiste de pessoas que, por causa do congestionamento, escolhem alternativas de rota, modo, hora do dia, ou local de moradia e trabalho, ou outras formas para evitar a realização de uma viagem.

Quando uma nova via de capacidade limitada é implantada em áreas com elevado nível de “demanda latente”, ela tem sua capacidade imediatamente ocupada pelo tráfego desviado das demais vias adjacentes com tráfego moroso. Em uma situação de equilíbrio, a qualidade do serviço da via rápida é degradado através do congestionamento de tal modo que, no final, ninguém estará realizando viagens significativamente mais rápidas.

Um dos fatores que viabiliza a existência de níveis elevados de “demanda latente” é a alta possibilidade de substituição de demanda entre viagens a diferentes tempos. Isto quer dizer que o usuário, frequentemente, pode preferir fazer uma viagem na hora mais desejada ao invés de que no tempo desejado. É como se ele decidisse que, uma vez que existe uma via mais rápida, ele pode sair um pouco mais tarde para o trabalho. Esse fenômeno é chamado de “transferência de pico”, o que pode fazer com que toda a noção de um período fixo de pico induza a um erro, porque não existe nenhum limite estável definindo o seu início e o seu fim.

A ocorrência de tal fenômeno é conhecida em mais de uma situação.

A forma como ocorrem os fenômenos vinculados à “demanda latente” reforça os argumentos de que, quanto mais interna for a localização do traçado do Rodoanel, maior a probabilidade de que uma parcela mais relevante dessa demanda se manifeste, degradando o nível de serviço da nova via, mesmo porque nenhum dos modelos de tráfego atualmente utilizados em planejamento de transporte tem sensibilidade suficiente para captar esse tipo de comportamento do usuário.

Outra desvantagem das alternativas demasiado internas é a perda do potencial inerente ao Empreendimento, que é o de integrar grandes estruturas de transporte de cargas. A possibilidade de promover a intermodalidade está diretamente vinculada a implantação de terminais e sistemas intermodais de carga e de processos logísticos que envolvam uma utilização otimizada da frota rodoviária, viabilizando os transbordos dos veículos de grande porte para os de menor porte para circulação no interior das áreas urbanas. Esses terminais e sistemas intermodais exigem estoques territoriais que regiões adjacentes aos traçados mais internos já não dispõem.

De qualquer forma, os resultados do estudo de alternativas de 1991 sugerem que não há condições de se implantar o Rodoanel em regiões mais internas que o traçado da Alternativa Interna considerada. As restrições econômicas e sociais decorrentes do nível de adensamento dessas regiões inviabiliza essa opção. Os custos unitários médios estimados no estudo de 1991 para a Alternativa Interna são 55% superiores aos da Alternativa Externa. Uma alternativa mais interna envolveria um enorme potencial desestruturador do espaço urbano, e custos unitários significativamente maiores, por exigir não somente desapropriação de áreas mais valorizadas, mas também enormes gastos de relocação de pessoas e atividades, e indenizações de diversos tipos.

No que se refere ao limite externo da “banda”, verifica-se na **Tabela 3.2.2.1** acima que o diferencial de extensão dos traçados da Alternativa Interna e Externa do estudo de 1991 é de cerca de 55 km, representando 34% da extensão total da Alternativa Interna. Trata-se de uma diferença considerável.

Se, de um lado os custos e impactos desapropriatórios são menores na Alternativa Externa (o montante de famílias envolvidas nos processos de desapropriação caem cerca de 72% em relação a Alternativa Interna), do outro lado os impactos na vegetação, fauna, recursos hídricos e solo são significativamente maiores, na medida em que são percorridos 55 km a mais em áreas relativamente mais preservadas que as que contornam o traçado da Alternativa Interna.

Essa tendência de agravamento de impactos nos meios físico e biótico conforme aumenta a distância do traçado com relação ao centro metropolitano é, respeitadas as variações sub-

regionais em termos de níveis atuais de degradação e capacidade de suporte ambiental, passível de ser extrapolada; ou seja, tende a aumentar com a distância, mesmo que de forma não estritamente proporcional à mesma.

Verifica-se, em contrapartida, que para um impacto ambiental progressivamente maior, as alternativas mais externas apresentam benefícios gradativamente menores.

Os indicadores de carregamento simulados no estudo de alternativas de 1991 sinalizam, como pode-se verificar na **Tabela 3.2.2.2**, uma redução de 38 % no carregamento médio da Alternativa Externa com relação a Interna para o ano base de 1991, e de 43 % para o horizonte de 2014. Evidencia-se, desta forma, que alternativas mais externas não atenderiam ao conjunto de objetivos especificados para o Empreendimento, conforme descritos na Seção 2.1.

Em virtude do exposto, o presente EIA adotou como “banda” na qual processou-se uma busca extensiva de alternativas de traçado, o espaço territorial inserido entre as alternativas Interna e Externa do estudo de 1991, cujo traçado para o Rodoanel completo e para o Trecho Oeste em pauta, encontra-se representado no **Mapa 3.2.1.2**.

### **3.2.3**

#### **Identificação de Alternativas Atuais**

Conforme indicado na Seção 3.2, muitas das alternativas de traçado estudadas no passado são hoje inviáveis ao longo do Trecho Oeste, em função da evolução da mancha urbana ao longo dos vetores de expansão a serem interligados, e/ou em função de critérios ambientais de exclusão que não foram incorporados de início no processo de identificação das alternativas. De fato, grande parte das mais de vinte variantes analisadas em 1992 (**Mapa 3.2.1.3**) foram inviabilizadas pela expansão da mancha urbana entre 1992 e 1997.

Ao mesmo tempo, a análise desenvolvida na Seção 3.2.2 sobre a interrelação existente entre os objetivos do Empreendimento e a distância do traçado com relação ao centro metropolitano, permite excluir, para o Trecho Oeste em pauta, as alternativas de traçado mais distantes, privilegiando as alternativas mais próximas à diretriz Interna e/ou Intermediária do estudo de alternativas de 1991, que aportam maiores benefícios em termos de descongestionamento da malha intra-urbana da RMSP.

Face ao exposto, torna-se necessário efetuar uma avaliação atualizada das alternativas de traçado reais, ainda disponíveis para o Trecho Oeste, de forma que a avaliação de alternativas exigida pela Resolução CONAMA N<sup>o</sup> 01 / 86 possa ser desenvolvida, considerando, exclusivamente, as alternativas ambientalmente viáveis em 1997.



Essa atualização baseou-se em procedimentos metodológicos de identificação de alternativas descritos e documentados a seguir, e que permitem concluir que as alternativas e variantes identificadas para posterior avaliação ambiental comparativa são, de fato, as únicas alternativas ainda viáveis para o Trecho Oeste.

O processo de identificação de alternativas restringiu-se, pelos motivos analisados na Seção 3.2.2, a uma “banda” cujo limite externo é aproximadamente coincidente com o da Alternativa Externa analisada no estudo de 1991

Os seguintes procedimentos metodológicos principais foram incorporados:

- Estudo detalhado de vazios urbanos e possibilidades de interligação, mediante análise do mosaico aerofotogramétrico do vôo de 1994 (BASE Aerofotogrametria S.A - escala 1 : 25.000);
- Estudo e interpretação das imagens do satélite SPOT-HRV, no canal Pancromático,(de 29/04/95), na escala 1 : 50.000, e lançamento dos traçados de referência para verificação em campo;
- Sobrevôos de helicóptero abrangendo todos os traçados de referência, com ênfase na verificação da sua viabilidade nos pontos críticos pré-identificados;
- Verificação complementar em campo, nos casos em que isto foi considerado necessário para confirmação de viabilidade.

As características básicas de traçado que constituíram critérios de restrição no processo de identificação de alternativas são elencadas a seguir:

- Otimização da geometria horizontal do traçado, de forma compatível com uma velocidade diretriz desejável de 100 km/h, podendo-se, porém, serem adotadas velocidades inferiores, de 90 e 80 km/h, em trechos críticos, dependendo das características de relevo, geologia, uso e ocupação do solo e/ou condicionantes ambientais, de forma a não eliminar uma quantidade excessiva de alternativas. Desta forma, admitiram-se curvas com raio mínimo de 250 metros.
- Faixa de domínio com largura mínima de 100 metros e ideal de 130 metros, de forma a permitir a inserção de uma seção tipo de mais de 35 metros e espaço lateral para a implantação de avenidas marginais.

- Interseções completas, com previsão de acesso para todos os fluxos, nos cruzamentos com as rodovias Régis Bittencourt, Raposo Tavares, Castelo Branco, Anhanguera, Bandeirantes e Estrada Velha de Campinas, exigindo espaços amplos para implantação de todas as alças.

Complementarmente, do ponto de vista ambiental foram incorporados os seguintes critérios de exclusão:

- Eliminação de alternativas que exijam relocação de grandes quantidades de pessoas e/ou atividades econômicas, restringindo as necessidades de relocação a intervenções pontuais ao longo dos traçados.
- Eliminação de traçados com percurso dentro de Unidades de Conservação, admitindo-se unicamente as passagens em túnel.
- Eliminação de alternativas com percurso excessivo em fragmentos de mata nativa de grande extensão, admitindo-se neste caso também, as passagens em túnel.
- Minimização da extensão total entre os pontos inicial e final de sub-trechos específicos, excluindo-se os traçados com comprimento maior que 100% do comprimento da alternativa de menor extensão. Trata-se, neste caso, de um critério econômico de exclusão, uma vez que a maior extensão do traçado aumenta custos de investimento e reduz benefícios (carregamento). Entretanto, deve-se considerar que o aumento da extensão do traçado tende a aumentar, também, a quantidade de impactos ambientais, e que os benefícios a serem reduzidos devem ser considerados na análise ambiental.

As alternativas de traçado que se mantiveram viáveis após aplicação dos critérios de exclusão acima especificados foram posteriormente avaliadas comparativamente, com base nos parâmetros e procedimentos descritos na Seção 3.2.4.

Tendo por base os critérios de exclusão, a metodologia adotada para identificação das alternativas de traçado ainda viáveis, consistiu, inicialmente, em levantamentos extensivos ao longo dos eixos de maior restrição. Esses eixos de maior restrição são, em geral, os próprios eixos rodoviários a serem interligados pelo Trecho Oeste. Os motivos para isto são evidentes. De um lado, são nesses eixos que deverão ser construídas as interseções, que são os componentes do Empreendimento que exigem maior área. Em contrapartida, é justamente ao longo deles que se manifesta o processo de conurbação e expansão radial da mancha urbana, sendo, portanto, os locais com menor disponibilidade de vazios urbanos.

Dentro desses eixos, e em segmentos críticos próximos a eles, identificaram-se preliminarmente 28 pontos que constituem opções de passagem necessárias para a viabilização de diretrizes alternativas de traçado. Esses 28 pontos foram individualmente analisados em sobrevôos de helicóptero para confirmação da sua viabilidade ou inviabilidade, e encontram-se documentados no Levantamento Fotográfico que é parte integrante desta Seção.

Os 28 pontos incluem:

- seis opções para cruzamento da Rodovia Régis Bittencourt, sendo que duas mostraram-se inviáveis, e três apresentam considerável impacto ambiental;
- um ponto ao sul da Rodovia Régis Bittencourt, demonstrando a viabilidade e diversidade de opções de traçado na direção sul (Trecho Sul);
- sete opções de cruzamento da Rodovia Raposo Tavares, sendo que somente três podem ser consideradas viáveis;
- um ponto demonstrando a viabilidade da passagem no eixo de conurbação entre os municípios de Carapicuíba e Jandira;
- cinco opções de cruzamento da Rodovia Castelo Branco, sendo que somente duas podem ser consideradas viáveis;
- quatro segmentos críticos a jusante ou montante das opções de interseção na Rodovia Castelo Branco, analisados para confirmação da viabilidade (ou inviabilidade) das opções de interseção nessa rodovia;
- duas opções de cruzamento da Rodovia Anhanguera, sendo que ambas se mostram ainda viáveis;
- duas opções de cruzamento da Rodovia dos Bandeirantes (inclusive Estrada Velha de Campinas).

O **Mapa 3.2.3.1** apresentado a seguir mostra, sobre a imagem do satélite SPOT (abril de 1995), a localização de todos esses pontos, indicando a sua viabilidade em cada caso. Indicam-se, também, os perímetros do Parque Anhanguera e do Parque Estadual do Jaraguá. Por último, definem-se as alternativas atuais de traçado, mediante interpolação entre os pontos viáveis de cruzamento dos eixos radiais interligados, ao longo de percursos aproximadamente coincidentes com variantes previamente estudadas.

Conforme pode-se verificar, os eixos radiais que apresentam maior grau de restrição à transposição do Empreendimento são: a Rodovia dos Bandeirantes, a Rodovia Anhanguera e a Rodovia Castelo Branco. Nos primeiros dois casos, a restrição decorre da necessidade de evitar-se o Parque Estadual do Jaraguá e o Parque Anhanguera, existindo, portanto, somente as opções de passar entre ambos, ou ao norte do Parque Anhanguera.

No caso da Rodovia Castelo Branco, verifica-se que as únicas duas opções de cruzamento ainda não ocupadas são a do traçado selecionado, na altura da Petrobrás (Ponto 16), e a que corresponde à diretriz da Alternativa Externa do estudo de 1991 (Ponto 20). As opções intermediárias não são mais viáveis. O Ponto 19 é aproximadamente equivalente ao Ponto 20, somente que bastante menos favorável em termos de topografia, sendo descartado por esse motivo. No caso do Ponto 18 (fábrica da Linhas Corrente), o adensamento da ocupação ao norte da Rodovia Castelo Branco constitui-se o fator de inviabilização. No

caso do Ponto 17 (cruzamento sob a ponte da Rodovia Castelo Branco no rio Tietê), considerou-se que o segmento ao norte, margeando o rio dentro da APA da Várzea do Rio Tietê e interferindo com o Parque Ecológico do Tietê (ver Ponto 21), é ambientalmente inviável.

Os segmentos de cruzamento da Castelo Branco anteriores e posteriores ao Ponto 20 são: o Ponto 15 (passagem entre Carapicuíba e Jandira), Ponto 22 (segmento ao sul da Castelo Branco, entre o Ponto 15 e o Ponto 20), Ponto 23 (segmento ao norte da Castelo Branco até atingir o rio Tietê na altura do Reservatório Edgard de Souza), e Ponto 24 (cruzamento do Rio Tietê e diretriz na direção da Anhanguera). Todos esses segmentos mostram-se viáveis, devendo-se registrar como pontos críticos os fragmentos de mata imediatamente ao norte da Castelo Branco (ver foto 1 do Ponto 23) e ao norte do rio Tietê (fotos 1 e 2 do Ponto 24). Deve-se comentar, também, que a região de passagem entre Carapicuíba e Jandira (Ponto 15) encontra-se em rápido processo de conurbação, sendo previsível que será inviabilizada em curto prazo.

Ao longo do eixo da Rodovia Raposo Tavares, somente três (3) dos sete (7) pontos potencialmente viáveis pré-identificados constituem opções válidas em 1997, sendo o mais próximo deles (Ponto 8) o que corresponde à alternativa selecionada. Um deles (Ponto 14), inclusive, encontra-se mais afastado que a diretriz externa do estudo de 1991, hoje inviabilizada pelo adensamento da ocupação no entorno (Pontos 12 e 13).

Finalmente, no eixo da Rodovia Régis Bittencourt as opções de cruzamento ainda viáveis concentram-se no setor próximo à divisa entre os municípios de Taboão da Serra e Embu (Pontos 2, 3 e 4), sendo que somente a opção no Ponto 4 (alternativa selecionada) evita a zona industrial de Embu, atendendo à solicitação da Prefeitura nesse sentido. A quarta opção viável de cruzamento da Régis Bittencourt (Ponto 6), situa-se bastante distante das três primeiras, correspondendo aproximadamente à diretriz externa definida no estudo de 1991.

Conforme observa-se no **Mapa 3.2.3.1**, as alternativas atuais de traçado, que resultam da interpolação entre os poucos pontos viáveis para cruzamento de eixos radiais e outros segmentos críticos, são bastante restritas.

Analisando as alternativas a partir do eixo da Castelo Branco, que é um ponto intermediário do Trecho Oeste que apresenta somente duas opções de cruzamento, verifica-se o seguinte:

#### Alternativas a Partir do Ponto 16:

Optando-se pelo cruzamento da Castelo Branco na altura do Ponto 16, a única alternativa de traçado ao sul passa a ser a que acompanha o córrego Carapicuíba até encontrar a Rodovia Raposo Tavares no Ponto 8, e continua até atingir a Rodovia Régis Bittencourt nos Pontos 2,

3 ou 4. Conforme já comentado, o único desses três pontos que atende à solicitação da Prefeitura de Embu de evitar a zona industrial do município, é o Ponto 4.

Desde o mesmo Ponto 16 na Castelo Branco, duas alternativas são viáveis na direção norte. A primeira atinge a Rodovia Anhanguera na altura do Ponto 25 e continua entre o Parque Anhanguera e Parque Estadual do Jaraguá até atingir a Rodovia dos Bandeirantes no Ponto 27, imediatamente ao sul do aterro sanitário, dirigindo-se, a partir desse ponto, para o emboque de um segmento compulsoriamente em túnel sob o Parque Estadual da Cantareira (ver foto 3 do Ponto 27). A segunda alternativa acompanha a diretriz definida no *Estudo de Nova Alternativa de Traçado*, de 1995 (ver Seção 3.2.1), atingindo a Rodovia Anhanguera em segmento bastante desobstruído (Ponto 26) e contornando o Parque Anhanguera ao norte até atingir a Rodovia dos Bandeirantes na altura da ponte sobre o rio Juqueri (Ponto 28). A partir desse ponto, o traçado continua na direção leste, iniciando o Trecho Norte do Rodoanel dentro da região ao norte do Parque Estadual da Serra da Cantareira (ver fotos 2 e 3 do Ponto 28).

#### Alternativas a Partir do Ponto 20:

Optando-se pelo cruzamento da Castelo Branco na altura do Ponto 20, a diretriz de traçado ao sul deve necessariamente seguir a diretriz definida no Ponto 22 até atingir o Ponto 15 (passagem entre Carapicuíba e Jandira). A partir desse ponto existem duas opções: uma atingindo a Raposo Tavares na altura do Ponto 10, e outra no Ponto 14.

Desde o Ponto 10 na Raposo Tavares, existe a opção de se atingir a Régis Bittencourt na altura do Ponto 4 ou no Ponto 6. Desde o Ponto 14, mais externo, não é interessante voltar até o Ponto 4 na Régis Bittencourt, existindo portanto somente a opção de se dirigir até o Ponto 6.

Na direção norte, a única alternativa viável de traçado começando no Ponto 20 na Castelo Branco, é a que acompanha o segmento documentado nos Pontos 23 e 24, e continua até atingir a Anhanguera no Ponto 26, contornando o Parque Anhanguera ao norte e atingindo a Rodovia dos Bandeirantes na altura da ponte sobre o rio Juqueri (Ponto 28).

A opção de defletir o traçado ao sul pouco depois de cruzar o rio Tietê em Edgard de Souza (Ponto 24), contornando as áreas urbanizadas de Alphaville e percorrendo regiões ainda pouco ocupadas do município de Santana de Parnaíba até atingir a Rodovia Anhanguera no Ponto 25, não foi analisada em estudos anteriores, pois representa uma volta enorme e atravessa uma região de topografia extremamente desfavorável, sobre a qual existem diversos fragmentos de mata nativa de considerável extensão. Apesar disto, ela foi considerada como opção teoricamente viável, e avaliada comparativamente na Seção 3.2.4 a seguir.

### 3.2.4

#### **Avaliação Comparativa**

A partir das conclusões da Seção 3.2.3, as alternativas de traçado ainda viáveis para o Trecho Oeste do Rodoanel podem ser resumidas na seguinte interpolação de pontos de cruzamento das rodovias (ver **Mapa 3.2.3.1**):

##### Alternativa 1A:

Ponto 4 na Régis Bittencourt - Ponto 8 na Raposo Tavares - Ponto 16 na Castelo Branco - Ponto 25 na Anhanguera - Ponto 27 na Bandeirantes.

##### Alternativa 1B:

Ponto 4 na Régis Bittencourt - Ponto 8 na Raposo Tavares - Ponto 16 na Castelo Branco - Ponto 26 na Anhanguera - Ponto 28 na Bandeirantes

##### Alternativa 2A:

Ponto 4 na Régis Bittencourt - Ponto 10 na Raposo Tavares - Ponto 20 na Castelo Branco - Ponto 26 na Anhanguera - Ponto 28 na Bandeirantes

##### Alternativa 2B:

Ponto 4 na Régis Bittencourt - Ponto 10 na Raposo Tavares - Ponto 20 na Castelo Branco - Ponto 25 na Anhanguera - Ponto 27 na Bandeirantes

##### Alternativa 2C:

Ponto 6 na Régis Bittencourt - Ponto 14 na Raposo Tavares - Ponto 20 na Castelo Branco - Ponto 26 na Anhanguera - Ponto 28 na Bandeirantes

##### Alternativa 2D:

Ponto 6 na Régis Bittencourt - Ponto 14 na Raposo Tavares - Ponto 20 na Castelo Branco - Ponto 25 na Anhanguera - Ponto 27 na Bandeirantes

Na **Tabela 3.2.4.1** consolidam-se as informações sobre extensão total de cada alternativa segundo sub-trechos principais. Conforme pode-se observar, a Alternativa 2C é a de maior extensão. De fato, as Alternativas 2C e 2D aproximam-se da extensão máxima admitida pelos critérios de identificação de alternativas definidos no início da Seção 3.2.3 (até 2 vezes a extensão da alternativa mais curta).

O sub-trecho de maior extensão é o que se desenvolve entre as rodovias Castelo Branco e Anhanguera para todas as alternativas consideradas, com a única exceção da Alternativa 1A, na qual o sub-trecho Raposo Tavares / Castelo Branco é o maior.

Deve-se observar, também, que no caso da Alternativa 1A (alternativa selecionada), a **Tabela 3.2.4.1** não inclui o segmento final, entre a Rodovia dos Bandeirantes e a Estrada Velha de Campinas. Desta forma, todas as alternativas de traçado são avaliadas até um ponto final comum, na Rodovia dos Bandeirantes.

Também é pertinente comentar, que a extensão do traçado da Alternativa 1A indicado na **Tabela 3.2.4.1** já incorpora todas as variações introduzidas durante o processo de avaliação ambiental, e descritas na Seção 3.2.7.

**Tabela 3.2.4.1**  
**Extensão das Alternativas de Traçado**

Sub-Trechos em Quilômetros	ALTERNATIVA					
	1A	1B	2A	2B	2C	2D
Régis Bittencourt / Raposo Tavares	6,23	6,23	5,93	5,93	11,69	11,69
Raposo Tavares / Castelo Branco	10,17	10,17	14,36	14,36	13,73	13,73
Castelo Branco / Anhanguera	7,72	13,19	19,42	21,49	19,42	21,49
Anhanguera / Bandeirantes	3,57	6,73	6,73	3,57	6,73	3,57
<b>TOTAL</b>	<b>27,69</b>	<b>36,32</b>	<b>46,44</b>	<b>45,35</b>	<b>51,57</b>	<b>50,48</b>

Foram consideradas diversas opções metodológicas na seleção do procedimento de avaliação comparativa entre essas seis alternativas. As técnicas de geoprocessamento, envolvendo superposição de cartas temáticas e espacialização das características ambientais em células uniformemente georeferenciadas, é um procedimento consagrado de grande utilidade para a busca e pré-seleção de alternativas de traçado. Ou seja, em um contexto territorial de grande diversidade de opções de traçado, é possível sintetizar informações multi-temáticas, consolidando-as sobre unidades territoriais uniformes, viabilizando uma visualização das diretrizes de traçado de menor impacto, e orientando o processo de ajuste final do traçado de cada alternativa dentro da respectiva diretriz. Esse processo de ajuste final do traçado precisa, necessariamente, apoiar-se em levantamentos de campo.



Após a identificação e seleção da melhor alternativa de traçado dentro de cada diretriz, a mesma técnica pode ser utilizada para a avaliação comparativa entre as alternativas.

No caso em pauta, entretanto, as opções são muito restritas. De fato, a análise desenvolvida na Seção 3.2.3 aponta um conjunto de alternativas, cujos traçados ainda viáveis encontram-se definidos com razoável precisão em decorrência das limitações adjacentes, inexistindo uma situação prévia em que a escolha possa envolver uma faixa ampla de opções, e tornando, portanto, desnecessária a utilização de um sistema de células georeferenciadas para auxiliar esse processo.

Devido a isto, o procedimento de avaliação comparativa adotado para selecionar a melhor entre as seis opções ainda viáveis, pode-se basear no lançamento de informações multi-temáticas diretamente sobre diagramas unifilares de cada alternativa em escala real, de forma que a extensão de cada tipo de situação ao longo do percurso (em metros lineares) pode ser calculada e totalizada com relativa precisão. Trata-se de um procedimento que envolve a representação abstrata do traçado (linha reta), mas que permite a superposição multi-temática (apresentação de diagramas unifilares paralelos para cada tema), e que também viabiliza a totalização das situações de inserção relevantes à avaliação de cada alternativa, de acordo com um parâmetro único de medição.

A avaliação comparativa baseou-se, portanto, em uma análise muito mais detalhada que a desenvolvida em estudos anteriores (1991, 1992, 1994 e 1995), tendo como fontes referenciais principais a imagem do satélite SPOT, em uma escala 1:50.000 (abril de 1995), os vôos aerofotogramétricos de 1994 e 1997 (BASE Aerofotogrametria S.A.), os sobrevôos de helicóptero realizados durante os meses de julho e agosto de 1997 e a Carta de Aptidão Física ao Assentamento Urbano, na escala 1:50.000 desenvolvida pelo IPT/EMPLASA (1990).

Nas **Fichas de Avaliação de Alternativas de Traçado** (Folhas 1 a 12) apresentadas a seguir, o traçado de todas as alternativas é apresentado sobre a imagem aerofotográfica de 1994 (Base, 1994), na escala 1: 25.000, ou sobre uma composição entre essa imagem e a imagem SPOT 1995, nos casos pontuais em que os sub-trechos de interesse não foram cobertos pelo vôo de 1994.

Simultaneamente, as **Fichas de Avaliação de Alternativas de Traçado** apresentam a superposição dos traçados alternativos sobre a Carta de Aptidão Física ao Assentamento Urbano, ampliada para a mesma escala 1: 25.000 (IPT/EMPLASA, 1990). Nessa carta, as áreas com severas restrições e as áreas impróprias são ressaltadas mediante legenda colorida.

Complementarmente, cada Ficha de Avaliação inclui quatro (4) diagramas unifilares para o sub-trecho analisado. Esses diagramas consolidam a avaliação ambiental através da análise das condicionantes dos meios biótico, antrópico e físico ao longo de cada alternativa de traçado. Os parâmetros de avaliação considerados em cada caso são explicitados a seguir:

#### Meio Biótico:

Os impactos no meio biótico basearam-se na análise, a partir da imagem aerofotográfica de 1994, e sobrevôos de verificação, das principais situações de interferência das alternativas com a cobertura vegetal remanescente. Essas interferências foram classificadas, para efeitos de avaliação, em duas categorias, de acordo com a sua gravidade, como segue:

- Interferência com fragmentos de mata de grande extensão (mais de 50 ha.), adotando-se como indicador a extensão total aproximada (em metros lineares) de cada alternativa de traçado sobre eles.
- Interferência com fragmentos de mata de porte médio ou pequeno, neste caso também avaliado com base na extensão (em metros lineares) do percurso em locais com abundância de fragmentos remanescentes.

Os fragmentos maiores são de preservação estratégica na região de estudo, tanto em função da sua raridade quanto pelo fato de ter capacidade de sustentar uma biodiversidade maior que os fragmentos menores e serem os principais abrigos potenciais para a fauna remanescente na região. Os impactos em fragmentos médios e pequenos também constituem fator de avaliação, mas com peso relativo menor.

Deve-se lembrar neste contexto, que os critérios de identificação de alternativas definidos na Seção 3.2.3 excluíram os percursos com interferência excessiva em fragmentos de mata de grande extensão, admitindo-os porém, quando as características do relevo permitem considerar a viabilidade de fazer o percurso em túnel. O nível de detalhamento de um estudo de alternativas não é suficiente para a confirmação da viabilidade de implantação de segmentos em túnel. Entretanto, uma vez que a execução de túneis é algo a ser evitado sempre que possível em função do seu custo elevado, a avaliação restringe-se à comparação da extensão total dos grandes fragmentos a serem atravessados, independentemente do percurso ser em túnel ou na superfície.

Deve-se registrar, também, que a avaliação comparativa entre alternativas não inclui, devido a escala da análise, os impactos na fauna. Entretanto, como já mencionado, são os fragmentos de mata de grande extensão os que concentram a capacidade de sustentação de uma fauna diversificada na AII, podendo, portanto, admitir-se que os

impactos na fauna serão maiores nas alternativas de traçado com maior percurso dentro desses fragmentos.

### Meio Antrópico:

Os impactos no meio antrópico foram avaliados comparativamente com base na extensão das interferências do traçado no uso e ocupação do solo, discriminando-se dois tipos de situação, de acordo com a sua gravidade:

- Percursos contornados por ocupação urbana consolidada ou semi-consolidada em uma ou ambas as margens da faixa de domínio;
- Interferências em áreas urbanizadas que exigirão relocação de edificações existentes.

Nesse caso, também, deve-se lembrar que os critérios de identificação de alternativas definidos na Seção 3.2.3, excluíram os traçados que exigiriam relocação maciça de população e de instalações industriais ou comerciais. Apesar disto, todas as alternativas consideradas incluem percursos sobre áreas edificadas a serem relocadas, com extensão total que varia de 1.225 a 2.675 metros (ver **Tabela 3.2.4.3**).

Deve-se lembrar que, na aplicação deste parâmetro de avaliação, é necessário diferenciar entre impactos de relocação em geral e impactos de relocação envolvendo reassentamento de população que hoje ocupa áreas de risco. De fato, a relocação de população residente e/ou atividades econômicas constitui um impacto de grande intensidade em qualquer hipótese. Entretanto, no caso específico de assentamentos localizados em áreas de risco, uma eventual relocação apresenta também um aspecto positivo, na medida em que o reassentamento da população afetada será necessariamente parte integrante do Empreendimento, e esse reassentamento dar-se-á obrigatoriamente em locais adequados.

### Meio Físico:

Os parâmetros adotados para avaliação comparativa dos impactos das alternativas de traçado no meio físico referem-se, basicamente, aos recursos hídricos e ao tipo de terreno.

Com relação aos recursos hídricos, dois tipos de situação são discriminadas no respectivo diagrama unifilar integrante das **Fichas de Avaliação de Alternativas de Traçado**:

- Percursos sobre microbacias potencialmente relevantes ao abastecimento (pequenas vazões), que se apresentam ainda relativamente pouco ocupadas e razoavelmente preservadas, com proteção ciliar pelo menos parcial;

- Percurso dentro da Área de Proteção aos Mananciais da RMSP, delimitada em legislação específica.

Com relação aos tipos de terreno, adotou-se de forma quase integral, a classificação do IPT/EMPLASA na Carta de Aptidão Física ao Assentamento Urbano, discriminando-se os seguintes tipos de situação:

- Percursos sobre terrenos com severas restrições à ocupação, incluindo:
  - Planícies aluviais (4al);
  - Morrotes baixos isolados (5xt, 5mg, 5af);
  - Morrotes altos (6tc, 6xt, 6mg, 6gr, 6af);
  - Morros altos (7xt, 7mg, 7gr, 7af, 7qz).
- Percursos sobre terrenos impróprios, incluindo as serras e as escarpas (8xt, 8mg, 8gr, 8af, 8qz).

A única diferença no presente EIA em relação ao critério de restrição adotado pelo IPT/EMPLASA, é que as planícies aluviais (4al) foram consideradas como situações de restrição somente quando inseridas em microbacias relativamente preservadas e/ou em áreas de proteção aos mananciais. Os percursos ao longo ou através de planícies aluviais que já apresentam ocupação consolidada, com invasão das várzeas, não foram considerados como situação de restrição.

Os indicadores adotados para o meio físico refletem, ao considerar os tipos de terrenos, a intensidade das obras de terraplenagem, que é fator determinante da extensão (largura) das áreas de intervenção direta (*off-sets* de cortes e aterros), da demanda por áreas de apoio (áreas de bota-fora e empréstimo) e dos riscos de erosão, além de outros problemas de dinâmica superficial. De outro lado, o percurso dentro de bacias de drenagem de cursos d'água potencialmente relevantes para o abastecimento reflete o risco de impactos nos mesmos, seja através de assoreamento e outras alterações decorrentes do processo de implantação, ou através de eventuais acidentes com cargas tóxicas durante a operação.

Assim como nos estudos anteriores de alternativas, os parâmetros ruído e qualidade do ar não foram considerados na avaliação comparativa, por entender-se que eles variarão de forma relativamente menos significativa em função de variações no traçado, não constituindo, portanto, fatores determinantes de subsídio à seleção.

A aplicação dos critérios de avaliação acima especificados ao longo de cada uma das seis (6) alternativas de traçado ainda viáveis, encontra-se consolidado nas **Tabelas 3.2.4.2 a 3.2.4.6** apresentadas a seguir.

Conforme pode-se observar a partir da análise da **Tabela 3.2.4.2**, as Alternativas 2B e 2D são as que apresentam maior impacto na vegetação remanescente, principalmente devido ao percurso sobre remanescentes de grande porte no sub-trecho entre a Rodovia Castelo Branco e a Rodovia Anhanguera.

As Alternativas 1A e 1B, com percurso significativamente menor ao longo de áreas com maior alteração antrópica, apresentam impacto bastante menor, em geral entre 20% e 40% daquele atribuído a alternativa mais impactante.

**Tabela 3.2.4.2**  
**Avaliação Comparativa de Traçados -**  
**Interferências com a Vegetação Remanescente**

<b>Alternativa de Traçado</b>	<b>Percurso Sobre Remanescentes Fragmentados (metros lineares)</b>	<b>Fator de Comparação com a Alternativa mais Crítica</b>	<b>Percurso Sobre Matas de Grande Extensão (metros lineares)</b>	<b>Fator de Comparação com a Alternativa mais Crítica</b>
<b>1A</b>	1.705,00	0,21	3.550,00	0,31
<b>1B</b>	3.355,00	0,41	4.750,00	0,41
<b>2A</b>	6.850,00	0,84	7.275,00	0,63
<b>2B</b>	5.850,00	0,72	11.125,00	0,97
<b>2C</b>	8.150,00	1,00	7.625,00	0,66
<b>2D</b>	7.150,00	0,88	11.500,00	1,00

No que diz respeito às interferências com a ocupação antrópica, as Alternativas 1A e 1B, apesar de sua menor extensão, mostram-se como as mais impactantes no tocante à percursos que exigirão relocação de pessoas ou atividades. Cabe registrar, entretanto, que parte significativa dessa interferência dar-se-á sobre assentamentos irregulares implantados sobre áreas de risco, existindo nesses casos, apesar da intensidade do impacto sobre a população afetada, um impacto benéfico como resultado da relocação para áreas mais propícias à ocupação.

Já no que diz respeito a percursos com interferência antrópica moderada, os traçados mais extensos passam a ser os de maior impacto, conforme pode-se verificar na **Tabela 3.2.4.3** a seguir.

**Tabela 3.2.4.3**  
**Avaliação Comparativa de Traçados -**  
**Interferências com Usos Antrópicos**

<b>Alternativa de Traçado</b>	<b>Percurso com Interferência Moderada (metros lineares)</b>	<b>Fator de Comparação com a Alternativa mais Crítica</b>	<b>Percurso com Interferência Intensa (relocação) (metros lineares)</b>	<b>Fator de Comparação com a Alternativa mais Crítica</b>
<b>1A</b>	6.500,00	0,51	2.675,00	1,00
<b>1B</b>	6.275,00	0,49	2.675,00	1,00
<b>2A</b>	10.550,00	0,82	1.225,00	0,46
<b>2B</b>	10.325,00	0,81	1.225,00	0,46
<b>2C</b>	12.825,00	1,00	1.575,00	0,59
<b>2D</b>	12.600,00	0,98	1.575,00	0,59

Assim como nos impactos na vegetação, em relação aos recursos hídricos, as Alternativas 1A e 1B mostram-se significativamente menos impactantes que as demais, apresentando percursos limitados sobre bacias relativamente preservadas e/ou sobre áreas de proteção aos mananciais, em geral com extensão entre 20% e 40% daquela do percurso mais impactante. Os principais sub-trechos de impacto dessas alternativas nos recursos hídricos concentram-se no extremo sul (Área de Proteção aos Mananciais), e no extremo norte (sub-trecho da Fazenda Itahyê e sub-trecho entre a Via Anhanguera e Rodovia dos Bandeirantes).

As alternativas 2C e 2D, que são as de maior extensão, são as que apresentam maior impacto sobre os recursos hídricos (ver **Tabela 3.2.4.4**).

**Tabela 3.2.4.4**  
**Avaliação Comparativa de Traçados -**  
**Interferências com Recursos Hídricos**

<b>Alternativa de Traçado</b>	<b>Percurso em Bacias Relativamente Preservadas (metros lineares)</b>	<b>Fator de Comparação com a Alternativa mais Crítica</b>	<b>Percurso em Área de Proteção aos Mananciais (metros lineares)</b>	<b>Fator de Comparação com a Alternativa mais Crítica</b>
<b>1A</b>	6.725,00	0,24	1.425,00	0,26
<b>1B</b>	11.350,00	0,41	1.425,00	0,26
<b>2A</b>	27.875,00	1,00	1.075,00	0,19
<b>2B</b>	25.825,00	0,93	1.075,00	0,19
<b>2C</b>	27.650,00	0,99	5.575,00	1,00
<b>2D</b>	25.600,00	0,92	5.575,00	1,00

No referente à extensão do percurso de cada alternativa sobre terrenos impróprios, observa-se na **Tabela 3.2.4.5** que somente as Alternativas 2A, 2B, 2C e 2D apresentam segmentos sobre esse tipo de terreno. Trata-se de dois percursos curtos comuns às quatro alternativas, estando um localizado imediatamente ao norte do cruzamento sobre a Rodovia Castelo Branco e o outro em ponto intermediário entre esse ponto e o cruzamento do rio Tietê, na altura do Reservatório Edgard de Souza.

Os percursos sobre terrenos com severas restrições são mais extensos em todas as alternativas consideradas, variando entre pouco menos de 4 km (Alternativa 1B) e pouco mais de 15 km (Alternativa 2D). Novamente, o sub-trecho de maior criticidade é, em geral, o que se desenvolve entre as Rodovias Castelo Branco e Anhanguera.



**Tabela 3.2.4.5**  
**Avaliação Comparativa de Traçados -**  
**Interferências com Terrenos de Ocupação Restrita**

<b>Alternativa de Traçado</b>	<b>Percurso Sobre Terrenos com Severa Restrição à Ocupação (metros lineares)</b>	<b>Fator de Comparação com a Alternativa mais Crítica</b>	<b>Percurso Sobre Terrenos Impróprios à Ocupação (metros lineares)</b>	<b>Fator de Comparação com a Alternativa mais Crítica</b>
<b>1A</b>	7.025,00	0,45	-	0,00
<b>1B</b>	3.875,00	0,25	-	0,00
<b>2A</b>	8.450,00	0,55	2.125,00	1,00
<b>2B</b>	13.400,00	0,87	2.125,00	1,00
<b>2C</b>	10.525,00	0,68	2.125,00	1,00
<b>2D</b>	15.475,00	1,00	2.125,00	1,00

A **Tabela 3.2.4.6** apresentada a seguir resume as conclusões do processo de avaliação comparativa das alternativas de traçado. Apresentam-se, para cada alternativa e cada parâmetro de avaliação, os fatores de comparação com a alternativa mais crítica (que é a que apresenta fator de 1,00).

Para auxiliar a análise, apresenta-se, também, na **Tabela 3.2.4.6** um índice composto para impactos na vegetação, no meio antrópico, nos recursos hídricos e nas áreas de terrenos frágeis. No caso dos impactos da vegetação, esse índice foi calculado somando as extensões de percursos sobre remanescentes fragmentados e sobre matas de grande extensão, dando peso 2 aos percursos sobre matas de grande extensão, e, posteriormente, efetuando a divisão do valor total de cada alternativa com o valor total da alternativa mais impactante. Procedimento semelhante foi adotado em relação aos demais parâmetros de avaliação, correspondendo o peso 2 aos impactos de relocação (no caso do meio antrópico), segmentos em área de proteção aos mananciais (no caso dos recursos hídricos) e segmentos sobre terrenos impróprios.

De uma maneira geral, os resultados apresentam um padrão claro e consistente. As alternativas de traçado mais próximas apresentam, proporcionalmente à extensão menor do seu traçado, um impacto maior no meio antrópico por estar inseridas em áreas mais adensadas. Apesar disso, em termos de valores totais absolutos, as alternativas mais externas e, conseqüentemente, de maior extensão são as que apresentam o maior valor total. A diferença entre a alternativa mais impactante e a menos impactante no meio antrópico é

relativamente pequena, sendo o índice composto correspondente à alternativa de menor impacto equivalente a 73% do índice da alternativa de maior impacto.

Em contrapartida, os recursos hídricos e a vegetação ao longo do traçado das alternativas mais internas encontram-se mais degradados, de forma que o impacto por quilômetro tende a ser menor. Como as alternativas mais internas são mais curtas, as diferenças acentuam-se na totalização geral, e pode-se observar na **Tabela 3.2.4.6** que o índice composto de impactos para a alternativa de menor impacto equivale a somente 29% daquele da alternativa de maior impacto no caso da vegetação, e 25% no caso dos recursos hídricos.

Os impactos sobre terrenos frágeis independem do grau de adensamento antrópico ao longo dos traçados, uma vez que as características predominantes do relevo não são alteradas de forma significativa pela ocupação. Deve-se registrar, entretanto, que essa ocupação resulta em tendência ao aumento da susceptibilidade a processos de dinâmica superficial.

**Tabela 3.2.4.6**  
**Avaliação Comparativa de Traçados -**  
**Consolidação Geral**

Parâmetro	ALTERNATIVA					
	1A	1B	2A	2B	2C	2D
<b>Impactos na Vegetação (Índice Composto)</b>	<b>0,29</b>	<b>0,43</b>	<b>0,71</b>	<b>0,93</b>	<b>0,78</b>	<b>1,00</b>
Sobre Remanescentes Fragmentados	0,21	0,41	0,84	0,72	1,00	0,88
Sobre Matas de Grande Extensão	0,31	0,41	0,63	0,97	0,66	1,00
<b>Impactos no Meio Antrópico (Índice Composto)</b>	<b>0,74</b>	<b>0,73</b>	<b>0,81</b>	<b>0,80</b>	<b>1,00</b>	<b>0,99</b>
Moderados	0,51	0,49	0,82	0,81	1,00	0,98
Intensos Exigindo Relocação	1,00	1,00	0,46	0,46	0,59	0,59
<b>Impactos nos Recursos Hídricos (Índ. Composto)</b>	<b>0,25</b>	<b>0,37</b>	<b>0,77</b>	<b>0,72</b>	<b>1,00</b>	<b>0,95</b>
Sobre Bacias Relativamente Preservadas	0,24	0,41	1,00	0,93	0,99	0,92
Sobre Área de Proteção aos Mananciais	0,26	0,26	0,19	0,19	1,00	1,00
<b>Impactos em Áreas de Fragilidade (Índ. Comp.)</b>	<b>0,36</b>	<b>0,20</b>	<b>0,64</b>	<b>0,89</b>	<b>0,75</b>	<b>1,00</b>
Sobre Terrenos com Severa Restrição	0,45	0,25	0,55	0,87	0,68	1,00
Sobre Terrenos Impróprios	-	-	1,00	1,00	1,00	1,00

A análise da **Tabela 3.2.4.6** permite concluir que as alternativas mais impactantes na vegetação são a 2B e 2D, cujo trecho comum documentado da **Ficha de Avaliação de Alternativas de Traçado N° 10** é o de maior criticidade.

A alternativa de menor impacto na vegetação é a Alternativa 1A, sendo mais intenso no sub-trecho documentado nas **Fichas de Avaliação de Alternativas de Traçado N° 02 e N° 03**.

No referente aos impactos no meio antrópico, os índices compostos mais baixos são apresentados pelas Alternativas 1A e 1B, devendo-se registrar, entretanto, que estas alternativas apresentam o maior impacto nos aspectos envolvendo relocação de população.

Com relação aos recursos hídricos, a Alternativa 2C mostra-se como a mais impactante, sendo que a Alternativa 1A é de longe a de menor impacto, principalmente porque o traçado está em grande parte da sua extensão inserido em regiões nas quais os recursos hídricos encontram-se totalmente degradados.

Finalmente, no referente às interferências sobre terrenos impróprios e/ou com severas restrições, a alternativa de maior impacto é a 2D, enquanto que a de menor impacto, representando no índice composto apenas 20% do impacto na Alternativa 2D, é a Alternativa 1B.

Quando se compara, de uma maneira geral, as Alternativas 1A e 1B de um lado, e as Alternativas 2A, 2B, 2C e 2D do outro, verifica-se que o balanço é amplamente favorável às primeiras.

Entre as alternativas do segundo grupo (2A a 2D), a de menor impacto ambiental é a Alternativa 2A

Entre as Alternativas 1A e 1B, verifica-se que as duas apresentam impacto equivalente no meio antrópico. Já em relação à vegetação e à extensão dos percursos sobre bacias relativamente preservadas, o impacto da Alternativa 1A é significativamente menor. Em contrapartida, essa alternativa apresenta um percurso maior inserido em terrenos com severa restrição.

Uma análise mais detalhada da Alternativa 1A permitiu concluir que o trecho de maior criticidade em termos de características do relevo e cobertura vegetal poderá ser transposto em túnel, reduzindo significativamente os impactos nesses dois componentes. Essa possibilidade não é inteiramente viável no caso da Alternativa 1B, tanto em função da sua extensão maior quanto devido às características do relevo.

Por último, o traçado da Alternativa 1A termina em um ponto ideal do ponto de vista de alinhamento com o melhor local identificado para emboque do túnel sob a Serra da Cantareira.

A Alternativa 1B termina em local alinhado com uma diretriz ao norte da Serra da Cantareira. A condução dessa diretriz na direção de algum outro ponto de emboque na face norte da Serra da Cantareira não é inviável, mas representaria um contorno muito grande quando analisado a partir do ponto em que a Alternativa 1B separa-se do traçado comum com a Alternativa 1A (ver **Mapa 3.2.3.1**).

Em função do exposto, conclui-se que a alternativa de traçado de menor impacto ambiental para o Trecho Oeste em pauta, é a Alternativa 1A.

### **3.2.5**

#### **Considerações Referentes à Continuidade do Traçado nos Trechos Sul e Norte do Rodoanel**

Conforme definido no Termo de Referência (Parecer CPRN / DAIA N° 156/97), os estudos de alternativas de traçado para o Trecho Oeste do Rodoanel devem necessariamente considerar as diretrizes de traçado no início dos trechos Norte e Sul do Rodoanel, uma vez que as opções disponíveis para esses trechos, que não fazem parte do objeto de licenciamento em pauta, poderão ser contingenciadas pelo traçado do Trecho Oeste.

Em relação ao Trecho Sul, as principais opções de traçado disponíveis a partir dos pontos de chegada das alternativas analisadas na Seção 3.2.3 na Rodovia Régis Bittencourt (Pontos 4 e 6), encontram-se ilustradas no **Mapa 3.2.5.1**.

Verifica-se, em primeiro lugar, que a região ao sul da Régis Bittencourt apresenta-se relativamente desobstruída, admitindo considerável diversidade de opções de traçado. O primeiro segmento com elevado grau de restrição do Trecho Sul é constituído por um dos braços da Represa Guarapiranga, que além de constituir barreira física natural, encontra-se em processo de urbanização semi-consolidado. As principais opções de transposição desse ponto encontram-se representadas esquematicamente no **Mapa 3.2.5.1**. O traçado do Rodoanel imediatamente ao sul do Trecho Oeste deverá, portanto, interligar os Pontos 4 ou 6 na Régis Bittencourt com os pontos de transposição acima mencionados.

Uma preocupação específica em relação a essas opções, diz respeito a eventuais interferências na várzea do rio Embu-Mirim, que apresenta planície fluvial ampla e bem desenvolvida, cumprindo papel importante ao favorecer a autodepuração das águas na bacia de contribuição da Represa Guarapiranga, assim como contribuir ao amortecimento de ondas de cheia e retenção de sedimentos.

Verifica-se, entretanto, que a opção por uma alternativa de traçado para o Trecho Oeste com interseção no Ponto 4 na Régis Bittencourt (como é o caso da Alternativa 1A selecionada), não implicaria necessariamente em continuidade ao longo da várzea do rio Embu-Mirim. Conforme documentado na Seção 3.2.3 (ver Ponto 7 no Levantamento Fotográfico incluído nessa seção), o traçado a partir do Ponto 4 poderia adotar uma diretriz afastando-se da várzea, tanto à direita quanto à esquerda.

Desta forma, a decisão de acompanhar a várzea do rio Embu-Mirim não estará sendo induzida pelo traçado da Alternativa 1A selecionada para o Trecho Oeste, dependendo exclusivamente das conclusões dos estudos de traçado que venham a ser desenvolvidos como parte do Estudo de Impacto Ambiental que contemple o Trecho Sul.

No que tange ao encontro do Trecho Oeste com o Trecho Norte do Rodoanel, verifica-se que existem somente duas opções teoricamente viáveis para a continuidade do Rodoanel: passagem em túnel sob o Parque Estadual da Serra da Cantareira, ou passagem ao norte dos limites do Parque. As Alternativas 1A, 2B e 2D analisadas na Seção 3.2.4 optavam pela primeira opção, enquanto que as Alternativas 1B, 2A e 2C seguiam a diretriz ao norte do Parque Estadual.

Conforme já mencionado na Seção 3.2.1, estudos preliminares desenvolvidos pela DERSA confirmam a viabilidade técnica e o menor impacto ambiental da passagem em túnel sob a Serra da Cantareira. Essa confirmação, assim como a crescente oposição organizada ao traçado alternativo com percurso ao norte dos limites do Parque Estadual (dentro da região da proposta Reserva da Biosfera do Cinturão Verde de São Paulo), favorecem a opção pelo túnel.

Essa nova diretriz foi um dos fatores considerados na Seção 3.2.4 no processo de seleção da Alternativa 1A, uma vez que essa alternativa apresenta o alinhamento ideal para atingir o ponto de emboque no túnel sob a Serra da Cantareira. Entretanto, é importante registrar que a possibilidade de se contornar a Serra da Cantareira ao norte, a partir do traçado da Alternativa 1A, também é viável após um pequeno percurso em túnel. Desta forma, a decisão sobre o percurso de transposição da Serra da Cantareira permanece, em grande medida, aberta (excetuando unicamente o trecho inicial), e deverá ser tomada em função de estudos ambientais específicos a serem feitos no EIA/RIMA que avalie o Trecho Norte.

### **3.2.6**

#### **Prolongamento do Trecho Oeste ao Norte**

Com a decisão a favor da Alternativa 1A e diretriz de túnel sob o Parque Estadual da Cantareira, tornou-se conveniente redefinir o ponto divisório entre o Trecho Oeste e o Trecho Norte do Rodoanel. De fato, a embocadura do túnel sob a Cantareira situa-se a

somente 3,6 km da interseção com a Rodovia dos Bandeirantes, originalmente definida como limite norte do Trecho Oeste.

Ao mesmo tempo, o acesso previsto a partir da Estrada Velha de Campinas aportará carregamento adicional para o Trecho Oeste, aumentando os benefícios atribuíveis exclusivamente a esse trecho e, portanto, contribuindo para a sua viabilidade ambiental.

Além disso, o modelo institucional / financeiro estabelecido para o Trecho Oeste, definiu a viabilidade de participação da iniciativa privada, ampliando a disponibilidade de recursos e viabilizando a ampliação do trecho.

Em virtude dos aspectos acima, o limite norte do Trecho Oeste foi redefinido nos estudos desenvolvidos a partir de 1997, passando a incorporar o sub-trecho Rodovia dos Bandeirantes - emboque do túnel sob o Parque Estadual da Cantareira.

### **3.2.7**

#### **Variantes do Traçado Selecionado**

Após a seleção do traçado processaram-se, durante o desenvolvimento do Projeto Básico e do presente Estudo de Impacto Ambiental, uma série de análises localizadas de variantes, como decorrência de um processo abrangente de análise crítica e auditoria do traçado sob a ótica ambiental. Essas variantes foram avaliadas comparativamente com a diretriz inicial de traçado da Alternativa 1A selecionada, sendo que, em alguns casos, a diretriz original foi mantida, e em outros optou-se pela variante analisada.

As variantes foram identificadas em trechos críticos do traçado, procurando-se minimizar impactos em áreas ocupadas, fragmentos de mata, e/ou segmentos com topografia desfavorável.

As principais variantes analisadas e a diretriz definitiva adotada em cada caso são descritas a seguir, na seqüência sul a norte, e documentadas em **Levantamento Fotográfico** específico incluído nesta seção.

#### Variante no Ponto de Emboque do Túnel Próximo à Interseção com a Rodovia Régis Bittencourt

O emboque do túnel próximo à interseção com a Rodovia Régis Bittencourt exigirá o reassentamento de uma área de ocupação irregular, afetando aproximadamente 230 habitações. Estudou-se a possibilidade de alterar o local do emboque para evitar essa área de ocupação. Após análise, verificou-se que essa modificação implicaria, além de um aumento de

aproximadamente 200 metros na extensão do túnel, dificuldades no desenho das alças da interseção com a Rodovia Régis Bittencourt.

Para a implantação dessa variante, devido à largura da faixa de domínio, além de questões de segurança no emboque do túnel, ainda seria necessário o reassentamento de população, embora de uma parcela significativamente menor.

Por outro lado, o realinhamento do emboque, e conseqüente redefinição dos ramos da interseção da Rodovia Régis Bittencourt, exigiria a relocação de alguns usos comerciais não afetados no alinhamento original.

Do ponto de vista de balanço de materiais, este passaria a ser mais favorável, reduzindo os volumes de empréstimo necessários no local. Entretanto, existem áreas de empréstimo adequadas em pontos adjacentes, de forma que esse benefício tem importância relativa (ver Seção 4.5).

Em virtude do exposto, optou-se por manter o ponto de emboque previsto na diretriz original de traçado da Alternativa 1A.

#### Afastamento do Traçado do Vale do Córrego Carapicuíba no Sub-Trecho entre as Rodovias Régis Bittencourt e Raposo Tavares

Após o túnel próximo à Rodovia Régis Bittencourt, a diretriz original de traçado da Alternativa 1A percorria o trecho inicial do córrego Carapicuíba, em segmento em que a planície fluvial está ainda relativamente preservada. Neste trecho, em ambas as margens do córrego, existem loteamentos de alto padrão e baixa densidade (Gramado e Pinus Park), além de outros projetos habitacionais em construção, ou já aprovados a serem implantados no local.

Esse traçado implicava, provavelmente, em substituição de solos com a importação de grandes quantidades de material de empréstimo.

A variante estudada, e posteriormente adotada, relocou o traçado para a meia encosta a leste do traçado original. A comparação dos tipos de terreno atravessados pela variante adotada e pela diretriz original é resumida na **Tabela 3.2.7.1** a seguir.

Conforme pode-se observar, o percurso da variante, apesar de ser 200 metros maior, representa redução de 1.600 metros na extensão da interferência sobre a planície fluvial do córrego Carapicuíba, nesse trecho ainda em boas condições de preservação. Outra vantagem é a redução das interferências antrópicas, uma vez que o percurso da variante adotada percorre uma faixa ainda não urbanizada. Finalmente, a variante melhora significativamente o

balanço de materiais do sub-trecho, compensando cortes e aterros e reduzindo em muito a necessidade de áreas de apoio (bota-fora e empréstimo).

Como aspecto negativo, registra-se a necessidade de suprimir porções periféricas dos fragmentos de mata existentes na encosta (ver Levantamento Fotográfico nesta seção). Considerou-se, entretanto, que este impacto encontra-se amplamente compensado pelos benefícios acima descritos.

**Tabela 3.2.7.1**

**Análise Comparativa dos Terrenos Atravessados pela Variante Adotada e pela Diretriz de Traçado Original - Variante do Loteamento Gramado**

ESTACAS	VARIANTE ADOTADA 3800 m			ESTACAS	DIRETRIZ DE TRAÇADO ORIGINAL 3600 m		
	TIPOS DE TERRENO				TIPOS DE TERRENO		
	Pf m	CMT m	MT m		Pf m	CMT m	MT m
2270- 2293			460	2270- 2274			80
2293- 2298	100			2274- 2283	180		
2298- 2342			880	2283- 2312			580
2342- 2390		1160		2312- 2380	1360		
2390- 2393	60			2380- 2405		500	
2393- 2437		880		2405- 2418	260		
2437- 2439	40			2418- 2450			640
2439- 2450		220					
TOTAIS	200	2260	1340	TOTAIS	1800	500	1300

LEGENDA: Pf = Planície fluvial; c = sedimentos coluvionares; MT = morrotes.

NOTA: Ver definições dos tipos de terreno na Seção 5.2.1.2

Seleção entre Locais Alternativos para a Implantação de Acesso em Ponto Intermediário entre as Rodovias Raposo Tavares e Castelo Branco

Durante o processo de ajuste do Projeto Básico, constataram-se dificuldades de projeto para local a interseção da Castelo Branco e da avenida dos Autonomistas. As restrições locais decorrentes da presença de atividades industriais e comerciais, a presença da linha da EMTU, da Lagoa de Carapicuíba, e de obras de arte especiais do próprio Empreendimento integrantes do complexo da interseção com a Rodovia Castelo Branco, tornaram esse acesso impraticável.

O acesso na altura da Avenida dos Autonomistas é importante para os municípios de Osasco e Carapicuíba, que serão significativamente impactados pelo percurso do traçado ao longo das suas divisas, e iriam ficar sem acesso direto ao Empreendimento, podendo acessá-lo



somente através da Interseção com a Raposo Tavares, muito distante dos respectivos centros urbanos.

Face a essa situação, estudou-se o local mais próximo, ao sul da Av. dos Autonomistas para implantação deste acesso.

Duas alternativas foram identificadas: uma na altura do eixo formado pela Avenida Benedito Alves Turíbio (Osasco) / Estrada da Guabiroba (Carapicuíba), e o outro na altura do local denominado Padroeira.

Em ambos casos, foi considerada a construção de vias coletoras paralelas ao Empreendimento, interligando o acesso com a Avenida dos Autonomistas e funcionando como elemento de estruturação da malha urbana existente, canalizando a maior parte dos fluxos induzidos. Entretanto, algum carregamento em outros eixos viários locais também será induzido, principalmente nos próprios eixos transversais ao Empreendimento, a partir dos quais dar-se-á o acesso.

As principais características dos locais dessas duas alternativas de acesso podem ser verificadas no Levantamento Fotográfico integrante desta seção, e nas imagens obtidas a partir de sobrevôo de helicóptero realizado em agosto de 1997 (ver Levantamento Aerofotográfico de Baixa Altitude, no Volume V).

Os pontos a favor da alternativa Benedito Alves Turíbio são principalmente:

- Maior proximidade com relação à Avenida dos Autonomistas;
- Maior compatibilidade com as diretrizes viárias municipais (Osasco), que definem a Avenida Turíbio como uma coletora local importante;

Os principais pontos contra a alternativa Benedito Alves Turíbio são:

- Impactos de desapropriação e relocação de população;
- Severas restrições à futura ampliação do eixo transversal ao Rodoanel no ponto de acesso, especialmente no trecho em Carapicuíba, que se apresenta estreito e com construção adensada em lotes adjacentes, sem recuo frontal.

Com relação à alternativa Padroeira, a distância até a Avenida dos Autonomistas será um pouco maior. Registra-se também do lado negativo, os impactos no fragmento florestal remanescente no local, que deverá ser suprimido em aproximadamente 33 % da sua extensão.

Do lado positivo, verifica-se que esta alternativa não exige a relocação de edificações existentes, contando com espaço maior para o desenvolvimento adequado dos ramos planejados. Ao mesmo tempo, os seus impactos no carregamento do tráfego do entorno

serão mais controlados, já que não existe no local um eixo transversal já implantado, de forma que os fluxos induzidos se concentrarão de forma quase exclusiva nas vias coletoras paralelas. Por último, as possibilidades de implantação futura de um eixo viário transversal com capacidade e padrão adequado são mais favoráveis nesse local.

Em virtude do exposto, optou-se pela implantação do trevo de acesso na altura da Padroeira.

#### Variantes na Região das Fazendas Itayhê e Paiva Ramos, Próximo à Interseção com a Rodovia Anhanguera:

O segmento entre o assentamento irregular denominado Colinas do Portal e o loteamento Parque Imperial, no limite entre os municípios de Barueri e Osasco, e a interseção com a Rodovia Anhanguera é, do ponto de vista ambiental, um dos mais críticos da alternativa de traçado selecionada, tendo sido objeto de um extenso estudo de variantes. Registravam-se nesse local, na diretriz de traçado original da Alternativa 1A, impactos significativos de reassentamento populacional, cortes e aterros de grande profundidade e altura e impactos relativamente intensos no fragmento de mata da Fazenda Paiva Ramos, que tem relação de continuidade com a mata da Fazenda Itayhê ao norte do traçado, e constitui um dos remanescentes florestais mais significativos da Área de Influência do Empreendimento.

Essa diretriz de traçado original incluía dois túneis: o primeiro, de menor extensão (aproximadamente 120 metros), sob o espigão ocupado pelo assentamento irregular, não evitava a necessidade de reassentar pelo menos 700 famílias. O segundo, com aproximadamente 750 metros, não evitava um percurso de aproximadamente 1.300 metros dentro de áreas de mata preservada antes do emboque do túnel.

As variantes analisadas para o segmento visavam, em todos os casos:

- Aumentar a extensão dos percursos em túnel, reduzindo os impactos nas matas preservadas e no setor do assentamento irregular;
- Evitar os relevos mais acidentados no percurso entre os dois túneis, reduzindo os volumes de corte e, conseqüentemente, as demandas por áreas de bota-fora pouco disponíveis no entorno.

A variante de traçado finalmente adotada apresenta extensão 280 metros inferior à da diretriz de traçado original. Entretanto, os trechos em túnel serão mais extensos, passando de 120 metros para 600 metros no caso do túnel sob o assentamento irregular, e de 750 metros para 1700 metros no sub-trecho sob a mata da Fazenda Paiva Ramos.

As características e restrições dos tipos de terreno atravessados nos dois casos são aproximadamente equivalentes como resumido na **Tabela 3.2.7.2** apresentada a seguir.

Entretanto, as diferenças de impacto com relação a outros parâmetros de avaliação ambiental são muito significativas.

**Tabela 3.2.7.2****Análise Comparativa dos Terrenos Atravessados pela Variante Adotada e pela Diretriz de Traçado Original - Variante do Loteamento Gramado**

	VARIANTE ADOTADA 6680 m					DIRETRIZ DE TRAÇADO ORIGINAL 6960 m			
ESTACAS	TIPOS DE TERRENO				ESTACAS	TIPOS DE TERRENO			
	Pf m	C m	MT m	MMH m		Pf m	C m	MT m	MMH m
3100- 3115			300		3100- 3123			460	
3115- 3215				2000	3123- 3132				180
3215- 3222		140			3132- 3138		120		
3222- 3307				1700	3138- 3202				1280
3307- 3318			220		3202- 3208		120		
3318- 3322		80			3208- 3236				560
3322- 3338			320		3236- 3242		120		
3338- 3344	120				3242- 3249				140
3344- 3350			120		3249- 3251		40		
3350- 3354	80				3251- 3295				880
3354- 3364			200		3295- 3300		100		
3364- 3368		80			3300-3321				420
3368- 3381			260		3321-3325	80			
3381- 3383	40				3325-3336				220
3383- 3434			1020		3336- 3356			400	
					3356- 3358	40			
					3358- 3374			320	
					3374- 3376	40			
					3376- 3395			380	
					3395- 3398	60			
					3398- 3448			1000	
TOTAIS	240	300	2440	3700	TOTAIS	220	500	2560	3680

**LEGENDA:** Pf = Planície fluvial; c = sedimentos coluvionares; MT = morrotes; MMH = Morros e Montanhas.

**NOTA:** Ver definições dos tipos de terreno na Seção 5.2.1.2

O reassentamento de população passa a se tornar desnecessário, exceto na crista do espigão que ele ocupa, onde a remoção da população nas áreas próximas aos emboques precisará ser feita. Cabe registrar, entretanto, que isso não implica na permanência da população em áreas de preservação permanente (mais de 45° ou 100% de declividade), conforme medida compensatória integrante dos Programas Ambientais propostos na Seção 6.6.

Por outro lado, os impactos sobre o fragmento florestal de grande extensão que ocupa a maior parte do setor, reduzem-se a uma faixa de somente 150 metros lineares, o que representa um ganho significativo com relação à diretriz original de traçado.

Os volumes de movimentação de terra também são menores na variante adotada, principalmente como decorrência do aumento do percurso em túnel, mas continuam a ser significativos (mais de 500.000 m<sup>3</sup> de excedentes de corte), e deverão gerar impactos consideráveis nas áreas de bota-fora (ver Seção 4.5), principalmente para o material de 3ª categoria a ser removido do túnel maior.

Depreende-se do exposto, que a variante adotada representa um ganho ambiental significativo com relação à diretriz original de traçado da Alternativa 1A selecionada.

#### Variantes no Sub-Trecho de Aproximação ao Emboque do Túnel sob o Parque Estadual da Serra da Cantareira

No sub-trecho entre a Rodovia dos Bandeirantes e a Estrada Velha de Campinas, o traçado original da Alternativa 1A tinha percurso na meia encosta de uma região de morrotes, impactando diretamente diversas nascentes e exigindo cortes razoavelmente profundos em material predominantemente de 3ª categoria.

A variante proposta e finalmente adotada atravessa a região em ponto mais elevado inserido no terço superior dos morrotes. Nesse local o relevo se apresenta menos íngreme e exige cortes menos profundos. Complementarmente, esse traçado situa-se a montante das nascentes localizadas na meia encosta, e deverá impactá-las de forma menos intensa que a diretriz de traçado original.

A **Tabela 3.2.7.3** apresentada a seguir resume as informações sobre tipos de terreno atravessados pela variante adotada e pelo diretriz original da Alternativa 1A.

#### **Tabela 3.2.7.3**

#### **Análise Comparativa dos Terrenos Atravessados pela Variante Adotada e pela Diretriz de Traçado Original - Variante do Loteamento Gramado**

ESTACAS	VARIANTE ADOTADA 2300 m			ESTACAS	DIRETRIZ DE TRAÇADO ORIGINAL 2400 m		
	TIPOS DE TERRENO				TIPOS DE TERRENO		
	Pf m	C m	MT m		Pf m	C m	MT m
3480- 3507			540	3500- 3522			440
3507- 3510	60			3522- 3530	160		
3510- 3535			500	3530- 3556			520
3535-3537		40		3556-3558		40	
3537-3595			1160	3558-3607			980
				3607-3612		100	
				3612- 3620			160

TOTAIS	60	40	2200	TOTAIS	160	140	2100
--------	----	----	------	--------	-----	-----	------

**LEGENDA:** Pf = Planície fluvial; c = sedimentos coluvionares; MT = morrotes.

**NOTA:** Ver definições dos tipos de terreno na Seção 5.2.1.2

## 4.0

### Caracterização do Empreendimento

O atual traçado e configuração do Empreendimento, após a incorporação de todas as variantes e modificações principais descritas na Seção 3.2.7, é apresentado no Projeto Básico (plantas e perfil altimétrico), na escala 1: 5.000, incluído no **Anexo 1 (Volume VI)**. No presente capítulo, são descritas as principais características técnicas do Empreendimento, as condicionantes logísticas à sua execução, os procedimentos executivos, o cronograma de implantação e o respectivo orçamento geral.

## 4.1

### Padrão Viário e Capacidade

O pleno atendimento das funções previstas para o Empreendimento exige uma obra com padrão rodoviário, pistas separadas, acesso controlado, e velocidade diretriz desejável de 100 km/h (podendo-se admitir velocidades inferiores em trechos críticos), enquadrando-se, portanto, como rodovia classe “0” ou “IA” de acordo com a classificação do DNER. Todos os acessos contarão com dispositivos de arrecadação de pedágio, devendo-se registrar que o regime tarifário será estabelecido com base em diretrizes de gerenciamento do tráfego metropolitano, de forma a não desincentivar o uso do Empreendimento.

A partir dos estudos de tráfego e das características geométricas do traçado, foram definidos cinco sub-trechos:

- sub-trecho Régis Bittencourt / Raposo Tavares, com uma extensão de 5,9 km;
- sub-trecho Raposo Tavares / Castelo Branco, com uma extensão de 9,9 km;
- sub-trecho Castelo Branco / Anhanguera, com uma extensão de 7,4 km;
- sub-trecho Anhanguera / Bandeirantes, com uma extensão de 3,5 km;
- sub-trecho Bandeirantes / Perus, com uma extensão de 3,6 km.

À extensão total desses cinco sub-trechos (30,3 km), devem-se somar 700 metros de percurso a partir das duas interseções dos extremos, perfazendo uma extensão total de 31,7 km para o Trecho Oeste em pauta.

Os estudos de tráfego demonstraram a necessidade de quatro faixas de tráfego em cada sentido, correspondendo a uma capacidade viária teórica de 7.200 veículos / equivalentes por sentido nos cinco sub-trechos.

Cabe ressaltar que o dimensionamento do Empreendimento baseou-se no nível de carregamento previsto para o trecho com o Rodoanel implantado de forma integral.

## 4.2

### **Características Técnicas do Empreendimento**

Devido às suas características de via expressa bloqueada, com pistas separadas e controle de acessos, os usuários somente poderão entrar no Empreendimento em interseções especialmente projetadas para este fim, integradas às rodovias troncais e ao sistema viário principal, e providas de dispositivos para arrecadação de pedágio.

O projeto contempla transposições transversais (superiores ou inferiores) de vias locais, cuja continuidade é importante para a funcionalidade da estrutura urbana atual e/ou futura do entorno, e a implantação seletiva de vias coletoras, onde as mesmas se fizerem necessárias, para atender movimentações locais e viagens de curta distância, assim como de acessos aos municípios onde as características atuais não se apresentarem satisfatórias.

Tanto o traçado quanto o espaçamento das interseções deverão funcionar como instrumento de direcionamento da ocupação das regiões beneficiadas, com melhoria no padrão de acessibilidade.

A seguir, são definidas as principais características técnicas de todos os componentes que integram o Empreendimento e os critérios de projeto a serem adotados na fase de detalhamento do Projeto Executivo.

#### **Geometria do Traçado**

Na **Tabela 4.2.1** apresentada a seguir, estão sintetizados os principais parâmetros geométricos adotados para o ajuste do traçado.

Esses parâmetros, no que tange à super elevação, raios mínimos, larguras das faixas, dos acostamentos e canteiros centrais, rampas máximas e mínimas, gabaritos verticais e inclinação de taludes, tanto para a via principal como para as interconexões, interseções e vias coletoras, são compatíveis com uma rodovia de segurança máxima e índice de acidentes próximo do mínimo estatístico atingível em Empreendimentos equivalentes.



**Tabela 4.2.1**  
**Parâmetros Básicos do Projeto Geométrico**

CLASSIFIC.	VELOC. PROJETO (Km/h)	RAIO MÍNIMO (m)	GREIDES (%)			SUPER ELEV. MÁX. (%)	LARG. FAIXA (m)	LARGURA ACOSTAMENT O (m)		GABARITO VERTICAL (m)		LARGURA CANTEIRO CENTRAL (m)
			MÁXIMO		MÍN.			INT.	EXT.	FERR. RODOVI A		
			OND.	MONT.	---							
PISTAS PRINCIPAIS	100	375	4,0	5,0	0,5	8	3,60	1,00	3,00	7,50	5,50	11
	90	298	4,5	5,0	0,5	8	3,60	1,00	3,00	7,50	5,50	11
	80	298	5,0	6,0	0,5	8	3,60	1,00	3,00	7,50	5,50	11
RAMOS (**)	80	126	5,0	6,0	0,5	10	3,50	0,50	1,50	7,50	5,50	-
	70	95	6,0	6,0	0,5	10	6,50	0,50	1,50	7,50	5,50	-
	65	80	6,0	6,0	0,5	10	6,50	0,50	1,50	7,50	5,50	-
COLETORAS	50	140	7,0	7,0	0,5	-	3,50	-	-	7,50	5,50	-

(\*) O número de faixas será definido em função dos volumes de tráfego.

(\*\*) Velocidades de projeto menores que as indicadas deverão ser aprovadas pela DERSA.

As seções tipo decorrentes da aplicação dos parâmetros indicados na **Tabela 4.2.1** são representadas para as pistas principais e ramos de interseções com uma e duas faixas de rolamento, túneis e obras de arte especiais, nas **Figuras 4.2.1 e 4.2.2** incluídas a seguir.

### Interseções

No total, o Empreendimento inclui sete interseções, elencadas a seguir:

- Interseção com a Rodovia Régis Bittencourt;
- Interseção com a Rodovia Raposo Tavares;
- Interseção Padroeira;
- Interseção com a Rodovia Castelo Branco;
- Interseção com a Rodovia Anhanguera;
- Interseção com a Rodovia dos Bandeirantes;
- Interseção com a Estrada Velha de Campinas.

As principais características de cada uma são, resumidamente, descritas a seguir:

#### Interseção Régis Bittencourt:

A interseção deverá ser implantada na altura do km 278, em uma região de uso misto, onde predominam residências de baixo padrão e algumas indústrias, no município de Embu.

O maior volume de veículos entre os diferentes ramos de interconexão nesta interseção ocorre entre o setor norte do Empreendimento como origem e a Rodovia Régis Bittencourt, no sentido interior, como destino. Esta mesma articulação, e o seu sentido inverso, apresentam as maiores participações percentuais de veículos pesados em seus fluxos: 55% e 64% respectivamente.

A interseção será executada em dois estágios: a primeira compreende o Empreendimento, tendo início na Régis Bittencourt, sem a sua continuação, e o segundo, com a interseção ampliada, atendendo a continuação para o sentido sul. Essas duas etapas são parte integrante do objeto de licenciamento do presente EIA.

No primeiro estágio, dadas às características geométricas locais da Rodovia Régis Bittencourt e a forma como o Empreendimento intercepta a mesma, a interseção prevê extensos ramos direcionais, a maioria abrigando duas faixas de tráfego. É prevista a construção de cinco viadutos.

Dois dos viadutos farão a transposição da Régis Bittencourt, ligando a Estrada de Itapeperica à Av. Rotary no município de Embu, fazendo parte de uma interseção separada do Empreendimento. Esta interseção, constituída por esses viadutos e suas alças, passa a ser um novo acesso ao centro de Embu, resolvendo definitivamente a ligação entre os dois lados da Régis Bittencourt nesse local, atualmente feita de forma limitada.

Nesta fase, as obras contemplam a implantação de vias coletoras dos dois lados da Régis Bittencourt, necessárias à funcionalidade proposta pelo projeto.

Em um segundo estágio, quando o Empreendimento prosseguir ao sul, haverá a necessidade de construção de mais viadutos, sendo os dois mais importantes os que farão a passagem do Empreendimento sobre a Régis Bittencourt, com a inclusão de novas alças e ramos.

#### Interseção Raposo Tavares:

O maior volume de veículos entre os diferentes ramos de interconexão nesta interseção ocorre entre o setor norte do Empreendimento, como origem, e a Rodovia Raposo Tavares, sentido capital, como destino.

O fluxo de maior percentual de veículos pesados, 37%, vêm da Rodovia Raposo Tavares e tem como destino o setor sul do Empreendimento.

A interseção proposta será implantada na altura do km 20,5 da Rodovia Raposo Tavares, sendo que o Empreendimento passará sobre esta rodovia. O local escolhido favorece este partido. Seus ramos foram devidamente projetados para evitar ao máximo as desapropriações de grande monta. Entretanto, algumas construções precisarão ser removidas.

A interseção permite todos os movimentos com origem e/ou destino no Empreendimento, através de ramos projetados de maneira a minimizar ao máximo, ou praticamente eliminar, os conflitos existentes.

É parte da interseção o dispositivo existente a 400 metros a leste do traçado, constituído de uma passagem superior a Rodovia Raposo Tavares, e respectivas alças. Seus ramos e alças atuais sofrerão relocações, ou deixarão de existir, dando lugar a um novo desenho, diferente do atual, mas que preserva todos os movimentos existentes, além de possibilitar novos.

Outro dispositivo necessário, que fará parte do complexo da interseção na Raposo Tavares, será uma nova passagem superior, localizada 1.300 metros a leste do traçado, que garantirá alguns movimentos de tráfego que, de outra maneira, seriam interrompidos pela obra. Para isso, interligadas a esses dispositivos, serão criadas vias coletoras paralelas à Raposo Tavares, possibilitando a realização dos movimentos citados.

Ramos e alças foram projetadas com uma a duas faixas de tráfego, de forma compatível com as condições do tráfego previsto para um nível de serviço “D” para o ano 2020, e com as condições de rampa e o percentual de caminhões previsto.

### Interseção Padroeira

Localizada em um ponto intermediário entre as rodovias Raposo Tavares e Castelo Branco, esta interseção torna-se necessária em virtude da impossibilidade de ser implantada uma interseção no cruzamento com a Avenida dos Autonomistas. A distância de 10,1 km entre as duas rodovias supracitadas é excessiva, tendo em vista que a área a ser percorrida entre elas encontra-se bastante adensada, sendo importante geradora de tráfego. Para viabilizar a melhor adequação do sistema viário do entorno às demandas de tráfego a serem geradas, são previstas avenidas coletoras que poderão integrar-se de forma capilarizada à malha existente.

Nesta interseção destaca-se o fluxo com origem no setor sul do Empreendimento e destino para a Estrada da Padroeira, sentido capital. Este ramo apresenta, também, o maior percentual de veículos pesados (48%).

A interseção é projetada em dois níveis. Os veículos que atravessam os municípios de Carapicuíba e Osasco o farão através de um viaduto de aproximadamente 70 metros de extensão sobre o Empreendimento.

A interseção instalar-se-á em um terreno ainda desocupado, o que possibilita a implantação do dispositivo com características urbanas, permitindo todos os movimentos de tráfego através de ramos e alças que ligam-se ao sistema viário existente. Uma sinalização eficiente deverá ser implantada nesta interseção para administrar os futuros conflitos que poderão surgir.

A continuidade do tráfego de veículos entre os municípios de Carapicuíba e Osasco será reforçada, complementando-se, com esta interseção, o fluxo transversal que atualmente é feito na Avenida Benedito Alves Turíbio, próximo à Padroeira.

Em ambos os lados do Empreendimento, entre essa interseção e a Avenida dos Autonomistas, aonde não existirem, serão acrescidas ao sistema viário local vias coletoras, facilitando a circulação de veículos entre os dois municípios.

#### Interseção Castelo Branco

O maior volume de veículos entre os diferentes ramos desta interseção ocorre no ramo procedente da capital, pela Rodovia Castelo Branco (origem) e com destino ao setor sul do Empreendimento. Os percentuais de participação de veículos pesados nas articulações entre esta rodovia e o Empreendimento são bastante equilibrados e não superam 26%.

Esta é a interseção que, pelas suas características topográficas e de ocupação do solo, desenvolve uma geometria onde os seus elementos constituintes mais se distanciam entre si, em busca dos espaços vazios mais propícios aos seus traçados. Por esta razão, seus ramos são extensos e separados uns dos outros, mas permitem todos os movimentos de tráfego.

O Empreendimento passa sob a rodovia Castelo Branco no km 20.5 em local ainda sem ocupação, vizinho à Petrobrás. Antes de atingir a rodovia Castelo Branco, atravessa a lagoa de Carapicuíba e o rio Tietê, em uma única obra composta de duas pontes, com uma extensão aproximada de 500 metros cada uma. Para cruzar a Avenida dos Autonomistas e a linha da CPTM, em trecho anterior, também serão construídos dois viadutos paralelos, com uma extensão aproximada de 220 metros cada um.

A travessia sobre o rio Tietê ocorre, mais uma vez, pelo ramo que serve aos veículos que destinam-se à Castelo Branco no sentido Régis Bittencourt - interior, e dos que vêm de São Paulo pela Castelo Branco e destinam-se à Régis Bittencourt.

São previstos, também, três outros viadutos sobre a Castelo Branco, sendo um pertencente ao ramo que serve aos veículos que saem do Empreendimento vindos do sul com destino ao interior, e outros dois paralelos, situados nos ramos dos veículos com sentido capital-sul e vice-versa.

Todos os ramos possuem de uma a três faixas de tráfego, tendo em vista os volumes de tráfego previstos para esta interseção.

O projeto prevê a utilização das vias marginais a serem implantadas na rodovia Castelo Branco, conforme projeto já licenciado na Secretaria do Meio Ambiente, que se estende entre o “Cebolão” e Alphaville. Através destas vias dar-se-á a ligação dos ramos da interseção.

#### Interseção Anhanguera:

O maior volume de veículos entre os diferentes ramos desta interseção tem origem no setor sul do Empreendimento e destina-se ao interior pela Rodovia Anhangüera. Este fluxo, e o seu inverso, constituem, também, os de maior participação percentual de veículos pesados, 35% e 39%, respectivamente.

O Empreendimento atravessa a rodovia Anhangüera em dois viadutos, na altura do km 21.5, logo após atravessar um túnel de 1700 metros. Dadas as características topográficas favoráveis da região, da ocupação do solo ainda relativamente pouco densa e da quase perpendicularidade entre o traçado do Empreendimento e a rodovia, a interseção apresenta um traçado com ramos e alças mais agregados.

Da mesma forma que as interseções anteriores, todos os movimentos de tráfego são resolvidos através de ramos com características geométricas confortáveis, obedecendo às características técnicas adotadas e anteriormente mostradas. Atendem às demandas previstas para o ano de 2020, para um nível de serviço “D”. Neste caso os ramos possuem de uma a duas faixas de tráfego.

Em virtude de sua importância na malha rodoviária, esta interseção possibilita também a operação interligada com a Rodovia dos Bandeirantes, permitindo que os fluxos de uma das rodovias possam ser canalizados para a outra por questões operacionais.

#### Interseção Bandeirantes:

Esta interseção localiza-se na altura do km 24 da Rodovia dos Bandeirantes, imediatamente ao sul do aterro sanitário municipal.

O maior volume de veículos entre os diferentes ramos de interconexão nesta interseção procede do interior pela Rodovia dos Bandeirantes e destina-se ao setor sul do Empreendimento.

A maior participação percentual de veículos pesados entre os fluxos que se articulam nesta interseção, corresponde àquele que procede do setor sul do Empreendimento e destina-se ao interior pela Rodovia dos Bandeirantes.

Esta interseção apresenta configuração e funcionalidade semelhante à da Rodovia Anhangüera, e conta, também, com uma área relativamente pouco densa para se desenvolver.

Da mesma forma que as interseções anteriores, todos os movimentos de tráfego são conduzidos por ramos com características geométricas de acordo com as características técnicas anteriormente adotadas, de forma a atender às demandas previstas sem conflitos ou entrelaçamentos. Os ramos propostos possuem de uma a duas faixas de tráfego e, para garantir a funcionalidade, serão necessárias mais quatro obras de arte especiais, além dos dois viadutos citados.

#### Interseção Perus (Estrada Velha de Campinas):

Esta interseção dá-se sobre a Estrada Velha São Paulo - Campinas, em ponto próximo a Perus, no extremo norte da cidade de São Paulo. Essa estrada é, hoje, o principal eixo de acesso ao bairro, e serve também aos municípios de Caieiras e Franco da Rocha.

O maior volume de veículos entre os diferentes ramos de interconexão nesta interseção ocorre entre o setor sul do Empreendimento como origem e a Estrada de Perus - sentido capital, como destino.

As maiores participações percentuais de veículos pesados nesta interseção ocorrem no ramo que tem origem no setor norte do Empreendimento e destino na Estrada de Perus, sentido capital, assim como no ramo de sentido inverso, com 56% e 60%, respectivamente.

A interseção será executada em dois estágios, sendo que ambos fazem parte integrantes do objeto de licenciamento do presente EIA.

No primeiro estágio, o término do Trecho Oeste do Rodoanel ocorre exatamente nesta interseção. Neste caso, será necessária a duplicação e retificação localizada da Estrada Velha de Campinas na área da interseção, além da construção de dois viadutos. O Empreendimento passará sob a Estrada Velha de Campinas, tirando melhor proveito da topografia local. A interseção será composta por estes dois viadutos e um conjunto de alças e ramos que permitem todos os movimentos necessários ao tráfego.

O segundo estágio prevê a continuação do Rodoanel em direção ao Norte (Serra da Cantareira). A interseção necessitará nesse estágio da construção de dois outros viadutos, assim como a retificação e criação de novas alças.

### **Vias Coletoras Locais**

A implantação de avenidas coletoras é prevista como parte integrante do Empreendimento, quando conveniente para segregar fluxos de curto percurso, para aportar continuidade a tecidos urbanos descontínuos adjacentes à faixa de domínio, ou para adequar as condições nas interseções com vias radiais, de forma que os ramos de interligação com essas vias se iniciem e terminem em vias coletoras, sem interferir com o trânsito expresso.

As vias coletoras locais serão implantadas em três pontos:

- Ao longo de todo o percurso entre a interseção Padroeira e o cruzamento com a Avenida dos Autonomistas (em ambas as margens);
- Na interseção Régis Bittencourt, com traçado paralelo à própria rodovia;
- Na interseção Raposo Tavares, ao longo da própria rodovia.

As marginais da Castelo Branco, previstas no projeto da respectiva interseção, não fazem parte integrante do Empreendimento em pauta, e deverão ser implantadas pela futura concessionária do sistema Raposo Tavares / Castelo Branco.

### **Obras de Arte Especiais**

As obras de arte especiais previstas como parte integrante do Empreendimento podem ser classificadas em cinco tipos distintos, como segue:

#### Passagens Superiores (PS):

São as obras de arte (viadutos) que passam sobre as pistas principais do Empreendimento.

Passagens Inferiores (PI):

São compostas pelas obras de arte (viadutos) que pertencem às pistas do Empreendimento e que transpõem ruas ou avenidas que não podem ser interrompidos.

Pontes sobre Cursos d'Água:

As únicas pontes previstas no Empreendimento são aquelas sobre a Lagoa de Carapicuíba e sobre o rio Tietê, em local próximo à interseção com a Rodovia Castelo Branco. O vão sobre o rio Tietê conta com gabarito para navegação de acordo com as exigências do DAEE.

Passagens de Veículos (PV):

São travessias sob a pista principal, destinadas a permitir o acesso a propriedades seccionadas pelo Empreendimento.

Passarelas de Pedestres:

São travessias elevadas da faixa de domínio destinadas exclusivamente à passagem de pedestres e/ou bicicletas.

Na **Tabela 4.2.2** apresenta-se a lista de obras de arte especiais previstas ou em análise para cada um dos cinco sub-trechos do Empreendimento e para as sete interseções.

Deve-se ressaltar que essa listagem não inclui passarelas, cuja localização exata ao longo do traçado encontra-se ainda em fase de análise e discussão com as prefeituras locais.

Deve-se registrar, também, que no caso específico das obras de arte previstas na altura da estaca 3475 (entre as rodovias Anhanguera e dos Bandeirantes), o projeto adequou-se às diretrizes definidas para implantação de um corredor de fauna, conforme medida mitigadora proposta na Seção 6.6.

Como regra geral, as obras de arte especiais previstas como parte integrante do Empreendimento garantem que todos os cruzamentos transversais pré-existentes serão mantidos, prevendo-se, inclusive, alguns cruzamentos adicionais em pontos que coincidem com as diretrizes viárias definidas pelas prefeituras adjacentes.



**Tabela 4.2.2**  
**Localização, Quantidade e Extensão Estimada das Obras de Arte Especiais por Sub-Trecho**

Sub Trecho	Denominação, Situação, Localização	Quantidade de Obras	Extensão Estimada (m)
Interseção Régis-Bittencourt	Interseção Rotary - Estrada do Itapecerica	2	100
	Interseção Régis Bittencourt (PI)	2	220
	PI na estaca 2205	2	50
	PI alça de acesso do RODOANEL	1	90
	PI alça de acesso à Régis 1	1	90
	PI alça de acesso à Régis 2	1	90
	PI na estaca 2150	2	50
Régis - Raposo	PI na estaca 2230	2	50
	PS na estaca 2336	1	80
	PV na estaca 2358	2	-
	PI na estaca 2390	2	50
Interseção Raposo Tavares	Interseção Raposo Tavares (PI)	2	120
	PI na alça de acesso à Raposo 1	1	80
	PI na alça de acesso à Raposo 2	1	80
Raposo - Castelo	PS na estaca 2500 (estrada Velha de Cotia)	1	80
	PI na estaca 2535	2	50
	PI na estaca 2595	2	50
	PS na estaca 2695 - Interseção Padroeira	2	50
	PI na estaca 2730	2	50
	PI na estaca 2865 ( Av.dos Autonomistas)	2	200
	PI na estaca 2880	2	60
Interseção Castelo Branco	PI na estaca 2925 (Rio Tietê)	2	460
	Interseção Castelo Branco (PS)	4	80
	Ponte Tietê (RODOANEL - Castelo - SP)	2	200
	Alça RODOANEL - Castelo - Interior	2	140
	PS alça sobre a Castelo	1	180
Castelo - Anhangüera	PS na estaca 2983	1	80
	PS na estaca 2997	1	80
	PS na estaca 3020	1	120
	PS na estaca 3023 (PETROBRÁS)	1	20
Interseção Anhangüera	Interseção Anhangüera (PI)	2	170
	Interseção Anhangüera (alça)	1	90
	Interseção Anhangüera (alça)	1	90
Anhangüera - Bandeirantes	PI na estaca 3450	2	50
	PI na estaca 3475	2	80
	PI na marginal próxima a 3475	1	30
Interseção Bandeirantes	Interseção Bandeirantes (PI)	9	150
	PI na estaca 3510	2	50
	PS interior - Bandeirantes (alça)	1	110
	PI alça Bandeirantes - Int. - RODOANEL	1	50
	PI alça RODOANEL - Bandeirantes - Int.	1	70
	PI alça RODOANEL - Bandeirantes - S.P.	1	110

Sub Trecho	Denominação, Situação, Localização	Quantidade de Obras	Extensão Estimada (m)
Bandeirantes - Perus	PS na estaca 3525	1	80
	PI na estaca 3615 (Linha da CBTU)	2	80
	PI na estaca 3620	2	50
Interseção Perus	Interseção Perus (PI)	2	90
	PS Estrada Velha de Campinas	2	50
	alça RODOANEL - Perus	1	40
	PI na estaca 3692	2	70

## Túneis

São previstos seis túneis no Trecho Oeste do Rodoanel, que são:

- Dois túneis paralelos (T1), um para cada sentido de tráfego, próximo à interseção da rodovia Régis Bittencourt, com início na estaca 2240+0,000, em uma extensão de 600 metros cada um, com uma rampa ascendente de 1,67%, desenvolvido parte em tangente e parte em curva de raio de 1200 metros.
- Dois túneis paralelos (T2/3), um para cada sentido de tráfego, situados no limite entre Osasco e Barueri, com percurso sob um assentamento denominado..... (Osasco), com início na estaca 2240+0,000, em uma extensão de 600 metros cada um, com uma rampa ascendente de 3,69% desenvolvido em curva de raio de 2300 metros.
- Dois túneis paralelos (T/4), um para cada sentido de tráfego, com início na estaca 3222+10,000, no segmento Castelo Branco-Anhangüera, próximo à interseção com a Rodovia Anhangüera, com extensão total de 1.700 metros, com uma rampa descendente de 2,51%, desenvolvido grande parte em tangente e, no seu final, em curva de raio de 1.000 metros.

Em todos os trechos em túnel, o Empreendimento terá quatro faixas por sentido com largura de 3,60 metros cada uma, perfazendo uma seção típica com área total de 160 m<sup>2</sup> (ver **Figura 4.2.2**).

## Terraplenagem

O projeto de terraplenagem está sendo desenvolvido procurando maximizar as possibilidades de compensação de cortes e aterros dentro da própria faixa de domínio, de forma a minimizar a demanda por áreas de apoio (área de bota-fora e empréstimos). Para tanto, foram

efetuados ajustes locais no alinhamento horizontal do traçado, e analisadas todas as opções de alinhamento vertical por sub-trecho.

Como diretriz geral, procurou-se reduzir a profundidade de cortes e altura de aterros, ajustando, quando conveniente e viável, a inclinação de taludes e saias de forma a equilibrar o balanço de materiais. Pelas razões logísticas expostas na Seção 4.3, essa preocupação com o balanceamento foi posta em prática a nível da cada sub-trecho de forma independente.

A inclinação padrão adotada para taludes de corte foi de 1:1, e no caso das saias de aterro ela foi de 1:1,5. Em todos os casos de cortes e aterros, foram previstas bermas de alívio com largura de 4 metros, a intervalos de 8 metros. Apesar disso, taludes mais íngremes e/ou bermas de alívio mais estreitas poderão ser estudadas em situações críticas em que isto seja conveniente para minimizar impactos em vegetação ou em uso do solo adjacente, desde que as condicionantes geotécnicas permitam.

Os cortes mais profundos ao longo do traçado verificam-se na região situada entre os dois últimos túneis em Barueri, estacas 3130 a 3220, e atingem a profundidade máxima de 40 metros.

A maior altura de aterro também é da ordem dos 40 metros, acontecendo de maneira dispersa em poucos locais ao longo do trecho.

## **Pavimento**

Com base nos estudos de tráfego e nas características do Empreendimento foram definidas as seguintes seções tipo de pavimento:

### a) Pistas do Rodoanel :

- Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ)	15 cm
- Brita Graduada Simples (BGS)	12 cm
- Brita Graduada Tratada com Cimento (BGTC)	17 cm
- Reforço do Subleito	30 cm

### b) Pistas do Rodoanel em regiões de Quaternário ( Pavimento Alternativo)

- Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ)	15 cm
- Brita Graduada Simples (BGS)	12 cm
- Rachão	40 cm
- Aterro consolidado ou em fase de consolidação	-

## c) Vias Coletoras e Ramos.

- Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ)	8 cm
- Brita Graduada Simples (BGS)	12 cm
- Brita Graduada Tratada com Cimento (BGTC)	17 cm
- Reforço do Subleito	30 cm

## d) Praças de Pedágio (Pavimento de Concreto).

- Concreto Cimento Portland	23 cm
- Concreto Rolado	10 cm
- Camada de Material Granular (Brita)	váriavel

## e) Túneis

- Concreto de Cimento Portland	23 cm
- Brita Graduada Tratada com Cimento (BGTC)	10 cm
- Brita Graduada Simples (BGS)	váriavel
- Areia (Tunel em Rocha)	váriavel

## f) Obras de Arte ( Pavimento de Concreto )

- Concreto de Cimento Portland	10 cm
--------------------------------	-------

**Drenagem**

O sistema de drenagem do Empreendimento foi projetado para:

- Interceptar e captar as águas que chegam ou precipitam-se sobre o corpo estradal, conduzindo-as a um local de deságüe seguro;
- Disciplinar o fluxo de água de um lado para outro do corpo estradal, ao longo de todos os talwegues interceptados, interligando os dispositivos de drenagem superficial com os cursos de água naturais;
- Esgotar as águas que infiltram-se pela plataforma, bem como interceptar e rebaixar as águas das camadas aquíferas profundas, de modo a impedir a deterioração de subleitos e pavimentos;
- Garantir a continuidade do sistema de drenagem pluvial de áreas adjacentes à faixa de domínio, através de dispositivos que evitem eventuais escoamentos descontrolados sobre a mesma;
- Compensar hidraulicamente os efeitos de redução do tempo de concentração das microbacias interceptadas, como decorrência da retificação / canalização de

talvegues no seu percurso através da faixa de domínio, nos casos de cursos d'água que apresentam problemas localizados de inundação a jusante.

No caso específico do córrego Carapicuíba, em cujo vale está implantado o traçado em quase a totalidade do percurso entre as rodovias Raposo Tavares e Castelo Branco, é prevista a canalização a partir da estaca 2761 até a foz no rio Tietê, em uma extensão aproximada de 3.200 metros. No trecho entre a estaca 2761 e as travessias sob a Avenida dos Autonomistas e a linha da CPTM, o canal será implantado entre o Empreendimento e a via coletora direita, em seção retangular de concreto. Após estas travessias, a canalização dar-se-á em seção trapezoidal sem revestimento.

No intuito de minimizar os efeitos prejudiciais causados pelo aumento das velocidades de escoamento nos trechos canalizados do córrego, optou-se pela implantação de duas bacias de amortecimento ao longo do curso, uma a montante da travessia sob a Raposo Tavares e outra a montante da travessia do Empreendimento na estaca 2652. A primeira terá uma capacidade de reservação de 115.000 m<sup>3</sup> e a segunda, 334.000 m<sup>3</sup>. Essas bacias encontram-se indicadas nas plantas do projeto integrantes do **Anexo 1** (Volume V).

A bacia de amortecimento, localizada a montante da estaca 2652, permitirá uma redução de vazão de 34 m<sup>3</sup>/s, acarretando também na redução da vazão de projeto para o trecho canalizado.

Na **Tabela 4.2.3** apresentada a seguir, são elencados todos os cursos d'água perenes atravessados pelo Empreendimento, a sua localização e meio de transposição. Na **Tabela 4.2.4** constam as vazões máximas admissíveis para cada tipo de bueiro a ser utilizado.

**Tabela 4.2.3**  
**Cursos d'Água Perenes Interceptados**

<b>ESTACA</b> <b>(Referida ao Rodoanel)</b>	<b>DISPOSITIVO</b> <b>UTILIZADO</b>	<b>OBSERVAÇÕES</b>
2168+ 0,00	Bueiro de Talvegue	Rodoanel
2203+ 5,00	Bueiro de Talvegue	Rodoanel
2218+ 0,00	Bueiro de Talvegue	Via Coletora Esquerda
2321+15,00	Bueiro de Talvegue	Rodoanel
2344+ 0,00	Bueiro de Talvegue	Rodoanel
2366+ 0,00	Bueiro de Talvegue	Rodoanel
2391+ 0,00	Bueiro de Talvegue	Rodoanel
2576+ 5,00	Bueiro de Talvegue	Rodoanel
2597+10,00	Bueiro de Talvegue	Rodoanel
2619+15,00	Bueiro de Talvegue	Rodoanel
2658+15,00	Bueiro de Talvegue	Rodoanel
2695+ 0,00	Bueiro de Talvegue	Via Coletora Direita
2730+ 3,00	Bueiro de Talvegue	Rodoanel
2753+15,00	Bueiro de Talvegue	Rodoanel
2755+ 0,00	Bueiro de Talvegue	Via Coletora Direita
2761+ 3,00	Bueiro de Talvegue	Rodoanel
2791+0,00	Bueiro de Talvegue	Via Coletora Direita
2830+ 0,00	Bueiro de Talvegue	Via Coletora Esquerda
2830+ 5,00	Bueiro de Talvegue	Rodoanel
2846+ 0,00	Bueiro de Talvegue	Via Coletora Direita
2910+ 0,00	Bueiro de Talvegue	Via Coletora Direita
2927+ 0,00	Bueiro de Talvegue	Via Coletora Direita
2927+ 0,00	Bueiro de Talvegue	Via Coletora Esquerda
2943+ 0,00	Bueiro de Talvegue	Via Coletora Esquerda
3003+15,00	Bueiro de Talvegue	Rodoanel
3035+15,00	Bueiro de Talvegue	Rodoanel
3137+15,00	Bueiro de Talvegue	Rodoanel
3175+15,00	Bueiro de Talvegue	Rodoanel
3191+15,00	Bueiro de Talvegue	Rodoanel
3199+10,00	Bueiro de Talvegue	Rodoanel
3202+10,00	Bueiro de Talvegue	Rodoanel
3205+ 0,00	Bueiro de Talvegue	Rodoanel
3214+10,00	Bueiro de Talvegue	Rodoanel
3221+ 0,00	Bueiro de Talvegue	Rodoanel
3337+15,00	Bueiro de Talvegue	Rodoanel
3350+ 5,00	Bueiro de Talvegue	Rodoanel
3433+ 5,00	Bueiro de Talvegue	Rodoanel
3480+ 5,00	Ponte	Rodoanel
3510+ 0,00	Bueiro de Talvegue	Via Coletora Esquerda
3512+15,00	Bueiro de Talvegue	Rodoanel
3621+10,00	Bueiro de Talvegue	Rodoanel
3698+10,00	Bueiro de Talvegue	Rodoanel
Trevo Régis Bittencourt	Prolongamento de Bueiro Existente	LD/sentido São Paulo
Trevo Régis Bittencourt	03 Bueiros de Talvegue	LE/alça de acesso
Trevo Raposo Tavares	08 Bueiros de Talvegue	LD/alça de acesso
Trevo Raposo Tavares	Prolongamento de Bueiro Existente	LE/alça de acesso
Trevo da Castelo Branco	Ponte	LD/próx. a av. Rui Barbosa

Trevo da Castelo Branco	05 Bueiros de Talvegue	LD/alça de acesso
-------------------------	------------------------	-------------------

ESTACA (Referida ao Rodoanel)	DISPOSITIVO UTILIZADO	OBSERVAÇÕES
Trevo Anhanguera Trevo Bandeirantes Trevo Bandeirantes	Bueiro de Talvegue 03 Bueiros de Talvegue Prolongamento de 3 Bueiros Existentes	LD/alça de acesso LD/alça de acesso LE/alça de acesso

**Tabela 4.2.D**  
**Vazões Máximas para Bueiros de Talvegue**

SEÇÃO TIPO			VAZÃO MÁXIMA (m <sup>3</sup> /s)
TUBULAR	OVÓIDE	CELULAR	
0,80			1,10
1,00			1,95
1,20			3,00
	1,78		4,20
1,50			5,40
	2,25		5,65
	3,00		8,10
	4,00		11,65
		2,50 x 2,50	19,70
	7,00		27,50
		3,00 x 3,00	30,60
		3,50 x 3,50	45,50
		2 x 3,00 x 3,00	61,20
		3 x 3,00 x 3,00	91,80

Para o dimensionamento do projeto de drenagem, adotaram-se os seguintes critérios:

- Dispositivos de drenagem superficial - Tempo de Retorno (TR) de 10 anos;  
 Bueiros - TR de 25 anos;  
 Canalizações de córregos - TR de 25 anos, com verificação para TR de 50 anos, sem considerar bordo livre.  
 Pontes - TR de 100 anos.

Para as obras de travessia e canalização do córrego Carapicuíba foram adotados os tempos de recorrência de 50 anos (dimensionamento) e 100 anos (verificação), tendo em vista o tamanho da bacia e a região altamente urbanizada por onde este córrego escoar.

O método adotado para determinação das vazões de projeto segundo o tamanho da bacia de contribuição, foi o seguinte:

Bacias com até 0,50 km <sup>2</sup>	- Método racional
Bacias com entre 0,50 e 1,00 km <sup>2</sup>	- Método racional modificado;
Bacias com entre 25,00 e 50,00 km <sup>2</sup>	- Método do SCS ( <i>Soil Conservation Service</i> )
Bacias com mais de 50 km <sup>2</sup>	- Método SCS adaptado

Os coeficientes de escoamento superficial “c” das bacias foram adotados de acordo com o manual *Handbook of Applied Hydrology* de Ven Te Chow. Os números de deflúvio “N” utilizados para áreas urbanas e suburbanas, foram os apresentados no trabalho *Contribuição para Estudo de Drenagem de Águas Pluviais em Zonas Urbanas* (LNEC-Portugal, 1984).

No referente à equação I\*F\*D relacionando intensidade, frequência e duração das chuvas intensas, optou-se pela adoção da equação desenvolvida por Antonio Garcia Occhipinti e Paulo Marques dos Santos para a cidade de São Paulo. Embora as três relações I\*F\*D disponíveis (Occhipinti e Marques, Sampaio Wilken e Magni e Mero) apresentem resultados aproximadamente equivalentes, no que tange às características climatológicas e pluviométricas da Área de Influência Direta do Empreendimento, a equação selecionada é a mais conveniente do ponto de vista metodológico.

Adicionalmente às transposições de cursos d’água, o sistema de drenagem do Empreendimento contempla, genericamente, os seguintes dispositivos:

- valetas de proteção de corte e aterro;
- valetas de banquetas e bermas;
- sarjetas de pé de corte;
- sarjetas de bordo de aterro;
- valetas de canteiro central;
- caixas coletoras;
- poços de visita;
- bocas de lobo;
- escadas hidráulicas;
- rápidos;
- bueiros de greide;
- galerias;
- bacias de captação;
- dispositivos de amortecimento;
- outros.

Esses dispositivos serão também previstos, quando pertinente, nos planos de aproveitamento e recuperação posterior de áreas de bota-fora, empréstimos e outras áreas de apoio.



No que tange aos dispositivos de drenagem profunda e de pavimento, são previstos drenos de talvegue, sub-horizontais, longitudinais profundos e drenos longitudinais e transversais de pavimento, em todos os casos em que as condições locais indiquem a sua necessidade.

### **Relocação de Interferências**

Como é característico em Empreendimentos inseridos em regiões urbanizadas, o traçado selecionado implicará na relocação de grande diversidade de interferências aéreas e subterrâneas.

A mais importante, que deverá exigir estudos técnicos e logísticos especializados, é a relocação de uma torre de queima de gases, e respectivo duto, da Petrobrás, localizada na altura da estaca 3025. Esta torre será transferida para um terreno disponível, contíguo à Petrobrás, a uma distância aproximada de 400 metros do traçado

Embora não esteja prevista a necessidade de relocação, cabe mencionar devido a sua importância, que o Empreendimento cruza a adutora de Cotia, no início do trecho, próximo à interseção com a Rodovia Régis Bittencourt.

O levantamento detalhado de todas as interferências é parte integrante do Projeto Executivo. A DERSA já iniciou os contatos junto a todas as concessionárias, estaduais e municipais, visando colher as informações necessárias à elaboração deste cadastro de interferências.

### **Desapropriações**

A extensão preliminarmente estimada para as áreas abrangidas pela faixa de domínio do Empreendimento é de 4.810.140 m<sup>2</sup>. Essa área divide-se por sub-trecho e/ou setor como segue:

Setor da interseção com a Rodovia Régis Bittencourt	440.563 m <sup>2</sup>
Sub-trecho Régis Bittencourt - Raposo Tavares	497.476 m <sup>2</sup>
Setor da interseção com a Raposo Tavares	238.016 m <sup>2</sup>
Sub-trecho Raposo Tavares - Padroeira	489.656 m <sup>2</sup>
Setor da interseção Padroeira	165.384 m <sup>2</sup>
Sub-trecho Padroeira - Avenida dos Autonomistas	426.083 m <sup>2</sup>
Setor da interseção com a Rodovia Castelo Branco, inclusive pontes e viadutos com início na transposição da Avenida Autonomistas	482.880 m <sup>2</sup>
Sub-trecho Castelo Branco - Anhanguera	644.425 m <sup>2</sup>
Setor da interseção com a Via Anhanguera	235.635 m <sup>2</sup>
Sub-trecho Anhanguera - Bandeirantes	364.031 m <sup>2</sup>
Setor da interseção com a Rodovia dos Bandeirantes	186.804 m <sup>2</sup>

Sub-trecho Bandeirantes - Estrada Velha de Campinas,	384.833 m <sup>2</sup>
Trevo final sobre a Estrada Velha de Campinas	254.354 m <sup>2</sup>

A delimitação da faixa de domínio é apresentada conjuntamente com a delimitação da ADA no **Mapa 5.1.3** (Folhas 1 a 18). Com base nas diretrizes de projeto, admitiu-se que a faixa de domínio terá largura padrão de 130 metros (65 m do eixo), ou *off-sets* mais 20 metros, abrangendo também uma faixa de 10 metros a partir do limite do acostamento nos ramos das interseções. Deve-se observar, entretanto, que a faixa de domínio delimitada no **Mapa 5.1.3** é preliminar, podendo variar no detalhamento do Projeto Executivo.

As principais características da estrutura fundiária em cada um dos setores ou sub-trechos acima elencados, é descrita a seguir:

- Setor da interseção com a Rodovia Régis Bittencourt

Nesse setor, predominam as propriedades industriais de médio porte (5.000 a 15.000 m<sup>2</sup>) que concentram-se na faixa mais próxima à Rodovia Régis Bittencourt.

- Sub-trecho Régis Bittencourt - Raposo Tavares

O setor próximo ao emboque do túnel (vertente sul) é ocupado por chácaras de lazer ou áreas de loteamentos de padrão popular com estrutura fundiária bastante pulverizada. Após o túnel, predominam grandes glebas, parcialmente ocupadas por loteamentos de padrão alto e médio, atualmente ainda com taxa de ocupação baixa. Existe uma gleba, mais próxima à rodovia Raposo Tavares, destinada à instalação de um futuro cemitério.

- Setor da interseção com a Rodovia Raposo Tavares

Próximo à rodovia, predominam as propriedades industriais, entre elas as instalações da Avon e G. Aronson. Próxima à Avon, existe uma grande área destinada a uso industrial sendo terraplanada.

- Sub-trecho Raposo Tavares - Autonomistas (inclusive Trevo Padroeira)

Neste trecho predominam as grandes glebas, algumas já parceladas, com loteamentos de padrão médio e baixo e cooperativas habitacionais. Próximo à Estrada Velha de Cotia, existem glebas sendo ocupadas por cooperativas habitacionais, além de grandes glebas de propriedade do CDHU e INOCOOP.

- Setor da interseção com a Rodovia Castelo Branco, inclusive pontes e viadutos com início na transposição da Avenida dos Autonomistas

Neste trecho, próximo à Avenida dos Autonomistas, predominam lotes industriais de médio porte. Após o rio Tietê, no Município de Barueri, existem grandes áreas industriais, como os armazéns do antigo IBC, as instalações da Petrobrás, além de instalações comerciais de Tamboré.

A maior parte do setor entre a Avenida dos Autonomistas e o rio Tietê é de propriedade do Exército, devendo-se registrar, também, a presença de um assentamento irregular.

A Lagoa de Carapicuíba é, nos setores que correspondem ao leito original do rio Tietê, de propriedade da ELETROPAULO, e nos outros, de empreendedores privados que têm direitos de lavra sobre os recursos minerais locais (ver Seção 5.3.3.9).

- Sub-trecho Castelo Branco - Anhanguera:

Próximo à rodovia Castelo Branco predominam glebas de médio e grande porte destinadas a uso industrial. Muitas áreas adjacentes já foram parceladas, sendo, hoje, ocupadas por condomínios de alto padrão (Tamboré) ou bairros de padrão médio, com lotes individuais, no Jardim Helena Maria (Osasco) e Jardim Imperial (Barueri).

No sub-trecho entre o segundo e terceiro túnel, predominam as grandes fazendas, principalmente as fazendas Itayhê e Paiva Ramos.

- Setor da interseção com a Via Anhanguera:

As margens da Rodovia Anhanguera são ocupadas por glebas ainda não parceladas, loteamentos com grandes lotes tipo chácara, além de pequenos sítios rurais.

- Sub-trecho Anhanguera - Bandeirantes:

O traçado corta áreas ocupadas por glebas ainda não parceladas, nas encostas do Parque do Jaraguá.

- Setor da interseção com a Rodovia dos Bandeirantes:

Neste sub-trecho do traçado, predominam glebas não loteadas e sem ocupação significativa, assim como alguns sítios de uso rural.

- Sub-trecho Bandeirantes - Estrada Velha de Campinas, inclusive trevo final:

O traçado passa entre os limites das áreas dos Parques Anhanguera e Jaraguá. Em área pertencente ao Parque Anhanguera encontra-se o Aterro Sanitário de São Paulo, contíguo à Rodovia dos Bandeirantes.

O trecho final, próximo à Estrada Velha de Campinas, é ocupado por propriedades destinadas à exploração minerária, existindo a Pedreira Riúma, além da Pedreira Panorama, onde é previsto o emboque do túnel sob a Cantareira.

O cadastro fundiário ao longo de todo o traçado encontra-se em processo de elaboração para servir de base ao respectivo Decreto de Utilidade Pública, que deverá ser brevemente publicado para substituir o que está atualmente em vigor (promulgado anteriormente e tendo por base o traçado proposto em 1994).

Este decreto anterior, de Nº 39.295 de 27 de setembro de 1994, declarou de utilidade pública, para fins de desapropriação, pela DERSA - Desenvolvimento Rodoviário S.A., imóveis necessários à construção da Via de Interligação Rodoviária - Rodoanel, no trecho entre a Rodovia Régis Bittencourt e Rodovia dos Bandeirantes.

O traçado atual, além de seguir até a Estrada Velha de Campinas, apresenta uma série de modificações impostas tanto pela ocupação da faixa anteriormente prevista, como, também, por adequações de traçado para evitar áreas ambientalmente protegidas. Assim, o sub-trecho após a Rodovia Castelo Branco sofreu alterações de traçado em relação ao previsto no Decreto 39.295 / 94, buscando evitar parte da mata existente na Fazenda Paiva Ramos, além de evitar cruzar o Parque Anhanguera.

O sub-trecho entre a Rodovia Régis Bittencourt e Castelo Branco, para o qual foi feito o Projeto Executivo em 1994, também sofreu algumas alterações e ajustes de traçado, necessitando ser feita uma atualização do respectivo cadastro de desapropriações.

Em 1994, além do decreto declarando a utilidade pública da faixa de domínio do traçado, foi promulgado um outro, para áreas lindeiras ainda não urbanizadas, que seriam destinadas à implantação de empreendimentos associados ao Rodoanel, denominadas “áreas conexas”. Trata-se do Decreto Nº 39.294 de 27 de setembro de 1994, que declara de utilidade pública, para fins de desapropriação, oito glebas destinadas à implantação de empreendimentos associados, através da exploração comercial, de Áreas Conexas, e que ainda está em vigor.

Uma parte desta áreas foi ocupada por urbanizações, especialmente por cooperativas habitacionais para população de baixa renda (em Osasco), ou mesmo áreas de Distritos Industriais municipais (em Carapicuíba).

## **Reassentamentos de População**

Além das desapropriações previstas, envolvendo proprietários de imóveis com titulação regularizada, o traçado cruza em alguns pontos do traçado áreas ocupadas por urbanizações irregulares. Nestes casos, é necessário prever soluções destinadas a reassentar a população atingida em outros locais, próximos ao atual endereço, ou incluí-los em programas habitacionais compatíveis com suas respectivas faixas de renda.

O cadastro da população a ser relocada deverá ser conduzido por ocasião da execução do Projeto Executivo, quando será levantada a situação de propriedade dos moradores, permitindo o detalhamento das providências necessárias à sua relocação.

No presente EIA foi feito um levantamento preliminar desses locais onde haverá a necessidade de demolição de residências, visando dimensionar tanto os impactos decorrentes, como as medidas mitigadoras a serem necessariamente praticadas. A contagem das residências a serem demolidas são estimativas baseadas em levantamentos de campo e levantamentos aerofotográficos de baixa altitude, feitos em agosto de 1997, que assumem a relocação de todas as unidades na faixa de domínio e aquelas em situação de risco imediatamente adjacentes à mesma. Considerou-se a hipótese mais conservadora de que será necessário equacionar uma solução de reassentamento para a totalidade dos ocupantes das casas assim afetadas e abaixo relacionadas, situação esta que provavelmente não se confirmará quando da realização do cadastro imobiliário definitivo, uma vez que uma parte desta população terá direito a receber o valor correspondente a desapropriação.

As áreas e quantidade de moradias a serem atingidas são:

- No município de Embu, no local do emboque no primeiro túnel (T1), em área ocupada por aproximadamente 230 habitações de baixo padrão, estando, pelo menos, 55% implantados sobre encostas com declividade superior a 100% (45°);
- No município de Osasco, na altura do cruzamento com a Estrada das Rosas, próximo ao Recanto das Rosas, onde será necessária a relocação de aproximadamente 50 residências;
- No município de Carapicuíba, em área delimitada pela margem esquerda do córrego Carapicuíba, a linha da FEPASA e a Lagoa de Carapicuíba, hoje ocupada por um assentamento irregular com aproximadamente 210 barracos;
- No município de Barueri, na altura da estaca 3100, adjacente ao emboque sul do segundo túnel (T2/3), onde deverão ser afetadas aproximadamente 45 residências.

A população a ser reassentada será, necessariamente, transferida para áreas a serem determinadas pelas respectivas Prefeituras Municipais, com apoio do Empreendedor nas atividades de planejamento, logística e execução de serviços de habilitação do terreno, cujos

custos serão oportunamente incorporados ao orçamento geral do Empreendimento, conforme descrito em medida mitigadora específica.

### 4.3

#### Condicionantes Logísticas

A execução de uma obra do porte do Empreendimento, dentro de uma região intensamente urbanizada, impõe uma série de restrições de natureza logística que têm sido incorporadas ao planejamento do processo de execução das obras.

Essas restrições decorrem, principalmente, da necessidade de minimizar as interferências com o tráfego local e usos adjacentes.

Talvez a diretriz mais importante incorporada seja a referente ao planejamento logístico dos transportes de apoio às obras, em especial durante as etapas de terraplenagem. Face aos volumes envolvidos, considera-se que a transposição das rodovias radiais para transporte de excedentes de corte ou materiais de empréstimo será inviável. Desta forma, os serviços de terraplenagem deverão ser balanceados dentro de cada sub-trecho, dimensionando-se, para tanto, os bota-foras e empréstimos necessários em cada caso. As únicas exceções a esta regra poderão ser contempladas na transposição da Rodovia Raposo Tavares, onde existe uma passagem superior em local muito próximo à faixa de domínio, e na transposição da Rodovia dos Bandeirantes, onde existe uma passagem inferior. No entanto, mesmo nesses casos, o uso dos dispositivos existentes deve ser restrito, de forma a não causar interferência excessiva com o trânsito local. Em situações críticas (principalmente no segmento entre a Avenida dos Autonomistas e a Castelo Branco), deverá considerar-se a possibilidade de execução antecipada de parte das interseções, de forma a viabilizar a transposição das rodovias radiais já durante a etapa de terraplenagem. Estas opções, entretanto, somente poderão ser confirmadas durante a fase de detalhamento do Projeto Executivo.

Neste contexto, cabe observar que, talvez, os sub-trechos mais críticos, em termos de necessidade de áreas de apoio, são: entre a Raposo Tavares e a Avenida Autonomistas, que é deficitário de material, requerendo volumes significativos de material de empréstimo; entre a Avenida dos Autonomistas e a interseção Castelo Branco, igualmente deficitário e com severas restrições de acesso; entre a Castelo Branco e a Anhanguera, que exige grandes volumes de movimento de terra; e o entorno da interseção Bandeirantes, também requerendo volumes expressivos de material de empréstimo.

Cabe comentar, neste contexto, que o cronograma de execução do Empreendimento é coincidente com o das obras de aprofundamento da calha do rio Tietê, planejadas pelo DAEE. Assim, pretendem-se detalhar de forma conjunta os planos de ataque às obras, especialmente quando da execução da ponte sobre o rio Tietê.

Outro aspecto a considerar em relação às atividades de terraplenagem vincula-se à quantidade de interferências aéreas e subterrâneas a serem relocadas em alguns sub-trechos. Nas obras rodoviárias em áreas urbanizadas, é muito difícil aproveitar todas as possibilidades de

compensação de corte e aterro dentro da faixa de domínio previstas no projeto. Usualmente, o material removido de seções em corte acaba não podendo ser colocado nos trechos em aterro mais próximos, por atrasos na relocação de alguma interferência, devendo, conseqüentemente, ser transportado até o bota-fora mais próximo. A situação inversa também é usual, gerando demandas adicionais por áreas de empréstimo. Esse tipo de situação poderá ocorrer no caso em pauta, principalmente no sub-trecho entre a Rodovia Raposo Tavares e a Avenida dos Autonomistas. Devido a isto, as áreas de apoio pré-selecionadas para esse sub-trecho apresentam capacidade maior à teoricamente necessária. De maneira adicional, o Programa de Medidas Mitigadoras do Empreendimento prevê medidas específicas para o planejamento da remoção antecipada de interferências.

Finalmente, devem-se registrar, aqui, as restrições quanto à localização das instalações industriais das empreiteiras (usinas de asfalto e de solos). Tendo em vista as restrições de circulação já descritas e a envergadura das obras, pode-se assumir que serão necessários, pelo menos, três conjuntos de instalações industriais ao longo do traçado. Neste caso, o planejamento locacional deve considerar as distâncias convenientes em relação a áreas residenciais e outros usos incompatíveis. Entretanto, as condicionantes logísticas são menos rígidas, uma vez que as obras de pavimentação serão desenvolvidas após a implantação das obras de arte especiais, podendo-se utilizar os viadutos das próprias interseções para efetuar as transposições das rodovias radiais.

## 4.4

### Balanco de Materiais

Os volumes de terraplenagem e balanço de materiais por sub-trecho apresentados na **Tabela 4.4.1** a seguir foram estimados com base nas áreas de corte e aterro, processadas através de *software* específico, considerando:

- As seções tipo do projeto (inclusive nos trechos em túnel) conforme apresentadas na Seção 4.2;
- As inclinações máximas padrão de taludes de corte e saias de aterro (Seção 4.2);
- Previsão de distribuição dos volumes de corte na proporção de 75% para 1ª categoria, 12% para 2ª categoria e 13% para 3ª categoria, estimada com base no conhecimento das características geológicas locais e nos resultados do reconhecimento geológico superficial ao longo do traçado;
- Fator de correção (redução por compactação) para o material de 1ª e 2ª categoria (já considerado nos volumes de corte indicados na **Tabela 4.4.1**);
- Fator de empolamento de 30% para o material de 3ª categoria (também incluído na tabela que indica volumes já empolados).



Incluiu-se, também, na análise do balanço de materiais, uma estimativa dos volumes de materiais de pavimentação por sub-trecho (CBUQ, Concreto, BGS, BGTC e Rachão), baseada nas características geométricas do Projeto Básico e nos pavimentos tipo definidos na Seção 4.2. Essa estimativa é apresentada na **Tabela 4.4.2**.

**Tabela 4.4.1**  
**Balanço de Materiais por Sub-Trecho**

TRECHOS	ESCAVAÇÃO				PARA ATERRO	PARA BOTA FORA
	cortes			emprest.		
	1a.cat.	2a. cat.	3a. cat	1a. cat		
<b>1 - INTERSEÇÃO C/ RÉGIS B.</b> est. 2130 a 2217						
<i>sul (2130 - 2165)</i>						
rodoanel	21.700	0	0	478.780	500.480	0
alças	16.000	0	0	347.400	363.400	0
<i>soma</i>	<i>37.700</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>826.180</i>	<i>863.880</i>	<i>0</i>
<i>norte (2165 - 2217)</i>						
rodoanel	133.300	17.600	5.900	512.760	663.660	5.900
alças	251.000	0	0	464.300	715.300	0
<i>soma</i>	<i>384.300</i>	<i>17.600</i>	<i>5.900</i>	<i>977.060</i>	<i>1.378.960</i>	<i>5.900</i>
<b>SUBTOTAL</b>	<b>422.000</b>	<b>17.600</b>	<b>5.900</b>	<b>1.803.240</b>	<b>2.242.840</b>	<b>5.900</b>
<b>2 - RÉGIS - RAPOSO</b> est. 2217 a 2433						
Régis - túnel T1	9.100	0	0	233.210	411.300	0
túnel T1	40.000	40.000	100.000	0	0	100.000
túnel T1 - Raposo	1.019.000	207.600	14.100	0	1.466.020	14.100
<b>SUBTOTAL</b>	<b>1.068.100</b>	<b>247.600</b>	<b>114.100</b>	<b>233.210</b>	<b>1.877.320</b>	<b>114.100</b>
<b>3 - INTERSEÇÃO C/ RAPOSO</b> est. 2433 a 2490						
<i>sul (2433 - 2460)</i>						
rodoanel	206.600	47.600	0	0	124.890	0
alças	390.000	0	0	0	190.900	0
<i>soma</i>	<i>596.600</i>	<i>47.600</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>315.790</i>	<i>0</i>
<i>norte (2460 - 2490)</i>						
rodoanel	15.300	0	0	302.400	317.700	0
alças	18.000	0	0	270.960	377.200	0
<i>soma</i>	<i>33.300</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>573.360</i>	<i>694.900</i>	<i>0</i>
<b>SUBTOTAL</b>	<b>629.900</b>	<b>47.600</b>	<b>0</b>	<b>573.360</b>	<b>1.010.690</b>	<b>0</b>
<b>4 - RAPOSO - PADROEIRA</b> est.2490 a 2670	<b>1.157.200</b>	<b>50.100</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1.119.060</b>	<b>0</b>

**Tabela 4.4.1 Continuada ...**

TRECHOS	ESCAVAÇÃO				PARA ATERRO	PARA BOTA FORA
	cortes			emprest.		
	1a.cat.	2a. cat.	3a. cat	1a. cat		
<b>5 - INTERSEÇÃO C/ PADROEIRA</b> est. 2670 a 2710						
<i>sul (2670 - 2690)</i>						
rodoanel	35.100	16.000	38.200	36.870	87.970	38.200
alças	57.000	0	0	41.190	98.190	0
<i>soma</i>	<i>92.100</i>	<i>16.000</i>	<i>38.200</i>	<i>78.060</i>	<i>186.160</i>	<i>38.200</i>
<i>norte (2690 - 2710)</i>						
rodoanel	0	0	0	371.450	371.450	0
alças	0	0	0	445.670	445.670	0
<i>soma</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>817.120</i>	<i>817.120</i>	<i>0</i>
<b>SUBTOTAL</b>	<b>92.100</b>	<b>16.000</b>	<b>38.200</b>	<b>895.180</b>	<b>1.003.280</b>	<b>38.200</b>
<b>6 - PADROEIRA - FEPASA (CPTM)</b> est. 2710 a 2860						
rodoanel	120.300	0	0	818.790	939.090	0
marginal (2690 - 2860)	60.000	0	0	24.920	84.920	0
<b>SUBTOTAL</b>	<b>180.300</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>843.710</b>	<b>1.024.010</b>	<b>0</b>
<b>7 - INTERSEÇÃO FEPASA/CASTELO</b> est. 2860 a 2973						
<i>sul (2860 - 2957)</i>						
rodoanel	98.300	0	0	755.750	1.094.000	0
alças	340.000	0	0	0	100.050	0
<i>soma</i>	<i>438.300</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>755.750</i>	<i>1.194.050</i>	<i>0</i>
<i>norte (2957 - 2973)</i>						
rodoanel	5.700	0	0	17.760	23.460	0
alças	6.000	0	0	25.050	31.050	0
<i>soma</i>	<i>11.700</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>42.810</i>	<i>54.510</i>	<i>0</i>
<b>SUBTOTAL</b>	<b>450.000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>798.560</b>	<b>1.248.560</b>	<b>0</b>
<b>8 - CASTELO - ANHANGUERA</b> est. 2973 a 3307						
Castelo - túnel T2/3	59.600	11.000	11.000	1.161.050	1.231.650	11.000

---

**FESPSP**Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo

---

túnel T2/3	75.000	75.000	60.000	0	150.000	60.000
túnel T2/3 - túnel T4	505.400	93.100	0	0	555.300	43.200
túnel T4	15.000	15.000	500.000	0	30.000	500.000
<b>SUBTOTAL</b>	<b>655.000</b>	<b>194.100</b>	<b>571.000</b>	<b>1.161.050</b>	<b>1.966.950</b>	<b>614.200</b>

**Tabela 4.4.1 Continuada ...**

TRECHOS	ESCAVAÇÃO				PARA ATERRO	PARA BOTA FORA
	cortes			emprest.		
	1a.cat.	2a. cat.	3a. cat	1a. cat		
<b>9 - INTERSEÇÃO C/ ANHANGUERA</b> est. 3307 a 3360 <i>sul (3307 - 3334)</i>						
rodoanel	109.000	34.000	34.000	49.400	192.400	34.000
alças	226.000	0	0	75.300	301.300	0
<i>soma</i>	<i>335.000</i>	<i>34.000</i>	<i>34.000</i>	<i>124.700</i>	<i>493.700</i>	<i>34.000</i>
<i>norte (3334 - 3360)</i>						
rodoanel	77.000	26.000	26.000	0	64.050	26.000
alças	41.000	0	0	0	19.550	0
<i>soma</i>	<i>118.000</i>	<i>26.000</i>	<i>26.000</i>	<i>0</i>	<i>83.600</i>	<i>26.000</i>
<b>SUBTOTAL</b>	<b>453.000</b>	<b>60.000</b>	<b>60.000</b>	<b>124.700</b>	<b>577.300</b>	<b>60.000</b>
<b>10 - ANHANGUERA - BANDEIRANTES</b> est. 3360 a 3471	<b>777.700</b>	<b>234.000</b>	<b>234.000</b>	<b>445.440</b>	<b>1.517.540</b>	<b>234.000</b>
<b>11 - INTERSEÇÃO C/ BANDEIRANTES</b> est. 3471 a 3516 <i>sul (3471 - 3500)</i>						
rodoanel	30.800	9.000	9.000	157.880	197.680	9.000
alças	55.000	0	0	166.950	221.950	0
<i>soma</i>	<i>85.800</i>	<i>9.000</i>	<i>9.000</i>	<i>324.830</i>	<i>419.630</i>	<i>9.000</i>
<i>norte (3500 - 3516)</i>						
rodoanel	0	0	0	325.100	325.100	0
alças	0	0	0	219.540	742.900	0
<i>soma</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>544.640</i>	<i>1.068.000</i>	<i>0</i>
<b>SUBTOTAL</b>	<b>85.800</b>	<b>9.000</b>	<b>9.000</b>	<b>869.470</b>	<b>1.487.630</b>	<b>9.000</b>
<b>12- BANDEIRANTES - FEPASA</b> est. 3516 a 3612	<b>474.600</b>	<b>148.000</b>	<b>138.000</b>	<b>0</b>	<b>99.240</b>	<b>138.000</b>
<b>13 - FEPASA - ESTR. VELHA</b> est. 3612 a 3655	<b>252.900</b>	<b>83.000</b>	<b>72.000</b>	<b>0</b>	<b>413.650</b>	<b>125.960</b>

**Tabela 4.4.1 Continuada ...**

TRECHOS	ESCAVAÇÃO				PARA ATERRO	PARA BOTA FORA
	cortes			emprest.		
	1a.cat.	2a. cat.	3a. cat	1a. cat		
<b>14- INTERSEÇÃO ESTR. VELHA</b> est. 3655 a 3708 <i>sul (3655 - 3681)</i>						
rodoanel	180.000	71.000	66.000	0	100.620	84.670
alças	273.000	0	0	0	86.250	186.750
<i>soma</i>	<i>453.000</i>	<i>71.000</i>	<i>66.000</i>	<i>0</i>	<i>186.870</i>	<i>271.420</i>
<i>norte (3681 - 3708)</i>						
rodoanel	74.200	20.000	20.000	65.070	159.270	20.000
alças	152.000	0	0	59.600	211.600	0
<i>soma</i>	<i>226.200</i>	<i>20.000</i>	<i>20.000</i>	<i>124.670</i>	<i>370.870</i>	<i>20.000</i>
<b>SUBTOTAL</b>	<b>679.200</b>	<b>91.000</b>	<b>86.000</b>	<b>124.670</b>	<b>557.740</b>	<b>291.420</b>
<b>TOTAL</b>	<b>7.377.800</b>	<b>1.198.000</b>	<b>1.328.200</b>	<b>7.872.590</b>	<b>16.145.810</b>	<b>1.630.780</b>

**Tabela 4.4.2**

**Volumes de Materiais para Pavimentação por Sub-Trecho**

Trecho	Áreas de Pavimento (m <sup>2</sup> )				Volume das Camadas (m <sup>3</sup> )				
	Rodoanel	Alças/ Colet	Túneis	O. Arte	CBUQ	Concret o	BGS	BGTC	Rachão
Trevo da Régis	60.352	53.760	-	8.480	13.354	848	13.693	19.399	
Régis-Raposo	146.896	-	18.720	4.340	22.034	4.740	20.248	26.844	
Trevo da Raposo	39.008	56.000	-	4.800	10.331	480	11.401	16.151	
Raposo-Padroeira	43.924	-	-	5.520	6.589	552	5.271	7.467	
Trevo da Padroeira	29.440	32.480	-	2.240	7.014	224	7.430	10.526	
Padroeira - Castelo	110.400	73.440	-	1.840	22.435	184	22.061	12.485	44.160
Trevo da Castelo	59.648	68.320	-	38.500	14.413	3.850	15.356	21.755	
Castelo- Anhanguera	161.900	-	71.136	1.980	24.285	16.559	29.387	34.637	
Tr. da Anhanguera	36.800	51.520	-	6.640	9.642	664	10.598	15.014	
Anhanguera-Band.	81.696	-	-	2.950	12.254	295	9.804	13.888	
Trevo da Band.	30.176	43.680	-	9.040	8.021	904	8.863	12.556	
Band.-Estr. Velha	72.192	-	-	2.370	10.829	237	8.663	12.273	
Trevo da Estr. Velha	27.232	38.080	-	3.610	7.131	361	7.837	11.103	
<b>Totais</b>	<b>899.664</b>	<b>417.280</b>	<b>89.856</b>	<b>92.310</b>	<b>168.332</b>	<b>29.898</b>	<b>170.613</b>	<b>214.098</b>	<b>44.160</b>

Conforme observa-se na **Tabela 4.4.1**, o volume total de cortes e empréstimos (já com fatores de correção e empolamento) é de 17.776.590 m<sup>3</sup>, sendo que 9.904.000 m<sup>3</sup> serão escavados ao longo do traçado (cortes), e 7.872.590 m<sup>3</sup> precisarão ser importados de áreas de empréstimo fora da faixa de domínio.

Esse volume total será quase integralmente aproveitado na formação dos corpos de aterro da plataforma e ramos das interseções (16.145.810 m<sup>3</sup>), sendo que somente 1.630.780 m<sup>3</sup> precisarão ser destinados a bota-fora.

O trecho inicial, incluindo a interseção com a Régis Bittencourt até o emboque do primeiro túnel (T1), apresenta um balanço altamente deficitário, exigindo quase 2 milhões de m<sup>3</sup> de material de empréstimo. O trecho entre o primeiro túnel e a Raposo Tavares também é deficitário, exigindo empréstimo, principalmente na interseção com a Raposo Tavares.

Entre a Raposo Tavares e o cruzamento da Avenida dos Autonomistas (linha da CPTM), a implantação das obras exigirá 1.738.890 m<sup>3</sup> de material de empréstimo.

O trecho entre a linha da CPTM e a interseção Castelo Branco também é deficitário, exigindo praticamente 800.000 m<sup>3</sup> de empréstimo, em condições logísticas e de acesso de grande complexidade.

O segmento inicial entre a Castelo Branco e o emboque do segundo túnel (T2/3) desenvolve-se em rampa ascendente, para atingir o greide necessário para minimizar os cortes após esse túnel, e exigirá 1.161.050 m<sup>3</sup> de material de empréstimo.

O segmento entre o segundo (T2/3) e terceiro túnel (T4) permite a compensação quase integral entre cortes e aterros, apesar da grande altura dos mesmos. Entretanto, nesse segmento deverá ser disposta grande parte do material da escavação do terceiro túnel, totalizando aproximadamente 500.000 m<sup>3</sup> de material de 3ª categoria.

Outro trecho que merece destaque é o que desenvolve-se entre a Anhanguera e a Rodovia dos Bandeirantes, que também é altamente deficitário, exigindo quase 1.500.000 m<sup>3</sup> de material de empréstimo, sendo que mais da metade desse volume precisará ser utilizado na interseção Bandeirantes.

No que tange aos materiais de pavimentação, observa-se na **Tabela 4.4.2**, que a obra exigirá quase 600.000 m<sup>3</sup> de materiais para formação das camadas de pavimentação (CBUQ + Concreto + BGS + BGTC). Complementarmente, no sub-trecho entre a interseção Padroeira e o cruzamento sobre a Avenida dos Autonomistas, serão necessários 44.160 m<sup>3</sup> de pedra rachão.

A área total de pavimentação do Empreendimento é de 1.499.110 m<sup>2</sup>, sendo aproximadamente 1.000.000 m<sup>2</sup> nas pistas principais (inclusive nos segmentos em túnel), e o restante nas vias coletoras, alças das interseções e obras de arte especiais.

## **4.5**

### **Áreas de Apoio**

As áreas de apoio necessárias para dar suporte ao processo de execução das obras poderão ser de vários tipos. Entre elas, cabe mencionar as seguintes:

- Canteiros de obra
- Usina(s) de asfalto
- Usina(s) de solo
- Áreas de bota-fora de material de fresagem e/ou entulho (remoção de pavimentos pré-existentes, demolições)
- Áreas de bota-fora de material excedente de limpeza e/ou resíduos florestais
- Áreas para estocagem provisória do horizonte orgânico do solo removido da faixa de domínio
- Áreas de bota-fora - solos moles
- Áreas de bota-fora - material excedente de corte
- Áreas de empréstimo
- Áreas de compostagem
- Pátios de vigas (para apoio às obras de arte especiais).

Deve-se observar que não é prevista a utilização de pedreiras novas, sendo possível usar as pedreiras que já operam de forma comercial na Região Metropolitana de São Paulo.

Deve-se observar, também, que eventualmente em determinados sub-trechos, poderão não ser necessários alguns dos tipos de área de apoio acima elencados, seja em função do balanceamento de materiais, ou em função de outras alternativas de disposição de excedentes de obra (por exemplo, utilização mediante convênio, de áreas de bota-fora vegetal de uso dos municípios, ou repasse às Prefeituras locais do material de fresagem para aproveitamento em vias locais).

Mesmo quando afastadas da faixa de domínio, as áreas de apoio são consideradas parte integrante do Empreendimento, fazendo parte da Área Diretamente Afetada (ADA) conforme critério estabelecido no Termo de Referência (Parecer DAIA N<sup>o</sup> 156/97) e na Seção 5.1.

As áreas de apoio que precisarão ser objeto de licenciamento ambiental específico são principalmente os canteiros de obra, usinas industriais (de asfalto e de solos), áreas de bota-fora e empréstimos. Para esses casos, define-se no presente EIA um conjunto de opções locais para cada sub-trecho. O tamanho das áreas indicadas encontra-se compatibilizado com as necessidades estimadas a partir da análise do balanço de materiais

(Seção 4.4) e com os fatores logísticos incorporados ao planejamento do processo construtivo (Seção 4.3).

A delimitação da Área Diretamente Afetada (ADA), incluindo as áreas de apoio pré-selecionadas, é apresentada no **Mapa 5.1.3** - Folhas 1 a 18 - Volume V.

Essas áreas são, sempre que possível, maiores que o estritamente necessário (em especial no sub-trecho Raposo Tavares / Autonomistas pelas razões expostas na Seção 4.3), de forma que, na prática, constituem opções a serem confirmadas em estágio posterior. A viabilidade do seu uso dependerá não somente de licenciamento ambiental, mas também de autorização dos respectivos proprietários. Essa autorização, necessária uma vez que as áreas de apoio não serão desapropriadas (salvo exceção), poderá ser negociada de forma definitiva pelas empreiteiras que venham a ser contratadas, que estarão em condição de definir datas de utilização e condições comerciais. Não se descarta, entretanto, a possibilidade de que algumas das áreas pré-selecionadas no presente EIA tornem-se inviáveis, exigindo a busca de locais alternativos em etapa posterior.

Na **Planta 5.1.3**, delimitam-se as seguintes áreas de apoio:

- Sete (7) áreas propícias para a implantação das instalações industriais das empreiteiras (usinas de asfalto, de solos, etc.) e/ou canteiros e instalações administrativas;
- Dezenove (19) áreas de empréstimo em locais adjacentes à faixa de domínio, com exceção das Áreas AE-04, distante aproximadamente 400 metros e AE-13, distante pouco mais de 500 metros (e fora do limite da área de restituição abrangida pela **Planta 5.1.3** - Folhas 1 a 18 (ver Volume V));
- Quatorze (14) áreas de bota-fora, situadas em geral em local adjacente à faixa de domínio, com exceção das áreas BF-05 (a 300 metros), BF-09 (a 400 metros), BF-13 (a 500 metros) e BF-14 (a 800 metros), sendo que o bota-fora BF-14 também situa-se fora dos limites abrangidos pela **Planta 5.1.3**.

Todas essas áreas encontram-se documentadas em **Levantamento Fotográfico** específico incluído nesta seção.

Atendendo à exigência específica formulada no Termo de Referência para o presente EIA (Parecer CPRN/DAIA Nº 156/97), definem-se, a seguir, as características dos “projetos tipo” para áreas de empréstimo e bota-fora:

- Recuo mínimo de 15 metros entre a base das saias de aterro e/ou cristas de cortes e os cursos d’água mais próximos;



- Inclinação máxima de 1:1,5 em saias de aterro, exceto nas áreas de bota-fora de material de 3ª categoria que poderão admitir inclinações maiores;
- Inclinação padrão de 1:1 em taludes de corte, admitindo-se até 1,5:1 em pontos localizados, desde que as características do solo permitam;
- Bermas de alívio a intervalos nunca maiores que 6 metros e com largura mínima de 1 metro;
- Sistema de drenagem superficial completo, garantindo o escoamento controlado das águas pluviais até a rede pública de drenagem pluvial e/ou até o curso d'água mais próximo, incluindo, segundo as necessidades de projeto, valetas revestidas e sem revestir, canaletas, caixas de passagem e transição, escadas hidráulicas, e outros elementos necessários;
- Forração vegetal integral após o término da exploração, incluindo grama em placa nas saias de aterro e taludes de corte, e hidrosemeadura nos platôs;
- Plantios compensatórios pelo corte de árvores isoladas e/ou fragmentos de mata;
- Controle rigoroso da erosão, assoreamento, poeira em suspensão, e outros procedimentos de mitigação de impactos, detalhadamente descritos na Seção 6.6 do presente EIA.

Cabe comentar, neste contexto, que algumas das áreas de apoio pré-selecionadas na presente seção não poderão atender a todas as diretrizes acima elencadas, mas, mesmo assim, são propostas por falta de opção melhor. Trata-se, principalmente, das áreas de bota-fora BF-08 e BF-09 analisadas a seguir:

#### BF-08:

No segmento entre o segundo e terceiro túnel, os volumes de corte e aterro serão, em grande parte, compensados, porém será necessário dispor a maior parte do material escavado dos túneis, exigindo áreas de bota-fora com capacidade de aproximadamente 500.000 m<sup>3</sup>. O BF-08 coincide com o ponto de saída do segundo túnel. A área de ocupação proposta apresenta interferência com um curso d'água que nasce no local, devendo-se observar, entretanto, que esse curso d'água já se encontra degradado no seu percurso pela zona urbanizada a jusante, e será totalmente alterado pela passagem das obras. Registra-se, também, que a área apresenta somente vegetação pioneira.

Provavelmente, o segmento entre o segundo e o terceiro túnel é o de maior complexidade do Empreendimento, pelo menos no que diz respeito às atividades de terraplenagem. Nesse trecho, não foi possível localizar outra área de bota-fora com condições melhores às verificadas no BF-08, devendo-se ressaltar que a topografia e o padrão de uso do solo do entorno restringem, em muito, as áreas de busca.

A capacidade do BF-08 é estimada em 430.000 m<sup>3</sup>, insuficiente, portanto, para receber a totalidade dos excedentes a serem gerados no segmento.

**BF-09:**

O bota-fora BF-09 apresenta grande capacidade teórica (aproximadamente 1.000.000 m<sup>3</sup>), ocupando um vale coberto por reflorestamento. A sua utilização até o limite da capacidade interferiria diretamente com os cursos d'água que nascem no local e confluem, logo a jusante, para o córrego do Garcia.

O balanço de materiais calculado na **Tabela 4.4.1** indica ser indispensável a utilização, pelo menos parcial, desse bota-fora (100.000 a 150.000 m<sup>3</sup>). O uso restrito poderia limitar significativamente as interferências sobre cursos d'água, ou até eliminá-las, devendo, entretanto, serem realizados levantamentos topográficos locais para confirmação do melhor setor a ser aproveitado.

Nas **Tabelas 4.5.1** e **4.5.2** apresentadas a seguir, são elencadas, para cada sub-trecho, as áreas de bota-fora e empréstimo pré-identificadas, com a sua respectiva capacidade estimada e totalização por sub-trecho.

**Tabela 4.5.1**  
**Áreas de Bota-fora Pré-Selecionadas por Sub-Trecho**

<b>TRECHO</b>	<b>Código</b>	<b>Capacidade (m3)</b>
INTERSEÇÃO C/ RÉGIS (1)	BF-01	140.000
Sub-total		140.000
RÉGIS / RAPOSO + INTERSEÇÃO (2)+(3)	BF-02	110.000
	BF-03	70.000
	BF-04	30.000
Sub-total		210.000
RAPOSO / CPTM (4)+(5)+(6)	BF-05	160.000
Sub-total		160.000
CPTM / CASTELO (7)	BF-06	180.000
Sub-total		180.000
CASTELO / ANHANGUERA (8)	BF-07	100.000
	BF-08	430.000
	BF-09	1.000.000
Sub-total		1.530.000
INTERSEÇÃO ANH. / BAND (9)+(10)+(11)	BF-10	240.000
	BF-11	180.000
	BF-12	80.000
Sub-total		500.000
BANDEIRANTES / Est. VELHA (12)+(13)+(14)	BF-13	70.000
	BF-14	500.000
Sub-total		570.000
<b>TOTAL GERAL</b>		<b>3.290.000</b>

Nota: Os números os parênteses indicam os sub-trechos de equivalência com a tabela 4.4.1.

**Tabela 4.5.2**  
**Áreas de Empréstimo Pré-Selecionadas por Sub-Trecho**

<b>TRECHO</b>	<b>Código</b>	<b>Capacidade (m3)</b>
INTERSEÇÃO C/ RÉGIS (1)	AE-01	1.300.000
	AE-02	600.000
	AE-03	350.000
Sub-total		2.250.000
RÉGIS / RAPOSO + INTERSEÇÃO (2)+(3)	AE-04	160.000
	AE-05	300.000
Sub-total		460.000
RAPOSO / CPTM (4)+(5)+(6)	AE-06	470.000
	AE-07	600.000
	AE-08	370.000
	AE-09	180.000
	AE-10	190.000
	AE-11	480.000
Sub-total		2.290.000
CPTM / CASTELO (7)		
Sub-total		0
CASTELO / ANHANGUERA (8)	AE-12	240.000
	AE-13	1.400.000
	AE-14	350.000
Sub-total		1.990.000
INTERSEÇÃO ANH. / BAND (9)+(10)+(11)	AE-15	150.000
	AE-16	300.000
	AE-17	150.000
	AE-18	350.000
Sub-total		950.000
BANDEIRANTES / Est. VELHA (12)+(13)+(14)	AE-19	650.000
Sub-total		650.000
<b>TOTAL GERAL</b>		<b>8.590.000</b>

Nota: Os números os parênteses indicam os sub-trechos de equivalência com a tabela 4.4.1.

Conforme pode-se observar, as áreas pré-selecionadas totalizam uma capacidade de 3.290.000 m<sup>3</sup> em áreas de bota-fora, e 8.590.000 m<sup>3</sup> em áreas de empréstimo.

Na **Tabela 4.5.3** apresenta-se a comparação entre as necessidades por sub-trecho indicadas na **Tabela 4.4.1**, e a capacidade (também por sub-trecho) das áreas de bota-fora e empréstimo pré-identificadas no presente EIA.

**Tabela 4.5.3**  
**Avaliação da Suficiência das Áreas de Bota-fora e Empréstimo Pré-Selecionadas**

TRECHOS	Bota-Foras (BF)			Empréstimos (AE)		
	Capacidade das Áreas de Apoio Pré-Selecionadas	Necessidades do Trecho	Balanco - Áreas Pré-selecionadas vs. Necessidades	Capacidade das Áreas de Apoio Pré-Selecionadas	Necessidades do Trecho	Balanco - Áreas Pré-selecionadas vs. Necessidades
INTERSEÇÃO C/ RÉGIS (1)	140.000	5.900	134.100	2.250.000	1.803.240	446.760
RÉGIS / RAPOSO + INTERSEÇÃO (2)+(3)	210.000	114.100	95.900	460.000	806.570	-346.570
RAPOSO / CPTM (4)+(5)+(6)	160.000	38.200	121.800	2.290.000	1.738.890	551.110
CPTM / CASTELO (7)	180.000	0	180.000	0	798.560	-798.560
CASTELO / ANHANGUERA (8)	1.530.000	614.200	915.800	1.990.000	1.161.050	828.950
INTERSEÇÃO ANH. / BAND (9)+(10)+(11)	500.000	303.000	197.000	950.000	1.439.610	-489.610
BANDEIRANTES / Est. VELHA (12)+(13)+(14)	570.000	555.380	14.620	650.000	124.670	525.330
<b>TOTAIS</b>	<b>3.290.000</b>	<b>1.630.780</b>	<b>1.659.220</b>	<b>8.590.000</b>	<b>7.872.590</b>	<b>717.410</b>

Neste contexto, cabem dois comentários.

Em primeiro lugar, observa-se que o sub-trecho Régis Bittencourt / Raposo Tavares (inclusive interseção Raposo) é deficitário. Entretanto, conforme já indicado, na Rodovia Raposo Tavares existe um dispositivo de transposição que poderá ser utilizado durante os trabalhos de terraplenagem, de forma que a capacidade excedente nas áreas de empréstimo do sub-trecho ao norte da Raposo Tavares poderá ser aproveitada, pelo menos na região da interseção, que é a que deverá demandar maiores quantidades de empréstimo.

Similarmente, na interseção Bandeirantes, o material necessário poderá ser obtido no sub-trecho entre essa interseção e a linha da Fepasa (sub-trecho 12 na **Tabela 4.4.1**), uma vez que existe no local uma passagem inferior que viabiliza essa transposição.

Em segundo lugar, observa-se que não existe definição quanto à área de empréstimo a ser utilizada para atender às necessidades do sub-trecho entre a linha da CPTM e a interseção Castelo Branco (aproximadamente 800.000 m<sup>3</sup>). Trata-se, de fato, de uma situação bastante complexa, uma vez que dentro da área delimitada, de um lado pela linha da CPTM e Avenida dos Autonomistas, e de outro lado, pelo rio Tietê e Rodovia Castelo Branco, não existem áreas de empréstimo viáveis, e a transposição de 800.000 m<sup>3</sup> de material sobre as barreiras acima citadas também é inviável.

A solução preliminarmente definida para esta situação, é a priorização das obras de transposição da Rodovia Castelo Branco e da ponte sobre o rio Tietê. Assim que viabilizada uma passagem, o material disponível na área de empréstimo AE-13 poderá ser explorado, existindo, nessa área, material suficiente para fornecer os 800.000 m<sup>3</sup> necessários entre a Castelo e a CPTM, e, também, para complementar as necessidades do sub-trecho entre a Castelo e a embocadura do segundo túnel (T2/3), cujas demandas não serão totalmente cobertas pelas áreas AE-12 e AE-14.

Outras alternativas estão sendo estudadas e poderão ser adotadas, caso se demonstrem mais favoráveis que a solução acima descrita. Entre as opções em análise, pode-se mencionar:

- Utilização de areia adquirida das empresas que exploram a Lagoa de Carapicuíba;
- Aproveitamento, após tratamento de correção (secagem, britagem no local e/ou outro), dos materiais de escavação a serem removidos pelo DAEE durante os trabalhos de aprofundamento da calha do rio Tietê, em especial os de primeira categoria;
- Alteração do projeto, transpondo todo o sub-trecho com obra de arte especial (viaduto) e, praticamente, eliminando as necessidades de empréstimo.

Caso configure-se alguma alteração de projeto visando equacionar melhor essa situação, ela será encaminhada durante a etapa de Licenciamento de Instalação.

## **4.6**

### **Principais Procedimentos Executivos**

A seguir, a forma de execução dos principais serviços de obra é sucintamente descrita, com ênfase nas atividades com maior potencial impactante. Essa descrição abrange somente os procedimentos executivos padronizados para obras rodoviárias, excluindo as tarefas de complementação e/ou adequação dos mesmos para efeitos de mitigação de impactos, as quais são especificadas de forma detalhada na descrição do Programa de Medidas Mitigadoras (Seção 6.6). Assim, por exemplo, a proteção do corpo estradal com forração

vegetal (grama em placa ou hidrosemeadura) é parte indissociável da obra e encontra-se especificada a seguir. Em contraste, a implantação de um projeto paisagístico e/ou de áreas de reflorestamento heterogêneo com espécies nativas, constituem medidas opcionais de mitigação ou compensação, e são descritas na Seção 6.6.

Os procedimentos de execução de maior impacto potencial necessários para a implantação Empreendimento são os seguintes:

### **Limpeza e preparação do terreno**

As atividades de limpeza e preparação de terreno exigirão a execução dos seguintes serviços dentro da faixa de domínio:

#### **Demolições:**

As atividades de demolição de edificações serão executadas manualmente, com ferramentas adequadas, ou mecanicamente, com uso de trator, ou outros equipamentos. O entulho será carregado em caminhões basculantes com auxílio de retroescavadeiras e transportado para área de bota-fora, ou áreas de estocagem indicadas pelas prefeituras locais.

Para a demolição de pavimentos flexíveis serão utilizados rompedores pneumáticos e motoniveladora adaptada com escarificador.

#### **Remoções:**

Sempre que possível, os elementos pré-moldados de obras públicas existentes na faixa de domínio serão removidos para posterior aproveitamento pelas prefeituras locais. Essa remoção incluirá, principalmente, guias pré-moldadas e canalizações (drenagem pluvial). No primeiro caso, o procedimento será manual, com auxílio de ferramentas apropriadas. Para a remoção de canalizações, será primeiramente executada a escavação mecânica com retroescavadeira. Posteriormente, os tubos serão soltos manualmente e carregados para transporte em caminhão carroceria com braço mecânico.

#### **Relocação e/ou proteção de interferências:**

Diversos tipos de redes públicas deverão ser removidas, relocadas e/ou protegidas como parte das atividades de preparação do terreno. Os procedimentos executivos serão adaptados caso a caso, de acordo com as normas técnicas das respectivas concessionárias. Em todos os casos, esses procedimentos incorporam as seguintes diretrizes básicas:

- minimização dos períodos de interrupção de fornecimento;

- minimização de riscos ambientais decorrentes da relocação (especialmente no caso de oleodutos, gasodutos e redes de esgoto).

Implantação de cercas e/ou tapumes:

As áreas de trabalho serão delimitadas com cercas e/ou tapumes impedindo o acesso de pessoas e veículos não diretamente envolvidos no processo de execução das obras. Esses serviços serão executados de forma manual.

Limpeza geral:

Inicialmente, todo o lixo, entulho e outros resíduos dispostos irregularmente na faixa de domínio será removido para o bota-fora (ou aterro sanitário) com uso de pá carregadeira e caminhões basculantes.

Em seguida, serão colocadas as marcações topográficas delimitando as áreas de intervenção direta até o limite das cristas de taludes de corte e pés de saias de aterro.

As áreas a serem objeto de desmatamento e destocamento serão atacadas em primeiro lugar, devendo-se utilizar no processo motosserras (para o corte inicial) e tratores esteira (para o destocamento). Onde a topografia não permitir o acesso de equipamentos pesados, os tocos serão seguros com cabos e puxados desde o local acessível mais próximo. Os resíduos florestais serão transportados em caminhões basculantes até o bota-fora vegetal que venha a ser definido (ver também medida mitigadora sobre doação de toras e material lenhoso - Seção 6.0).

Em seguida, proceder-se-á com a raspagem superficial de todas as áreas de intervenção. O horizonte orgânico do solo será removido para fora das áreas de trabalho com auxílio de pás carregadeiras e caminhões basculantes, podendo ser transportado para bota-fora ou para áreas de estocagem provisória para posterior aproveitamento (ver medida mitigadora referente a este assunto).

**Preparação e/ou Substituição de Solos**

Os procedimentos executivos a serem adotados para a preparação de horizontes de solos de baixa consistência, sujeitos a recalques quando submetidos a carregamentos acima da sua capacidade de suporte, terão por objetivo, sempre que possível, privilegiar as técnicas de preparação / correção de solos, minimizando os volumes de substituição de solos que geram demandas por áreas de empréstimo e de bota-fora, com os consequentes impactos ambientais.



Este tipo de solo ocorre, geralmente, em zonas aluvionares decorrentes da presença de cursos d'água. Ao longo do Empreendimento verifica-se a ocorrência significativa destes solos nos trechos abaixo indicados:

- estacas 2130 à 2160 - entre o córrego Embú e a Rodovia Régis Bittencourt;
- estacas 2700 à 2900 - várzeas do ribeirão Carapicuíba e do rio Tiête;
- estacas 3000 à 3080 - várzea do córrego Três Irmãos - em Barueri;
- estacas 3610 à 3630 - travessia sobre a várzea do ribeirão Perus.

Os solos de baixa capacidade de suporte poderão ser aproveitados como fundação dos aterros, desde que recebam tratamento adequado, de tal forma que os recalques sejam dissipados em etapa anterior, e/ou que os mesmos sejam alterados por adição de materiais que melhorem suas características de suporte.

Entre os tratamentos de correção de solos que poderão ser utilizados, dependendo de estudos a serem concluídos durante a fase de Projeto Executivo, destacam-se os seguintes:

Aterro de Sobrecarga para Aceleração dos Recalques:

Este processo será realizado por adição de aterros com alturas maiores do que as previstas, gerando uma sobrecarga nas fundações dos mesmos, constituídas por horizontes de solo mole.

O ganho de resistência do solo é adquirido pela expulsão da água que está contida nos seus vazios, e conseqüente adensamento do mesmo, devido ao acréscimo de pressão imposto pela massa de terra sobrejacente.

A expulsão da água poderá ser acelerada com a inserção de camada horizontal drenante (areia e/ou brita) posicionada sobre a camada de solo a ser tratado e/ou drenos verticais de areia ou de geotêxtil, dispostos em malhas quadradas, de acordo com o prazo disponível para a dissipação dos recalques.

As camadas de aterro serão adicionadas de forma controlada, para não ocasionar o ruptura do solo mole.

Serão instalados dispositivos de controle dos recalques para monitoração do processo.

As camadas de aterro excedentes, após a efetivação dos recalques até os níveis previstos, serão totalmente reaproveitadas na execução dos aterros do corpo estradal, não gerando materiais de bota-fora.

### Aplicação de Mantas de Geotêxtil

Trata-se, neste caso, da colocação de manta de geotêxtil sobre as camadas de solo mole antes do início dos aterros, de maneira que, trabalhando por tração, esta manta melhore a capacidade de suporte do solo.

Esta alternativa somente será adotada caso a análise dos ensaios geotécnicos específicos demonstrem que as condições de resistência do solo a ser tratado são compatíveis com o procedimento.

Deve-se ressaltar que a manta geotêxtil é um material inerte, não agredindo, portanto, o meio-ambiente.

### Adição de Materiais no Interior da Massa de Solo Mole

Trata-se do aumento da resistência do solo mole com a adição de calda de cimento, injetada a alta pressão, através de equipamentos adequados, formando colunas de solo-cimento, consolidando, desta forma, as fundações dos aterros.

Na impossibilidade de corrigirem-se os solos moles pelos procedimentos acima descritos, será promovida a sua substituição parcial ou total.

Nesses casos, o solo removido será substituído por material inerte removido de área de empréstimo, sendo que o material escavado deverá ser conduzido e acomodado em áreas de bota-fora previamente selecionadas e licenciadas.

A utilização de áreas de bota-fora, previamente licenciadas, será efetivada mediante critérios rigorosos para o tratamento do material a ser depositado.

Após a deposição e acomodamento do material de baixa consistência, o mesmo será coberto por camada de solo de boa qualidade e compactado adequadamente.

Também serão executadas obras de proteção mediante implantação de dispositivos de drenagem superficial e revestimento vegetal em grama e/ou tratamento paisagístico da área.

### **Terraplenagem**

Os serviços de terraplenagem terão início após a limpeza das áreas de trabalho e remoção (estocagem) do horizonte orgânico do solo. Estão compreendidas nas atividades de terraplenagem, a escavação de materiais de 1ª, 2ª, e 3ª categorias nas seções em corte, a execução de aterros e transporte até locais de aproveitamento dentro da faixa de domínio, a formação de aterros e a respectiva compactação.

Para tanto, utilizar-se-ão, preferencialmente, tratores de esteiras para distâncias de transporte muito curtas (até 100 metros), *motoscrapers* de grande capacidade para distâncias de transporte entre 100 e 1.800 metros envolvendo materiais de 1ª e/ou 2ª categorias, e conjuntos compostos de tratores de esteiras, pás-carregadeiras e caminhões tipo basculante, para distâncias de transporte maiores.

Quando necessário, os materiais de 2ª categoria poderão ser removidos com *ripper* para posterior carga com *motoscraper*, ou alternativamente para manuseio posterior em conjunto com o material de 3ª categoria.

As escavações de material de 3ª categoria serão realizadas com uso prévio de explosivos e posterior remoção com uso de tratores de esteiras, pás-carregadeiras e caminhões basculantes. Os procedimentos especiais para uso de explosivos descritos mais adiante para a atividade de escavação de túneis, aplicam-se também a esse caso.

A formação dos corpos de aterros processar-se-á mediante a justaposição de camadas consecutivas sob constante horizontalização, abrangendo a largura total das seções de trabalho e envolvendo a utilização de motoniveladoras, tratores de pneus com grade de discos, caminhões pipa e rolos compactadores de diversos tipos, de forma a garantir as condições ideais de compactação.

Não estão incluídas nesta ação as atividades de transporte e disposição de material excedente em áreas de bota-fora, ou de extração e transporte de material de empréstimo.

### **Escavação de túneis**

A escavação dos túneis será precedida por mapeamentos geológicos de superfície e campanhas de investigações geotécnicas, já iniciadas, através de sondagens a percussão e mistas (percussão e rotativas), posicionadas de forma a fornecer informações, com o máximo grau de confiabilidade, quanto às características geológico/geotécnicas locais.

O método de escavação será o N. A. T. M., com a escavação realizada em duas etapas: calota (com arco invertido provisório) e rebaixo.

Para a prospecção *in-loco* do maciço e mapeamento do mesmo, está prevista a utilização de galeria piloto.

A escavação será executada com frezas, quando em solo, e com explosivos de baixo impacto, quando em rocha.

Para se evitar impactos e riscos associados a escavações a fogo em áreas urbanas procurar-se-á atender ao seguinte roteiro:

- análise da segurança funcional, estabilidade estrutural e nível de riscos de equipamentos eletrônicos, instalações industriais finas, edificações comuns e especiais, cortes em solo e rocha, taludes naturais, aterros e encostas rochosas na área de influência das escavações;
- estabelecimento de parâmetros e critérios de decisão e controle de funcionalidade operacional, segurança estrutural e minimização de riscos de situações detectadas potencialmente comprometidas;
- vistoria técnica, imediatamente antes do início das obras, das condições e circunstâncias efetivamente prevalescentes;
- implantação de sistema de monitoramento para controlar, durante a obra, os deslocamentos de referências críticas e os níveis de intensidade de vibrações em pontos importantes;
- realização de um programa de informações à comunidade para esclarecer sobre o uso controlado de explosivos;
- reajustes experimentais dos planos de fogo, para garantir que os limiares dos níveis vibratórios, exigidos pelos órgãos licenciadores nas situações de risco previamente identificadas, não sejam ultrapassados.

Durante a fase de obra, serão preservadas as condições adequadas de trabalho junto à frente de escavação, com ar renovado constantemente através de dutos e filtros para a retirada do pó em suspensão.

Adotar-se-ão cambotas treliçadas (emboques e trechos em solo) e concreto projetado com tela soldada, como revestimentos primário e secundário do túnel.

O revestimento do arco invertido provisório também será em concreto projetado com tela soldada.

O revestimento do arco invertido definitivo poderá ser em concreto moldado *in-loco*, ou em concreto projetado com tela soldada, dependendo de avaliações a serem concluídas durante a fase de Projeto Executivo.

Os emboques dos túneis serão protegidos contra erosões e possíveis escorregamentos do maciço, mediante a adoção de obras de contenção, drenagem superficial e sub-superficial.

Quando necessário, será adotada contenção em concreto projetado, armado com tela metálica soldada, amarrada a chumbadores de aço solidarizados ao maciço através de injeção de calda de cimento.

Os materiais escavados dos túneis serão destinados, conforme sua classificação, a áreas de bota-fora, base de aterros ou usinas de britagem localizadas ao longo do traçado.

O material de 1ª categoria poderá ser aproveitado nos aterros do corpo estradal. O material de 2ª categoria poderá ser aproveitado como forro das bases dos aterros, como recobrimento dos caminhos de serviço (pedras de menores dimensões), destinados à britagem para posterior aproveitamento como camadas do pavimento, ou para áreas de bota-fora, devidamente aprovadas e tratadas. Finalmente, o material de 3ª categoria (rocha) poderá ser destinado para britagem, para posterior aproveitamento como camadas do pavimento, ou para áreas de bota-fora, devidamente aprovadas e tratadas.

### **Utilização de áreas de empréstimo e bota-fora**

A utilização de áreas de empréstimo e bota-fora será sempre precedida de prévio licenciamento ambiental específico.

A exploração de áreas de empréstimo será executada em estrita concordância com os planos de aproveitamento previamente aprovados.

O aproveitamento processar-se-á a partir de acesso implantado, sempre de forma a não interferir com usos adjacentes.

Em uma etapa inicial, a camada de solo orgânico será removida e estocada em área adjacente, para posterior aproveitamento.

O material a ser aproveitado será escavado com *motoscraper* e/ou com conjuntos de trator de esteira, pás carregadeiras e caminhões basculantes, dependendo das distâncias de transporte e características do relevo local.

A escavação será realizada por frentes amplas de ataque, promovendo-se sempre a horizontalização das áreas de trabalho.

Os taludes nos limites das áreas de corte terão inclinação padrão de 1:1 (podendo ser maiores quando as condições locais permitirem), e contarão com bermas de alívio a intervalos nunca maiores que 6 metros.

No final da exploração da área, a camada de solo vegetal será novamente espalhada sobre a área, e serão executados os serviços de forração vegetal com grama em placa e/ou hidrosemadura, e implantado o sistema de drenagem superficial com características similares

ao utilizado no corpo estradal. Ele consistirá, principalmente, de valetas com ou sem revestimento estrutural e com percurso paralelo à crista dos taludes em corte. Essas valetas minimizarão o escoamento de água pluvial sobre os taludes de corte, e direcionarão os fluxos na direção de escadas hidráulicas e canaletas com revestimento até atingir o sistema de drenagem urbana a jusante da área.

Procedimento similar será utilizado para a disposição de material excedente de corte nos bota-foras. O aterro nessas áreas será executado em camadas paralelas cuja espessura será sempre inferior a 30 cm. Para ligação entre camadas, o topo da camada inferior será escarificado até uma profundidade de 5 cm, e posteriormente compactado.

As saias de aterro serão também compactadas, procedendo-se ao sobre-aterro e posterior remoção da camada de terra solta sobre a saia com retroescavadeira, quando em situações críticas. A inclinação padrão em saias de aterro será de 1: 1,5, salvo exceções.

### **Implantação de bueiros e tubos de concreto**

O traçado do Empreendimento interfere com diversos cursos d'água, a maioria de pequeno porte, exceção feita ao córrego Carapicuíba. Para a adequação destas interferências foram projetados bueiros, que permitem a transposição do corpo estradal, ou canalizações que terão a finalidade de adequar o escoamento das águas pluviais às novas condições introduzidas pelas obras, além de permitir a execução das obras do corpo estradal.

As obras de canalização serão executadas de jusante para montante e, sempre que possível, a seco, fora da calha natural do córrego. Quando o traçado da canalização coincidir com o curso d'água natural, serão executados corta-rios, ensecadeiras e, se necessário, sistemas de bombeamento.

As dimensões dos corta-rios e ensecadeiras serão determinadas em função dos possíveis danos causados às obras, a terceiros e ao meio ambiente, considerando-se, também, o período do ano previsto para a execução das obras de canalização, uma vez que a estação climática é condicionante na determinação das vazões de dimensionamento das obras provisórias de desvio.

Os procedimentos executivos que serão utilizados para escavação, assentamento e reaterros de bueiros e tubos de concreto envolvem a escavação linear com retroescavadeira até uma cota inferior ao nível de apoio dos mesmos. A escavação processar-se-á por cortes sucessivos. Nos casos de solos moles com destino a bota-fora, efetuar-se-á o carregamento diretamente em caminhão basculante. O material adequado para aproveitamento no reaterro será estocado à margem da vala.

Em locais onde a estabilidade do talude exigir, será colocado escoramento de madeira e/ou metálico para proteger a escavação.

Concluída a escavação, será efetuado o apiloamento do fundo da vala, seguido da execução do lastro de areia, ou outro que venha a ser indicado no Projeto Executivo.

O assentamento de bueiros e tubos será iniciado pelo lançamento e nivelamento dos mesmos sobre o lastro, utilizando-se para tanto retroescavadeira ou guindaste de pneus.

O posicionamento dos tubos será sempre com as bolsas a montante do fluxo, sendo alinhados e rejuntados com argamassa de cimento e areia. Após a conclusão da colocação da linha de tubos e implantação das caixas de passagem, serão executados testes de estanqueidade.

Ao final será executada a operação de reaterro, aproveitando-se o material da escavação quando viável, ou material de empréstimo, em caso contrário. A compactação será executada

com compactadores de placa em camadas de não mais de 15 cms. de espessura, com lançamentos equilibrados nos dois lados de modo a não introduzir pressões desiguais.

Nos casos pertinentes, o passo final consistirá no fechamento do corta-rio e restituição do fluxo de água ao seu curso natural.

### **Canalização do Córrego Carapicuíba**

O córrego Carapicuíba deverá ser canalizado a partir da estaca 2761 até a foz no rio Tietê, numa extensão aproximada de 3200 metros.

Todo o serviço de canalização do córrego deverá ser executado antes da implantação do Rodoanel neste trecho, considerando-se as dificuldades e implicações para a construção do canal.

Entre a estaca 2761 e, aproximadamente, a estaca 2800, a canalização do córrego será executada a seco, fora da calha natural, por método construtivo convencional para execução de canal em seção retangular, revestido em concreto, utilizando-se os equipamentos usualmente empregados em construções desta natureza. As escavações também usarão métodos convencionais de execução de canais a céu aberto, utilizando-se de tratores, retro-escavadeiras, pá carregadeiras, caminhões basculantes e outros equipamentos que se fizerem necessários.

No trecho compreendido entre a estaca 2800 e 2865 (travessias sob a Av. dos Autonomistas e as linhas da CPTM), onde a canalização coincide ou interfere com a calha natural do córrego, deverá ser executado um corta-rio, em dimensões a serem determinadas no Projeto Executivo. Este corta-rio deverá ser implantado entre o atual leito do córrego e a Av. Marginal existente, em seção, sempre que possível, trapezoidal, com as paredes em taludes compatíveis com a estabilidade local do terreno de escavação, prevendo-se dispositivos de contenção e enscadeiras, onde necessário. Também será estudada a necessidade de executarem-se enrocamentos nos taludes do corta-rio. Os equipamentos a serem utilizados na execução dos serviços serão os mesmos utilizados nas escavações do canal a céu aberto.

Com estes procedimentos, a canalização do córrego neste trecho dar-se-á a seco, utilizando-se o método construtivo do trecho anterior.

Nas travessias da Avenida dos Autonomistas e das linhas da CPTM, para a execução da canalização, serão construídas enscadeiras nas meia-seções das travessias hoje existentes, para a adequação às necessidades do projeto a ser implantado. Quando da conclusão dos serviços na meia-seção trabalhada a seco, será executada a inversão da meia-seção utilizada pelo curso do córrego, para o término da adequação das travessias. Na conclusão desta segunda etapa, as enscadeiras serão eliminadas.



Os serviços a serem executados nas travessias serão de adequação das seções existentes ao projeto, com demolições de fundações antigas, rebaixamento da calha do córrego, utilizando-se equipamentos de demolição mecânica, evitando-se a utilização de demolições com explosivos, devido às características da região e das travessias. Todo o serviço a ser executado nas travessias será programado para o período climático de estiagem, visando garantir a vazão nas meia-seções utilizadas durante a execução da adequação das seções ao projeto.

Dessas travessias até a foz no Rio Tietê, o canal será construído em seção trapezoidal sem revestimento, sendo retificado em quase sua totalidade (neste sub-trecho). Portanto, não será necessária a execução de corta-rio, visto que boa parte da canalização será feita fora da calha natural do córrego. Para a construção deste trecho, o método construtivo a ser utilizado será o convencional para a execução de canais a céu aberto em solo, tomando-se as precauções cabíveis quanto à segurança de trabalho e à qualidade das obras.

Para a retificação do córrego logo após as travessias, deverão ser utilizadas escavadeiras para a adequação das paredes e do leito à seção do canal. Os equipamentos a serem utilizados serão, basicamente, os mesmos utilizados na escavação do corta-rio.

### **Execução de obras de arte especiais**

Os procedimentos construtivos necessários à implantação das obras de arte especiais envolvem, dependendo do tipo de estrutura, três tipos de técnicas diferentes.

Os viadutos de menor extensão e configuração reta poderão ser pré-moldados, com base em componentes a serem pré-fabricados localmente em pátios de vigas habilitados na própria faixa de domínio ou em áreas adjacentes.

Os viadutos maiores e/ou em curva serão executados por métodos convencionais (caixão cimbrado).

As pontes sobre o rio Tietê serão construídas pelo sistema de balanços sucessivos.

As principais atividades potencialmente impactantes envolvidas na execução das obras de arte especiais incluem:

- Cravação de estacas pré-moldadas,
- Formas e desformas,
- Colocação de armaduras,
- Produção, transporte, adensamento e cura de concreto,
- Concretagens,

- Montagem de elementos pré-moldados
- Implantação e operação de desvios provisórios do trânsito.

### **Pavimentação**

A pavimentação será realizada a partir da aquisição comercial, extração em áreas de empréstimo ou produção nas instalações industriais provisórias implantadas em áreas de apoio, dos materiais que comporão as camadas de reforço do sub-leito, sub-bases, bases e revestimentos, nas quantidades estimadas na **Tabela 4.4.2**.

Os serviços necessários à colocação desses materiais envolverão principalmente a utilização de motoniveladoras, caminhões pipa, caminhões basculantes com carga coberta, caminhões espargidores de asfalto, tratores agrícolas com grades de disco, rolos compactadores, rolos de tambor liso, rolos de pneus de pressão variável, distribuidores de agregados e vibroacabadoras.

### **Revestimento e forração vegetal**

Todas as áreas em solo exposto receberão forração vegetal, seja por hidrosemeadura, seja mediante colocação de grama em placa. Preferencialmente, a grama em placa será colocada nas saias de aterro e taludes de corte, exceto nos casos em que seja definido outro tratamento nesses locais.

Todos os serviços de forração vegetal serão precedidos de colocação de camada de solo orgânico previamente estocada.

Após a implantação, serão efetuados repasses periódicos em todos os locais em que isto demonstrar-se necessário em decorrência de germinação insuficiente (hidrosemeadura) e/ou índice de perda excessivamente elevado (grama em placa). As áreas trabalhadas serão objeto de irrigação periódica com caminhão pipa, até a sua consolidação definitiva.

## **4.7**

### **Cronograma**

O cronograma de implantação do Empreendimento prevê a execução das obras no prazo total de 24 meses. Esse cronograma é compatível com as características e envergadura do Empreendimento, e com os objetivos de minimização do seu impacto, uma vez que é interessante minimizar a duração das atividades que interferem com o uso antrópico do entorno. A **Figura 4.7.1** incluída nesta seção indica os prazos de duração das principais atividades de implantação.

Cabe ressaltar, entretanto, que o prazo de implantação dos diversos sub-programas ambientais que integram o Empreendimento não se insere necessariamente dentro desse prazo de 24 meses. Muitas medidas exigem prazos maiores ou dependem de períodos mais prolongados de monitoramento (por exemplo, as áreas de recomposição florestal). No **Quadro 6.6.1** incluído na Seção 6.6 (Volume IV) indicam-se de forma discriminada os períodos de implantação de todas as medidas mitigadoras e/ou compensatórias preconizadas.

## 4.8

### Investimentos

O valor total dos investimentos necessários à implantação do Trecho Oeste do Rodoanel é estimado em R\$ 659.622.228,00, conforme a itemização geral apresentada a seguir:

Custo das Obras -	R\$ 517.594.396
Projeto e Gerenciamento (5%) -	R\$ 25.879.720
<b>Sub-Total 1</b>	<b>R\$ 543.474.116</b>
Desapropriações -	R\$ 106.400.000
<b>Sub-Total 2</b>	<b>R\$ 649.874.116</b>
Programas Ambientais (1,5%) -	R\$ 9.748.112
<b>Total Geral</b>	<b>R\$ 659.622.228</b>

Na **Tabela 4.8.1** a seguir, apresenta-se de forma mais detalhada a composição do custo das obras. Merece destaque nessa tabela o custo dos túneis, parcialmente necessários para minimizar os impactos sobre fragmentos de mata nativa. De fato, os seis túneis previstos em três pontos do traçado representarão um custo de R\$ 163.200.000, equivalente a 31% do custo total das obras civis.

O custo dos Programas Ambientais propostos para o Empreendimento na Seção 6.6 totaliza R\$ 9.748.112, equivalentes a 1,5% do valor total dos investimentos. Esse custo refere-se exclusivamente aos sub-programas que dizem respeito à fase de implantação, uma vez que os custos associados aos sub-programas de Monitoramento Ambiental da Operação (M.06) e Documentação Ambiental Durante a Operação (M.09), serão custos exclusivamente operacionais.

A composição do custo acima indicado segundo sub-programas ambientais, é preliminarmente definida na **Tabela 4.8.2** a seguir.



**Tabela 4.8.2**  
**Custo dos Programas Ambientais Durante a Fase de Implantação**

Código	Sub-Programa (Fase de Implantação)	Custo (R\$)	Custo como % do Investimento Total
M.01	Instrumentação do Sistema de Gestão Ambiental	550.000	0,08%
M.02 (1)	Adequação do Projeto Executivo	80.000	0,01%
M.03	Adequação do Planejamento das Obras	185.000	0,02%
M.04	Adequação dos Procedimentos Construtivos	70.000	0,01%
M.05	Monitoramento Ambiental da Implantação	2.280.000	0,36%
M.07 (2)	Controle de Riscos Operacionais	150.000	0,02%
M.08	Documentação Ambiental Durante a Implantação	840.000	0,14%
M.10	Compensação Ambiental em Áreas Externas à ADA	3.955.000	0,60%
M.11	Apoio à Adequação de Instrumentos de Gestão	1.638.112	0,26%
<b>Totais</b>		<b>9.748.112</b>	<b>1,50%</b>

**NOTAS:** (1) - Os custos desse sub-programa estão, em grande parte, integrados ao custo do Projeto Executivo;

(2) - A maior parte dos custos desse sub-programa são considerados custos operacionais.

Conforme pode-se apreciar, o Sub-Programa de Compensações Ambientais em Áreas Externas à ADA (M.10) exigirá investimentos estimados em R\$ 3.955.000, equivalentes a aproximadamente 0,6% do valor total dos investimentos. Atende-se, desta forma, às exigências da Resolução CONAMA Nº 02 de 18 de abril de 1996, que exige que, pelo menos, 0,5% do investimento em obras de infra-estrutura seja canalizado à criação e/ou requalificação de unidades de conservação (ver Seção 5.5.2 no Volume III).

Deve-se lembrar, por último, que os custos de apoio ao reassentamento de população não se encontram incluídos no orçamento acima descrito, devendo ser incorporados após a realização uma definição mais clara dos locais de relocação e quantidades de pessoas envolvidas.

## 4.9

### Modificações em Estudo

As seguintes modificações encontram-se em análise e, caso venham a confirmar-se, serão encaminhadas na etapa de Licenciamento de Instalação e/ou serão objeto de estudos ambientais específicos:

- Modificações decorrentes da alternativa que venha a ser selecionada para atender às necessidades de material de empréstimo do trecho entre a Avenida dos Autonomistas e a interseção Castelo Branco, podendo inclusive implicar em alterações mais abrangentes nos segmentos imediatamente posteriores do traçado;
- Alteração localizada de traçado no ponto de cruzamento sobre a Avenida dos Autonomistas, consistindo em ajuste de traçado na altura da passagem do Empreendimento pelo mercado existente junto ao Parque Municipal de Carapicuíba. Implantação de agulhas de acesso ao Empreendimento no Município de Santana de Parnaíba, em ponto coincidente com os fundos do Loteamento Tamboré, pouco antes do emboque no segundo túnel (T2/3).

Complementarmente às modificações acima indicadas, deve-se registrar que o detalhamento do Projeto Executivo deverá apresentar uma série de ajustes de traçado, como é normal em projetos rodoviários como o objeto de licenciamento em pauta.