

CAPÍTULO 15  
Desenhos Preliminares dos Projetos Viários

## 15. DESENHOS PRELIMINARES DOS PROJETOS VIÁRIOS

Foram preparados os projetos preliminares das cinco vias selecionadas no Capítulo 13. Neste mesmo capítulo foram avaliadas as classes funcionais, seções transversais-tipo, entre outras características destas vias. Em concordância com os resultados desta avaliação é que foram preparados os projetos preliminares com atenção particular para a topografia local, drenagem e outras características relevantes.

### 15.1. CRITÉRIOS DE PROJETO

#### 15.1.1. PADRÕES DE PROJETO

Os projetos preliminares dos projetos viários foram baseados nas normas estabelecidas pelo DNER. A Tabela 15.1-1 mostra a classificação das vias de acordo com a classe e velocidade projetadas.

Tabela 15.1-1 Classificação das vias e velocidade projetada

Vias	Classe de projeto aplicada	Velocidade projetada (km/h)
Avenida Primeiro de Dezembro	Classe II	70 (50)
Avenida Mário Covas	Classe II	60 (50)
Rua Yamada	Classe IV	60
Rua da Marinha	Classe IV	60 (50)

Nota: Os números entre parênteses representam valores mínimos requeridos.

#### 15.1.2. ELEMENTOS DE PROJETO GEOMÉTRICO

Os padrões de projeto para as respectivas classes estão mostrados na Tabela 15.1-2. Estes padrões foram definidos de acordo com a AUSTROADS (Lustrous National Office) no Brasil.

Tabela 15.1-2 Padrões de Projeto Geométrico para Projetos Viários

Elemento Geométrico	Unidade	Avenida Primeiro de Dezembro e Avenida Mário Covas	Rua Yamada e Rua da Marinha
Classe de projeto		Classe II	Classe IV
Velocidade Projetada	km/h	70 (50)	60 (30)
Raio Mínimo	m	170 (80)	125 (25)
Grau Máximo	%	4,5 (5,5)	4,5 (5,5)
Largura da faixa	m	3,5 (3,3)	3,0
Largura do Acostamento (fora)	m	2,5 (0,5)	1,3 (0,5)
Gabarito Vertical	m	5,5 (4,5)	5,5 (4,5)
Gabarito Lateral			
Contínuo	m	0,5	0,3
Canteiro Central	m	1,5	0,5

Nota: Os números entre parênteses representam valores mínimos requeridos.

Fonte: DNER

## 15.2. AVENIDA PRIMEIRO DE DEZEMBRO

### 15.2.1. ALINHAMENTO

#### (1) Alinhamento Horizontal (Classe II, Velocidade projetada de 70km/h, L=8.466m)

A Avenida Primeiro de Dezembro tem a função de uma via arterial secundária, paralela à Rodovia BR-316, lado sul. Com a proposta, a avenida exercerá o papel de importante rota alternativa para alcançar a Rodovia BR-316, além de carrear também, parte do tráfego pesado. A avenida será a ligação mais curta entre o centro e a periferia, pelo lado sudeste, onde as áreas residenciais estão em crescimento. O atual uso do solo é predominantemente residencial. As condições do projeto para o alinhamento horizontal são as seguintes:

- a) O projeto da via inicia na interseção com a Alameda Moça Bonita, término do trecho ora em construção pela Prefeitura de Belém.
- b) O alinhamento horizontal foi projetado para evitar a expansão de áreas residenciais no lado sul da Rodovia BR-316.
- c) As restrições ao alinhamento horizontal são as barreiras ambientais, planejadas para proteger a área de captação do Lago Água Preta.
- d) No trecho que cruza o córrego, no alto do Lago Água Preta, uma ponte será construída, protegida por duas barreiras ambientais.
- e) A interseção com a Avenida Mário Covas será provida de cruzamento em nível em forma de T e semáforo.
- f) A diretriz nas proximidades da Alça Viária foi projetada para evitar a área da bacia de captação.
- g) O raio mínimo requerido nas concordâncias horizontais é de 500m.

#### (2) Alinhamento Vertical

As condições do projeto para o alinhamento vertical são as seguintes:

- a) Em virtude da via atravessar áreas residenciais em expansão, o projeto seguirá, sempre que possível, o alinhamento vertical existente na via.
- b) A rampa longitudinal mais acentuada foi de 1,0%.

### 15.2.2. SEÇÃO TRANSVERSAL

A seção transversal da via adota a largura de 40,0m, contando com o futuro alargamento para seis das quatro faixas propostas. O trecho da via com quatro faixas, originado na interseção com a Avenida Doutor Freitas está agora sendo executado pela Prefeitura de Belém. A Figura 15.2-1 apresenta as seções-tipo atual e as proposta do projeto.

Os elementos requeridos para cada sentido da via são as calçadas de 3,50m, a ciclovia de 2,0m e as pistas de veículos com duas faixas de 3,50m e acostamento de 2,40m.

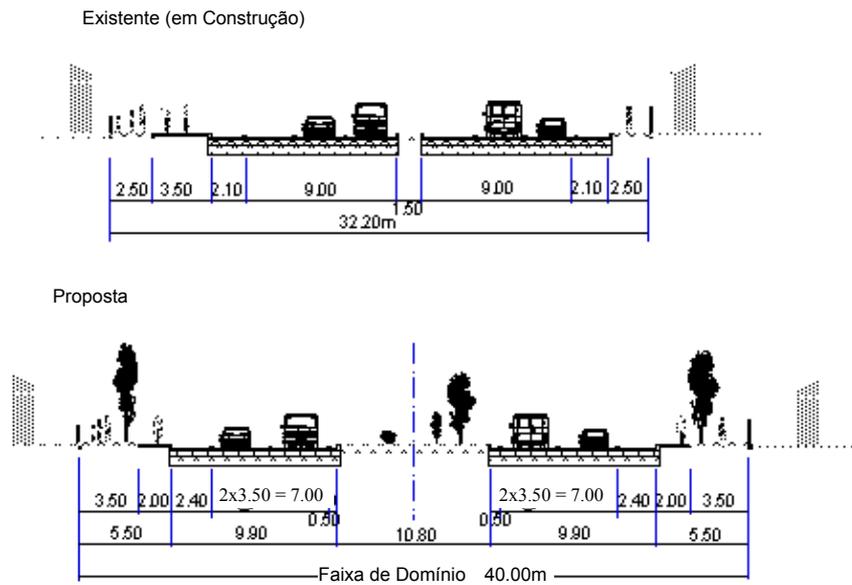


Figura 15.2-1 Proposta de Seção Transversal para Avenida Primeiro de Dezembro

### 15.2.3. DRENAGEM

Para proteção do meio ambiente natural ao sul do reservatório do Lago Água Preta, a via proposta também terá o papel de controlar, ainda que parcialmente, o esgotamento doméstico das áreas residenciais ao norte, em direção ao reservatório.

A Figura 15.2-2 mostra o projeto de drenagem proposto.

- a) Próximo ao início da via proposta, a água será drenada da Rodovia BR-316 em direção ao reservatório.
- b) Em torno do final da via, a água será drenada na direção da Rodovia BR-316.

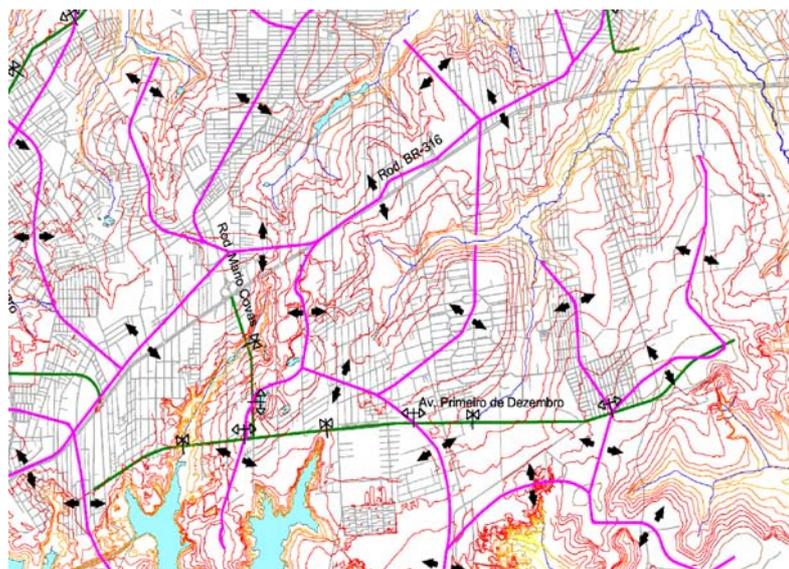


Figura 15.2-2 Proposta de Drenagem para Avenida Primeiro de Dezembro

#### 15.2.4. ESTRUTURA

Foi proposta ma ponte no trecho que cruza o Lago Água Preta, com 510m de comprimento, passando pela área de captação, entre as duas barreiras ambientais (paredes de proteção) planejadas pelo Governo do Estado do Pará (Figura 15.2-3). Devido o longo comprimento a ponte terá 12,0m de largura, ficando mais estreita do que a via, com canteiro central. A seção transversal consiste em uma via de dois sentidos, com 8,0m de largura (duas faixas de 3,5m com murete de 0,5m em ambos os lados), calçada e ciclovia, com 4,0m.

Tendo que passar sobre a área de conservação natural entre as barreiras ambientais, a ponte foi projetada para acompanhar a paisagem do entorno. Segue os detalhes construtivos selecionados:

- O comprimento do vão entre os pilares, é 30m, por ser considerado o mais econômico para pontes comuns.
- A altura da viga de sustentação será a mais baixa possível (aproximadamente 1,5m) para evitar aparência imponente na paisagem natural.
- Será possível utilizar técnicas de carpintaria durante a construção, pois o local nem sempre está inundado.
- A forma do pilar foi convenientemente adequada à paisagem natural.
- Devido à superfície do solo ser mole, a fundação deve ser executada com pilares de aço para minimizar impactos de poluição da água do Lago Água Preta.

A superestrutura da ponte utilizará o pavimento em concreto poroso, com o qual é possível manter a altura da viga relativamente baixa, com 1,5m. E, considerando a paisagem local, a mesma inclinação do pavimento será repetida nos pilares. (Figura 15.2-4).



Figura 15.2-3 Localização da Ponte

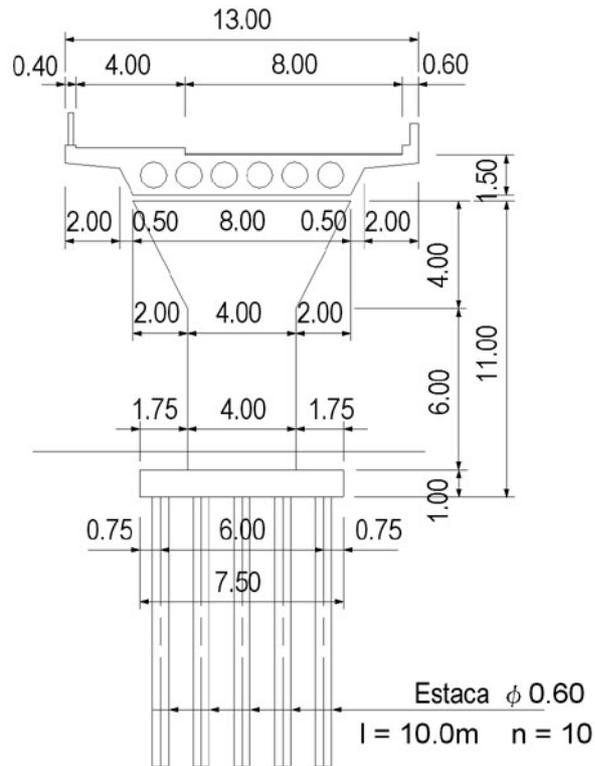


Figura 15.2-4 Seção Transversal Proposta para a Estrutura da Ponte

### 15.2.5. INTERSEÇÃO

As maiores interseções na Avenida Primeiro de Dezembro são com a Avenida Mário Covas e com a Alça Viária. Devido ao baixo tráfego esperado nas duas vias, foi proposto um cruzamento em nível, em forma de T, para cada uma delas.

### 15.2.6. VOLUME DE TRABALHO

Os custos da construção consistem, em sua maioria, na aquisição de terrenos, realocação de casas, construção da ponte e outros, como mostrado na Tabela 15.2-1.

Tabela 15.2-1 Grandes Trabalhos Construtivos para Avenida Primeiro de Dezembro

Elemento do Trabalho	Quantidade	Observação
Comprimento da Via (m)	8.466	
Relocação de casas (unid)	1.380	
Comprimento da Ponte (m)	510	Uma ponte sobre as barreiras ambientais
Comp. Total de Tubulação de Drenagem (m)		
Número de Cruzamentos em nível	3	Dois cruzamentos em T com semáforos e outro cruzamento em X

### 15.3. PROLONGAMENTO DA AVENIDA MÁRIO COVAS

Este prolongamento ligará a Rodovia BR-316 com a Avenida Primeiro de Dezembro.

### 15.3.1. ALINHAMENTO

#### (1) Alinhamento Horizontal (Classe II, Velocidade Projetada de 60km/h, L=2.931m)

A restrição ao alinhamento é a interseção em desnível com o trevo existente na interseção com a Rodovia BR-316. A extremidade da ponte de passagem será o ponto inicial do alinhamento horizontal projetado. O prolongamento da via proposta será alinhado pelo eixo da via existente.

#### (2) Alinhamento Vertical

O ponto inicial do alinhamento vertical é a altura da superfície da ponte de passagem. O declive longitudinal desta ponte de passagem em direção à via será de 4%.

### 15.3.2. INTERSEÇÃO

Assim como a Avenida Primeiro de Dezembro, a seção transversal terá 40,0m de largura, incluindo o futuro alargamento para seis, das quatro faixas propostas, mostrada na Figura 15.3-1. Os elementos requeridos para cada sentido da via são: as calçadas de 3,50m, a ciclovia de 2,0m e as duas faixas de veículos com 3,50m cada.

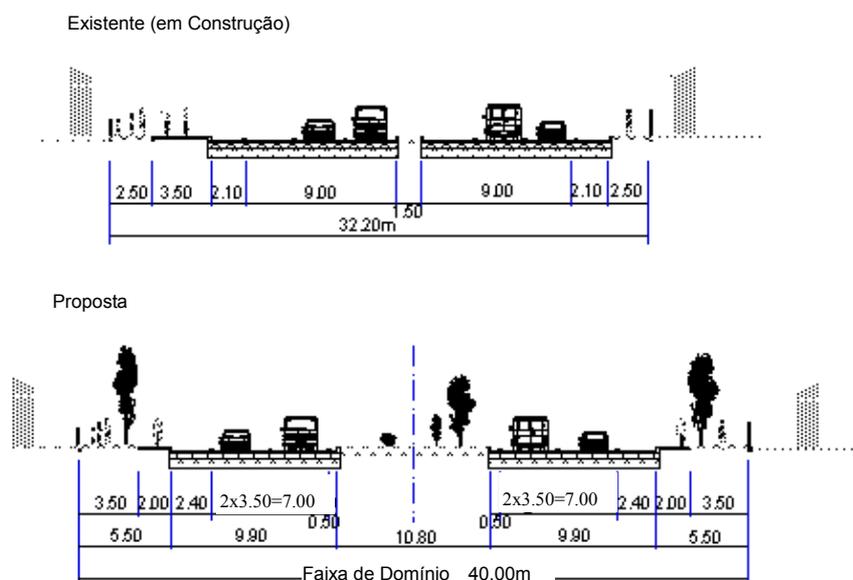


Figura 15.3-1 Proposta de Seção Transversal para Avenida Mário Covas

### 15.3.3. DRENAGEM

A água será drenada do centro de via proposta para os lagos Água Preta e Bolonha como mostra a Figura 15.3-2.

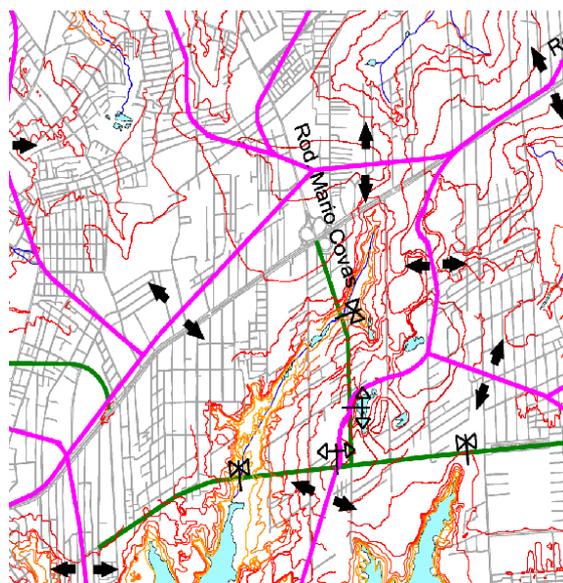


Figura 15.3-2 Proposta de Drenagem para a Avenida Mário Covas

#### 15.3.4. ESTRUTURA

Assim como na Avenida Primeiro de Dezembro, uma ponte está proposta para o prolongamento da Avenida Mário Covas, no trecho que cruza o Lago Água Preta. A ponte possui 180m de comprimento e foi projetada como medida de precaução na proteção ambiental, descrita para a Avenida Primeiro de Dezembro.

Os projetos da superestrutura, infra-estrutura e fundação são os mesmos da ponte para a Avenida Primeiro de Dezembro.

#### 15.3.5. INTERSEÇÃO

O projeto abrange a interseção em desnível existente no cruzamento com a Rodovia BR-316.

O prolongamento proposto para a Avenida Mário Covas acrescenta três movimentos de acesso na interseção, como listados a seguir.

- a) Da Avenida Mário Covas, em direção à área periférica, pela Rodovia BR-316;
- b) Do Centro, via Rodovia BR-316, em direção à Avenida Primeiro de Dezembro;
- c) Da Avenida Primeiro de Dezembro, em direção à área periférica, pela Rodovia BR-316.

#### 15.3.6. VOLUME DE TRABALHO

Os custos da construção consistem na aquisição de terrenos, realocação de casas ao longo da via, construção de ponte etc., como mostrado na Tabela 15.3-1.

Tabela 15.3-1 Principais Trabalhos Construtivos para Extensão da Avenida Mário Covas

Elemento do Trabalho	Quantidade	Observação
Comprimento da Via (m)	2,931	
Realocação de Casas (unid)	66	
Comprimento da Ponte (m)	180	
Comp. Total de Tubulação de Drenagem (m)		
Número de Interseções em desnível	1	Uma folha do trevo
Quantidade de Cruzamentos em nível	0	Estão considerados no projeto da Avenida Primeiro de Dezembro

#### 15.4. RUA YAMADA

A Rua Yamada é uma via coletora, ligando Icoaraci a Avenida Independência e é paralela à Rodovia Augusto Montenegro. A via poderá vir a ser uma rota alternativa para esta ligação além da Rodovia Augusto Montenegro.

A largura atual da faixa de domínio é 14,60m, com duas faixas de rolamento. O uso do solo ao longo da via é residencial e misto.

##### 15.4.1. ALINHAMENTO

###### (1) Alinhamento Horizontal (Classe IV, Velocidade Projetada 60km/h, L=10.000m)

A diretriz do projeto acompanha o eixo da via existente. No trecho onde a via já foi alargada para quatro faixas, a diretriz acompanha o eixo da faixa de domínio.

###### (2) Alinhamento Vertical

De acordo com o projeto de alinhamento vertical da Rua Yamada, o declive longitudinal mais íngreme foi de 0,45%.

##### 15.4.2. SEÇÃO TRANSVERSAL

Baseado nas previsões de tráfego para 2012, considera-se necessário o alargamento da Rua Yamada para quatro faixas em dois sentidos com a faixa de domínio de 27.2m. A Figura 15.4-1 mostra a seção transversal atual e a proposta. A via alargada será via arterial secundária, possuindo em cada sentido uma calçada com 3,50m, estacionamento em fila com 2,10m e a duas faixas de 3,0m para cada sentido. A faixa de retorno à esquerda será localizada no canteiro central, com 3,0m de largura.

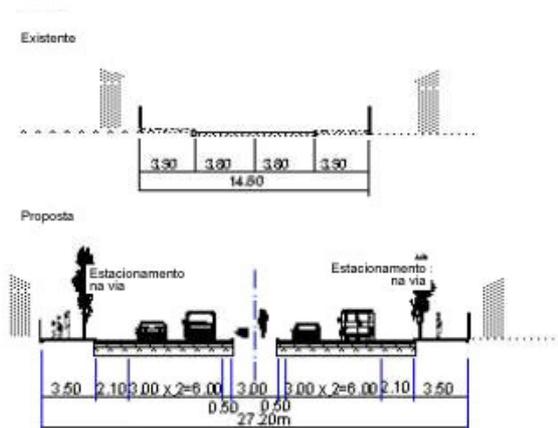


Figura 15.4-1 Seção Transversal proposta para Rua Yamada

### 15.4.3. DRENAGEM

Para economia de custos, o projeto propõe utilizar a estrutura de drenagem disponível, prolongando as três tubulações transversais existentes.

### 15.4.4. ESTRUTURA

Estão propostas quatro pontes para este projeto, como descrito abaixo.

#### (1) Seção da Ponte sobre o Igarapé Val de Cães

Junto à margem do Igarapé Val de Cães o greide da via será levantado de 2 metros. O igarapé possui 5 metros de largura, aumentando até 20 metros quando alagado. O comprimento proposto para esta ponte é de 20m.

A superestrutura utiliza vigas em concreto protendido seção em I, pois é possível içá-las quando moldadas “in loco” através de um caminhão-grua. Como mostrado na Figura 15.4-2, o encontro da ponte é baixo e estreito. Além disso, a fundação utilizará pilares de concreto de seção quadrada porque são mais fáceis de serem moldados no local do projeto.

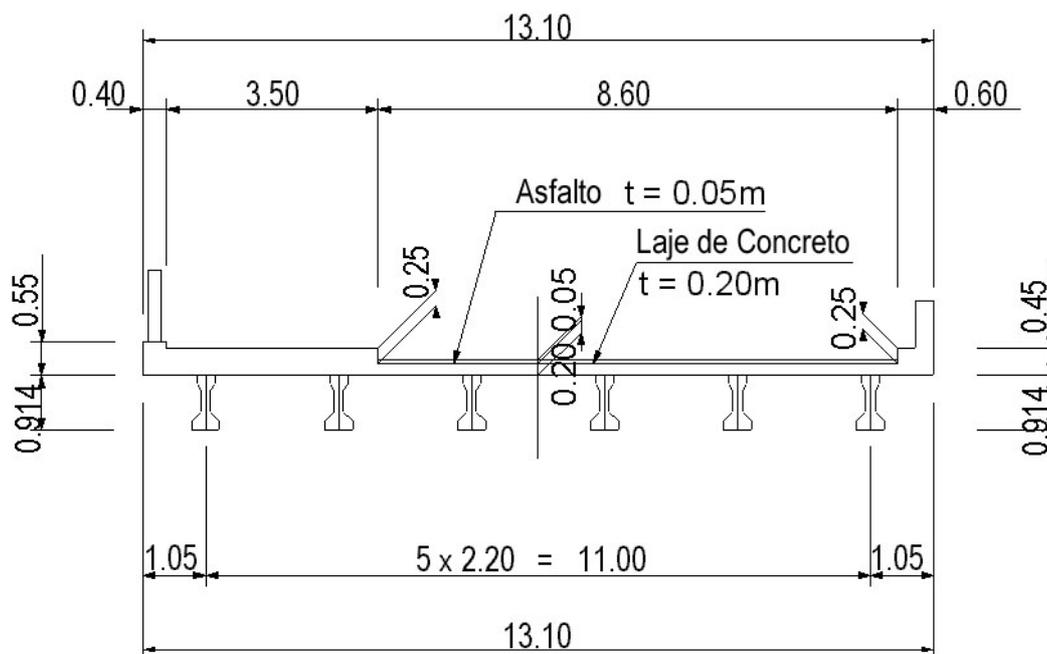


Figura 15.4-2 Proposta de Seção Transversal da Estrutura

#### (2) Ponte sobre a área de inundação junto ao Igarapé Val de Cães

O greide da via foi projetado com 6 metros acima da margem, com a finalidade de garantir ao alinhamento longitudinal uma melhor condição, nas proximidades da área de inundação. De acordo com a pesquisa de geologia, o solo da área é fraco com valor de N variando entre 2 e 3, da superfície até uma profundidade de 20 metros. As margens com mais de 3 metros em solos fracos, necessitam de medidas apropriadas. Paliteiro em estacas de concreto, associados a mantas geotêxteis, tem se mostrados eficazes, principalmente com a finalidade de melhorar a condição de suporte dos maciços de aterros, na área de Belém (Figura 15.4-3).

O comprimento proposto para esta ponte é de 30 m, porque o local encontra-se sobre área de inundação. A superestrutura utiliza as vigas em concreto protendido seção em I, pois é

possível içá-las “in loco” com um caminhão-grua. O encontro da ponte com o maciço do aterro é baixo e estreito. Além disso, a fundação utiliza estacas de concreto.

### (3) Seção Transversal da Ponte sobre o Rio Paracuri-1

O encontro da ponte deve ser alto, pois o leito do rio possui calha profunda no local de travessia. A altura longitudinal da via deverá ser compatibilizada e mantida o mais baixo possível, em virtude do uso do solo no local ser predominantemente residencial. A ponte proposta tem 30m de comprimento, com a superestrutura em dois vãos contínuos de vigas em concreto protendido seção em I, com largura de vão de 15m, suportadas por um pilar para manter baixa a altura da viga. A fundação e o encontro do pilar prevêm a utilização de pilares de aço.

### (4) Seção Transversal da Ponte sobre o Rio Paracuri-2

As condições do solo no Paracuri-2 são as mesmas do Paracuri-1. O leito do rio é topograficamente baixo, a largura é a mesma e alarga quando inunda. Em conseqüência, a superestrutura da ponte proposta possui dois vãos de 15m contínuos de vigas em concreto protendido seção em I. A fundação utiliza estacas de aço.

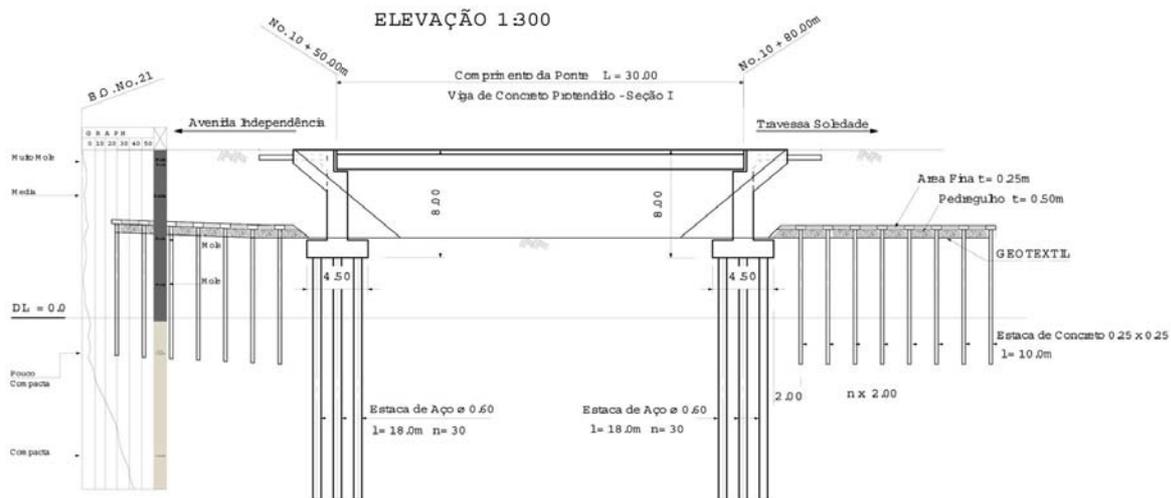


Figura 15.4-3 Seção Transversal Proposta da Estrutura das Pontes

### 15.4.5. INTERSEÇÃO

O maior cruzamento da Rua Yamada é com a Rodovia Tapanã, uma via coletora. O cruzamento é feito com interseção em nível e semáforos.

### 15.4.6. VOLUME DO TRABALHO

Os custos do alargamento consistem na aquisição de terras, realocação de casas ao longo da via, prolongamento dos esgotos e 4 pontes. Os principais elementos de construção estão mostrados na Tabela 15.4-1.

Tabela 15.4-1 Principais Elementos Construtivos para Rua Yamada

Elemento do Trabalho	Quantidade	Observação
Comprimento da via (m)	10.000	
Realocação de Casas (unid)	227	
Comprimento da ponte (m)	20+3x30	Quatro pontes
Comprimento Total de Tubulação de Drenagem (m)		
Quantidade de Cruzamentos em nível	1	Cruzamento em T com semáforos

## 15.5. RUA DA MARINHA

A Rua da Marinha é uma via coletora que liga a Avenida Independência à Rodovia BR-316. A proposta da via possui faixa de domínio com 30,0m. O uso do solo ao longo da via é densamente residencial.

### 15.5.1. ALINHAMENTO

#### (1) Alinhamento Horizontal (Classe IV, Velocidade Projetada de 60km/h, L=10.000m)

A diretriz segue o eixo da via existente, estendendo-se até o cruzamento com a Alameda Moça Bonita.

#### (2) Alinhamento Vertical

O projeto segue o alinhamento vertical da Rua da Marinha. A rampa longitudinal mais acentuada foi de 0,74%.

### 15.5.2. SEÇÃO TRANSVERSAL

A restrição é o limite das áreas residenciais localizadas a sul da via. O alargamento necessário será estendido para o interior da propriedade pertencente ao Ministério da Marinha, situado ao norte da via. A Figura 15.5-1 mostra a seção transversal atual e a proposta. A nova via possui, em cada sentido, calçada com 2,4m, ciclovia com 2,0m, estacionamento em fila com 2,10m e a via arterial secundária com duas faixas de 3,0m para cada sentido. A faixa de retorno à esquerda com 3,0m está localizada no canteiro central.

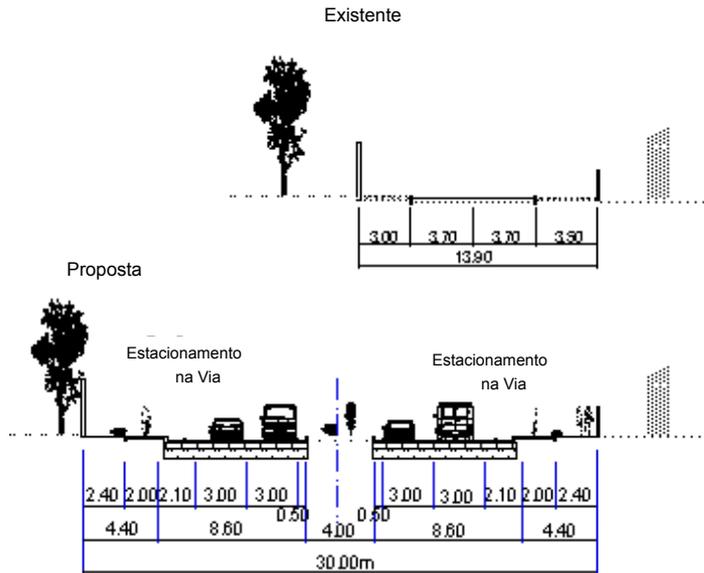


Figura 15.5-1 Seção Transversal Proposta para Rua da Marinha

### 15.5.3. DRENAGEM

Utilizando o declive natural da via, a água será drenada para os lados direito e esquerdo do trecho central da via no sentido longitudinal, como mostra a Figura 15.5-2.

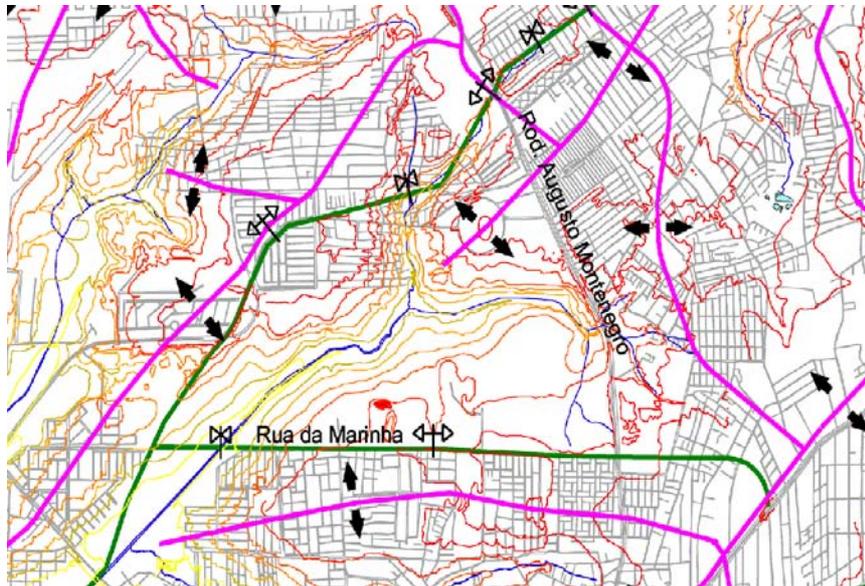


Figura 15.5-2 Proposta de Drenagem para Rua da Marinha

A Rua da Marinha contorna a periferia do Parque Presidente Médici, área de conservação natural. Portanto, estruturas de drenagem e atenuantes foram projetadas para minimizar efeitos adversos na fauna e flora local. Esta atenção ao habitat local e ao ecossistema é necessária desde o estágio de planejamento, bem como durante a operação e gerenciamento. O planejamento rodoviário e do projeto, leva em consideração as seguintes precauções com o meio ambiente.

a) Atenção à fauna e à flora natural

O desenvolvimento da via deve ser cuidadosamente projetado para manter o habitat como um todo, inclusive, não somente, as espécies raras e em extinção, assim como, as espécies comuns.

b) Melhorias no meio ambiente natural

Várias alternativas estão sendo estudadas, para que o meio ambiente criado pelo homem coexista de forma compatível com o meio ambiente natural. Uma rede de ecossistemas feita pelo homem, por exemplo, irá contribuir para a melhoria na conservação da natureza.

c) Perspectiva a longo prazo

O desenvolvimento de ecovias propostas, devem ser planejadas não somente para satisfazer as necessidades imediatas, mas também, para assegurar o bem-estar de gerações futuras.

d) Medidas mitigatórias durante e após a construção da via

Durante a construção, a descarga de águas poluídas ou barrentas e, outros distúrbios temporários devem ser bem controlados a fim de proteger o habitat do entorno. É necessária a restauração da vegetação das áreas temporariamente expostas com o propósito da construção da via.

e) Atenção ao ecossistema local

Um projeto rodoviário deve possuir efeitos consideráveis que agem diretamente no ecossistema. Por exemplo, vias que cruzam os caminhos naturais de drenagem irão perturbar seriamente o equilíbrio do ecossistema local (Figura 15.5-1).

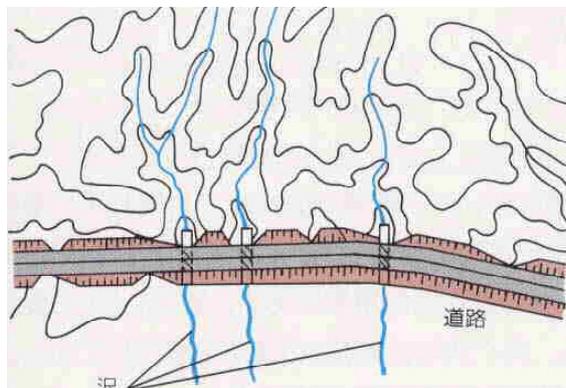


Figura 15.5-3 Caminhos Naturais de Drenagem

f) Tubulação de drenagem

A tubulação de drenagem usada nas vias propostas servem, não somente, para drenagem pluvial, mas também como trilha de pequenos animais, como mostra a Figura 15.5-4.

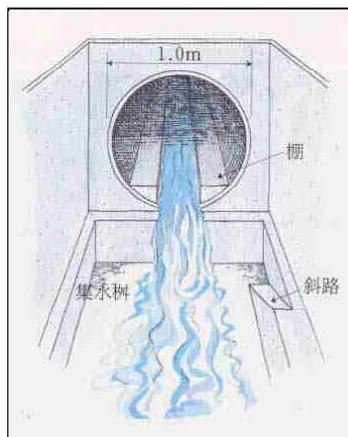


Figura 15.5-4 Tubulação de Drenagem e Passagens para Animais Pequenos

g) Sarjetas

Sarjetas com vários desenhos são usadas nas vias propostas para assegurar a mobilidade de pequenos animais, como mostra a Figura 15.5-5.

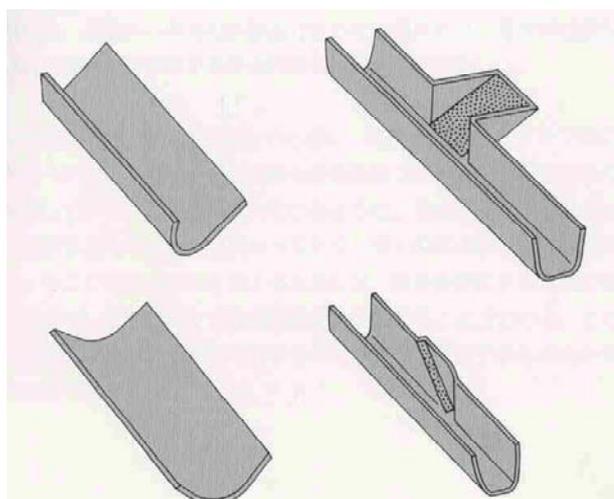
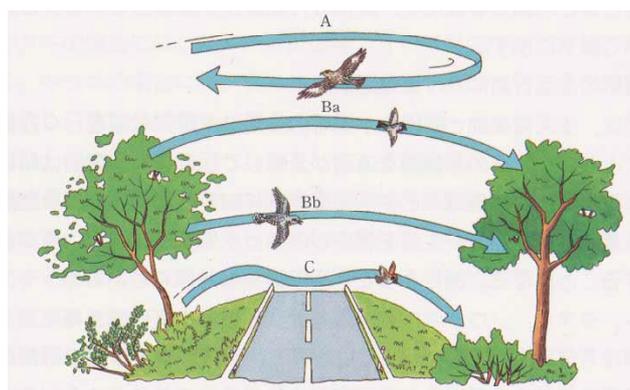


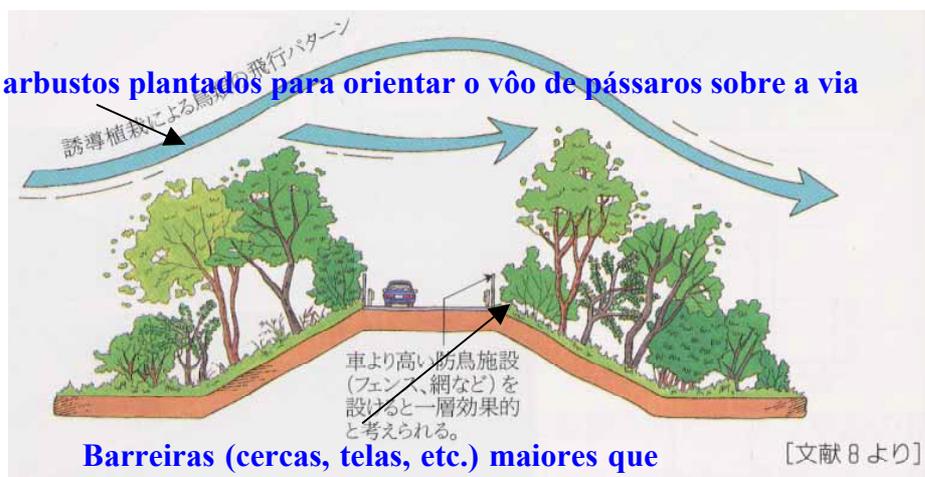
Figura 15.5-5 Sarjetas de Mobilidade para pequenos animais

h) Atenuantes das Vias para o Cruzamento de Animais

Animais e pássaros podem vir a colidir com os veículos quando atravessarem a via. Condições apropriadas e atenuantes devem ser previstos em locais convenientes ao longo da via proposta, como: árvores e arbustos plantados próximo do acostamento, guias para o vôo dos pássaros sobre a via, e redes de proteção, para desencorajar os animais de cruzarem a via (Figura 15.5-6).



**Arvores e arbustos plantados para orientar o vôo de pássaros sobre a via**



**Barreiras (cercas, telas, etc.) maiores que os veículos motorizados; são mais eficazes para proteger os pássaros nos vôos.**

Figura 15.5-6 Exemplos de Acessórios para a Travessia de Animais

#### 15.5.4. ESTRUTURA

Está proposta uma ponte na Rua da Marinha, no local onde a via cruza o Canal São Joaquim, na área de conservação natural. Um espaço de mais de 5m de largura foi deixado para o cruzamento de animais. A ponte proposta possui 120m de comprimento, com segregação de tráfego por sentido. A superestrutura utiliza o pavimento em concreto poroso com o mesmo declive e com mesma razão descrita para a ponte na Avenida Primeiro de Dezembro. A ponte possui viga de quatro vãos contínuos, com envergadura econômica de 30m. O pilar possui em volta uma seção arredondada, para resistir ao fluxo do canal. A construção requer trabalhos de carpintaria que somente podem ser feitos quando o nível do canal estiver baixo.

#### 15.5.5. INTERSEÇÃO

A Rua da Marinha cruza com as três maiores vias: Avenida Independência, Rodovia Augusto Montenegro e Rodovia BR-316. Serão adotados cruzamentos em nível com semáforos, pois o volume de tráfego não é intenso.

### 15.5.6. VOLUME DE TRABALHO

O custo de alargamento da Rua da Marinha consiste na aquisição de terrenos, realocação de casas ao longo da via e ponte. Os elementos construtivos estão na Tabela 15.5-1.

Tabela 15.5-1 Elementos Construtivos para Rua da Marinha

Elemento do Trabalho	Quantidade	Observação
Comprimento da Via (m)	4.555	
Realocação de casas (unit)	109	
Comprimento da Ponte (m)	120	Ponte sobre o Canal São Joaquim
Comprimento Total de Tubulação de Drenagem (m)		
Quantidade de Cruzamentos em nível	3	Dois cruzamentos em T e um cruzamento em X, todos com semáforos.

CAPÍTULO 16  
Plano de Construção e Estimativa de Custo

## **16. PLANO DE CONSTRUÇÃO E ESTIMATIVA DE CUSTO**

### **16.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS**

Este capítulo descreve o plano de construção e programa de atividade bem como a estimativa de custo para infra-estrutura do sistema troncal e projetos viários. Tanto o plano de construção quanto a estimativa de custo são baseados no Desenho Preliminar de Engenharia descrito nos Capítulos 14 e 15.

O plano de construção no item 16.1 é desenvolvido baseado nas circunstâncias dos locais de construção, impacto ambiental e segurança operacional durante a fase de construção.

No item 16.2, é definido o método mais apropriado de construção, itens de trabalho e programa de atividades de cada projeto; no item 16.3, estão descritas as quantidades para cada projeto; no item 16.4 foram incluídos os custos detalhados de cada projeto, consistindo de custo de construção, aquisição de terra e indenização, engenharia, administração e eventuais. Finalmente, no item 16.5, foram estimados os custos de manutenção.

Os projetos são classificados como segue:

#### **(1) Projeto do Sistema Troncal**

##### **1) *Canaleta Exclusiva para Ônibus***

- a) Avenida Almirante Barroso
- b) Rodovia BR-316
- c) Rodovia Augusto Montenegro

##### **2) *Faixa Exclusiva para Ônibus***

- a) Avenida Independência, no trecho periférico
- b) Avenida Independência no trecho de acesso ao Centro

##### **3) *Faixa Prioritária para Ônibus***

- a) Área Central
- b) Área de Icoaraci
- c) Avenida Pedro Álvares Cabral e Avenida Senador Lemos
- d) Avenida Mário Covas

##### **4) *Terminais de Integração***

##### **5) *Equipamentos do Sistema Troncal***

#### **(2) Projeto Viário**

- a) Avenida Primeiro de Dezembro/Prolongamento da Avenida Mário Covas
- b) Rua Yamada
- c) Rua da Marinha
- d) Avenida Independência no trecho periférico e no trecho de acesso ao Centro

## **16.2. PLANO E PROGRAMA DE CONSTRUÇÃO**

### **16.2.1. PLANO DE CONSTRUÇÃO PARA PROJETO DE CANALETA EXCLUSIVA PARA ÔNIBUS**

Quando as atividades de construção forem realizadas em vias existentes de tráfego pesado, é mais recomendável selecionar métodos de construção que evitem interferência no tráfego e minimizem o período e custo de construção.

## **(1) Canaleta Exclusiva para Ônibus**

### **1) Avenida Almirante Barroso (comprimento proposto = 6km)**

A canaleta exclusiva nesta via existente consiste de duas seções; uma é a nova canaleta exclusiva com uma faixa por sentido e a outra é a seção remanescente para faixas de veículos, ciclovia e calçada que serão refeitas com novo pavimento como trabalho complementar.

O principal método de construção para a canaleta exclusiva inclui as seguintes atividades:

- Remover o canteiro central e ciclovia existentes
- Escavar, implantar manta geotêxtil e complementar com material selecionado
- Lançar e compactar a nova sub-base e base
- Executar drenagem e canteiro central
- Realizar nova pavimentação de concreto nas novas canaletas
- Construir equipamentos do sistema troncal como pontos de ônibus
- Realizar trabalho complementar para revestimento de nova pavimentação no trecho remanescente
- Demolir as passarelas existentes e construir novas passarelas
- Executar sinalização horizontal
- Realizar outros trabalhos não previstos
- Durante a demolição das passarelas existentes e construção de novas, a área de trabalho deverá ser protegida do tráfego por módulos de segurança removíveis e/ou cerca. O procedimento da construção da passarela é mostrado na Figura 16.2-1. A operação de levantamento deve ser realizada à noite quando o tráfego na via é menor.

### **2) Rodovia BR-316 (comprimento proposto = 10,75km)**

Foram estipuladas duas faixas para o sistema troncal no canteiro central e a seção remanescente para tráfego geral, ciclovia e calçada, serão melhoradas com nova pavimentação como trabalho complementar.

O método de construção deste item é similar ao da Avenida Almirante Barroso.

### **3) Rodovia Augusto Montenegro (comprimento proposto = 13,64km)**

A canaleta exclusiva para ônibus nesta via existente consiste de duas seções, uma seção com duas faixas na canaleta e a seção remanescente para faixas de tráfego em geral, ciclovia e calçada com nova camada de pavimento como trabalho complementar.

O método de construção desta seção é similar ao da Avenida Almirante Barroso. São considerados, também, os seguintes itens:

- Remover os postes existentes onde o cabo elétrico está instalado.
- Recolocar o poste e cabo elétrico.

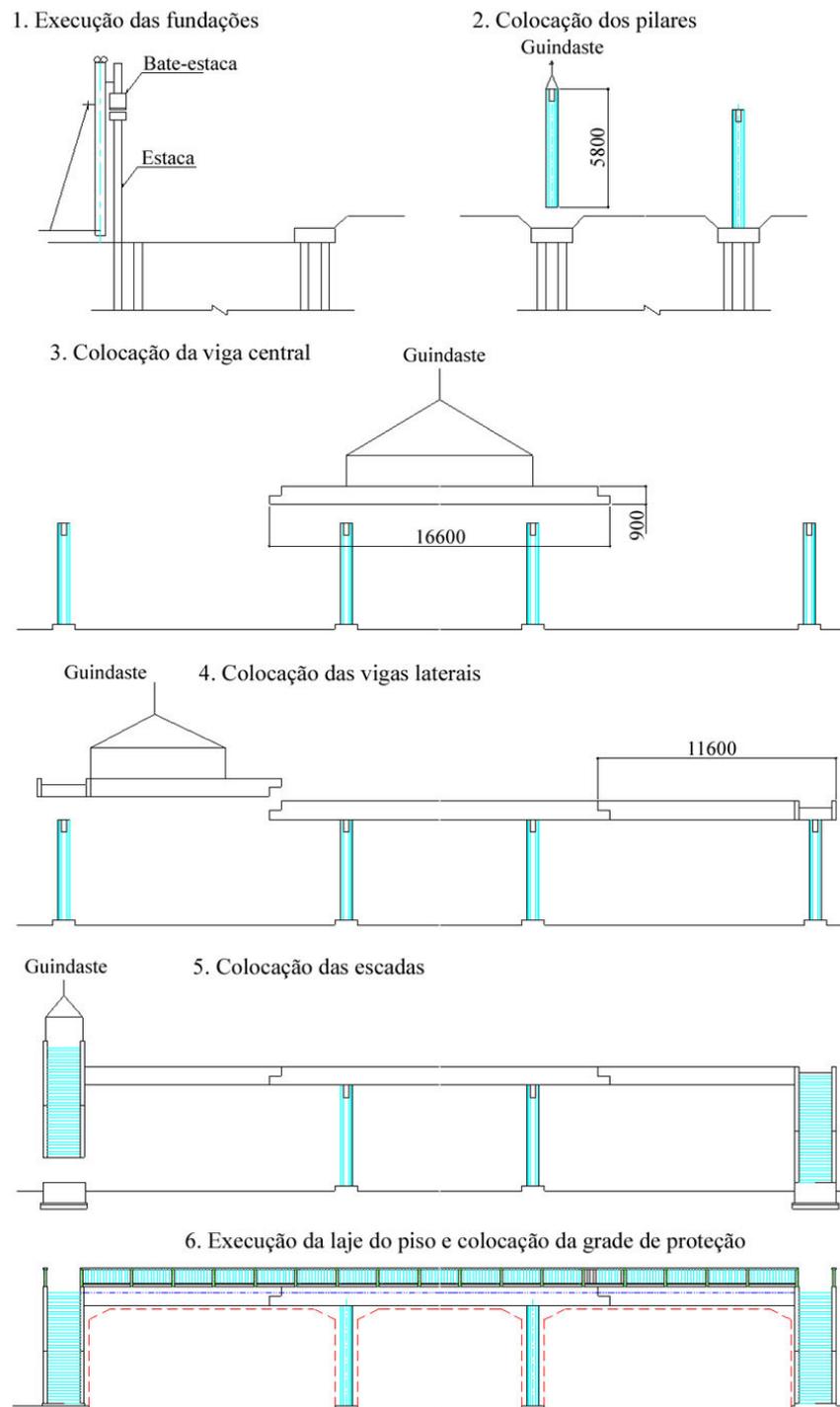


Figura 16.2-1 Procedimento de Construção da Passarela

## (2) Faixa Exclusiva para Ônibus (comprimento proposto = 19,57km)

A faixa exclusiva para ônibus na Avenida Independência consiste de dois trechos: um é o trecho de acesso ao Centro e o outro é o trecho periférico. O Governo do Estado está construindo duas faixas de rolamento e o Projeto propõe a construção de mais uma faixa para implantar a faixa exclusiva ao lado do canteiro central.

O principal método de construção para alargar a seção inclui as seguintes atividades:

- Remover o pavimento asfáltico existente
- Escavar, implantar manta geotêxtil e complementar com material selecionado
- Colocar e compactar a nova sub-base e base

- Executar drenagem e canteiro central
- Realizar nova pavimentação de concreto nas novas faixas exclusivas
- Construir equipamentos do sistema troncal como pontos de parada
- Executar sinalização horizontal
- Realizar outros trabalhos não previstos

Durante a construção, os trabalhos serão realizados sob os cabos de transmissão, portanto deverá ser considerado o método de construção que evite qualquer interferência e danos às torres e cabos de alta tensão.

### **(3) Faixa Prioritária para Ônibus**

#### **1) Área Central (comprimento proposto = 9,8km)**

A faixa prioritária para ônibus desta área requer um pavimento colorido para segregar o ônibus de outros veículos. O método principal de construção inclui as seguintes atividades:

- Escarear o pavimento existente
- Colocar camada asfáltica de ligação
- Colocar pavimento colorido na faixa prioritária para ônibus
- Executar sinalização horizontal
- Realizar outros trabalhos não previstos

Já que os trabalhos de construção serão realizados na via existente com o tráfego pesado, é mais aconselhável selecionar métodos de construção que evitem interferência no tráfego.

#### **2) Área de Icoaraci (comprimento proposto = 3,27km)**

A faixa prioritária para ônibus desta área segrega o ônibus com pavimento asfáltico colorido. Os métodos principais de construção são similares aos da Área Central.

#### **3) Avenida Mário Covas (comprimento proposto = 3,55km)**

A faixa prioritária para ônibus desta área segrega o ônibus com pavimento asfáltico colorido. Os métodos principais de construção são similares aos da Área Central.

#### **4) Avenidas Pedro Álvares Cabral e Senador Lemos (comprimento proposto = 7,8km)**

A faixa prioritária para ônibus desta área requer uma nova pavimentação com pavimento colorido para segregar o ônibus de outros veículos. O método principal de construção inclui as seguintes atividades:

- Remover o pavimento asfáltico existente
- Escavar, implantar manta geotêxtil e complementar com material selecionado
- Colocar e compactar a nova sub-base e base
- Executar drenagem e canteiro central
- Realizar pavimentação asfáltica colorida nas faixas exclusivas
- Construir equipamentos do sistema troncal como pontos de parada
- Executar sinalização horizontal
- Realizar outros trabalhos não previstos

### **(4) Terminais de Integração**

Neste projeto, serão construídos oito novos terminais de integração. Cada terminal é diferente em área e tamanho, entretanto, os tipos de estrutura e infra-estrutura são similares.

O método de construção para os terminais de ônibus inclui as seguintes atividades:

- Limpar os locais e demolir as construções e estruturas existentes
- Nivelar o terreno

- Escavar, implantar manta geotéxtil e complementar com material selecionado
- Colocar e compactar a nova sub-base e base
- Construir o terminal e as baias de ônibus
- Realizar pavimentação com pavimento colorido
- Executar sinalização horizontal e colocar semáforos
- Realizar outros trabalhos não previstos

#### **(5) Abrigos para os Pontos de Ônibus**

Neste projeto os abrigos serão implantados no lado direito das canaletas exclusivas. Cada ponto de ônibus com abrigo tem uma plataforma de 2,50m de largura e 20 a 40m de comprimento, no entanto, os tipos de estrutura e equipamentos são similares.

O método de construção para os pontos de ônibus com abrigo abrange as seguintes atividades:

- Limpar os locais
- Escavar, implantar manta geotéxtil e complementar com material selecionado
- Colocar e compactar a nova sub-base e base
- Executar pavimento da plataforma e construir o meio-fio
- Construir estruturas como parede de abrigo e telhado
- Executar sinalização horizontal e colocar semáforos
- Realizar outros trabalhos não previstos

#### **16.2.2. PLANO DE CONSTRUÇÃO PARA PROJETO VIÁRIO**

##### **(1) Avenida Primeiro de Dezembro e prolongamento da Avenida Mário Covas (comprimento proposto = 10,08km)**

Os projetos viários propostos são o prolongamento e construção de nova via com pontes em estrutura celular protendidas. Os métodos principais de construção nos projetos são os seguintes:

##### **1) Trecho viário:**

- Cavar e limpar o local
- Escavar, implantar manta geotéxtil e complementar com material selecionado
- Colocar e compactar a nova sub-base e base
- Prover meio-fio de concreto, drenagem e canteiro central
- Realizar pavimento na pista de rolamento, ciclovia e calçada
- Executar sinalização horizontal e colocar semáforos
- Realizar outros trabalhos não previstos

##### **2) Ponte:**

Procedimento incluído na construção da infra-estrutura:

- Lançar armadura de reforços em estacas escavadas
- Realizar escavação de fundação depois das estacas colocadas
- Proteger as cabeças das estacas com concreto tipo graute
- Após a construção das formas das longarinas e transversinas, lançar as ferragens incluindo estruturas de ancoragem e lajes de encontro
- Lançamento do concreto
- Vibrar, desempenar e promover o acabamento

Como é mostrado na Figura 16.2-2, o trabalho de superestrutura é realizado pelo método de construção da viga mestre no qual é colocado concreto protendido sem nenhuma interferência com o tráfego da via e fluxo do rio. O outro método construtivo principal tem os seguintes trabalhos:

- Agregar formas e barras de reforço para colocar laje de concreto
- Colocar pavimento asfáltico na laje
- Pintar faixas, cerca de segurança e realizar outros trabalhos não previstos.

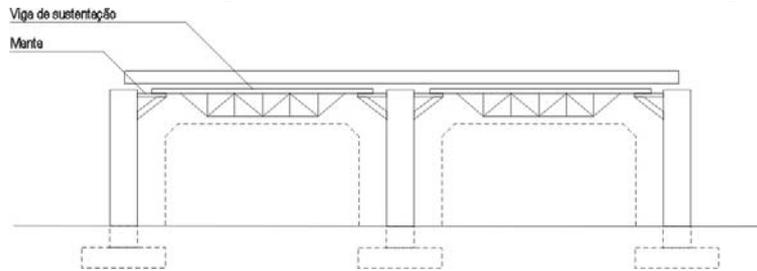


Figura 16.2-2 Método Construtivo da Viga Mestre de sustentação da estrutura celular em concreto protendido

## (2) Rua Yamada (comprimento proposto = 10km)

Este projeto viário é para melhorar a via existente incluídas as pontes em estrutura celular em concreto protendido. Os principais métodos construtivos para trechos viários, subestruturas e superestruturas de pontes, neste projeto, são similares aos da Avenida Primeiro de Dezembro. A Figura 16.2-3 mostra as pontes temporárias para desviar o tráfego de veículos privados e de ônibus enquanto a nova ponte estiver em construção. A Figura 16.2-4 mostra o método de execução do lançamento da viga mestre de concreto protendido. Este método é realizado sem nenhuma interferência com o fluxo do rio.

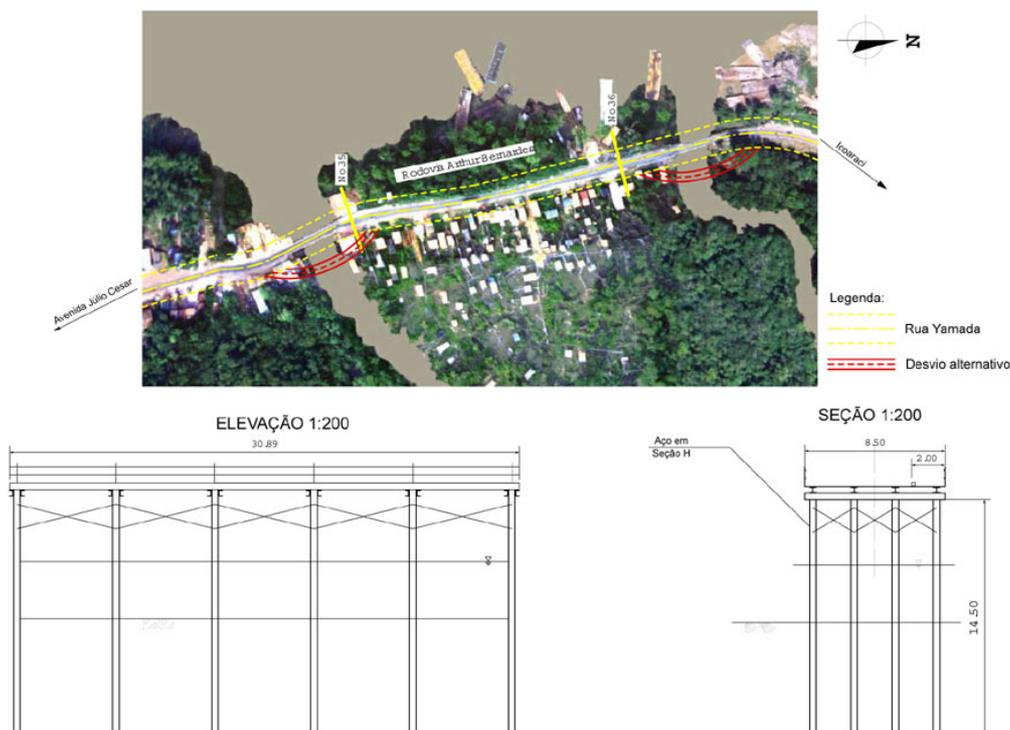


Figura 16.2-3 Tráfego Desviado e Ponte Temporária

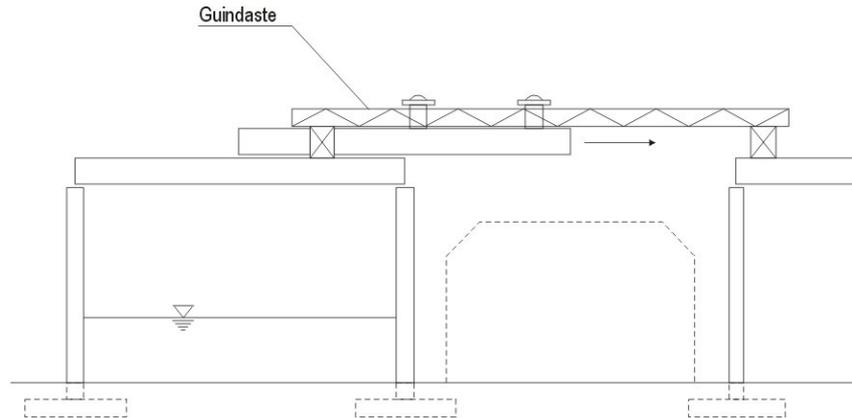


Figura 16.2-4 Viga Mestre para Vigas PC

**(3) Rua da Marinha (comprimento proposto = 4,56km)**

Este projeto viário é para melhorar a via existente incluída a ponte com laje protendida. Os principais métodos de construção para trechos viários, subestrutura e superestrutura de ponte são similares aos da Avenida Primeiro de Dezembro.

**(4) Avenida Independência no Trecho de Acesso ao Centro e no Trecho Periférico (comprimento proposto = 19,57km)**

Este projeto viário é constituído de construção de uma nova via (o trecho periférico se encontra em construção pelo Governo do Estado assim como o trecho de acesso ao Centro está sendo planejado). Os principais métodos construtivos para trechos de via, subestruturas e superestruturas, são similares aos da Avenida Primeiro de Dezembro.

A Figura 16.2-5 mostra o trecho de via temporária para desviar o tráfego de veículos privados e ônibus enquanto o viaduto na Rodovia Augusto Montenegro estiver em construção. Durante a construção os trabalhos serão realizados sob os postes de eletricidade existentes, portanto, deverá ser considerado que o método de construção evite qualquer interferência e danos às torres e cabos de alta tensão.

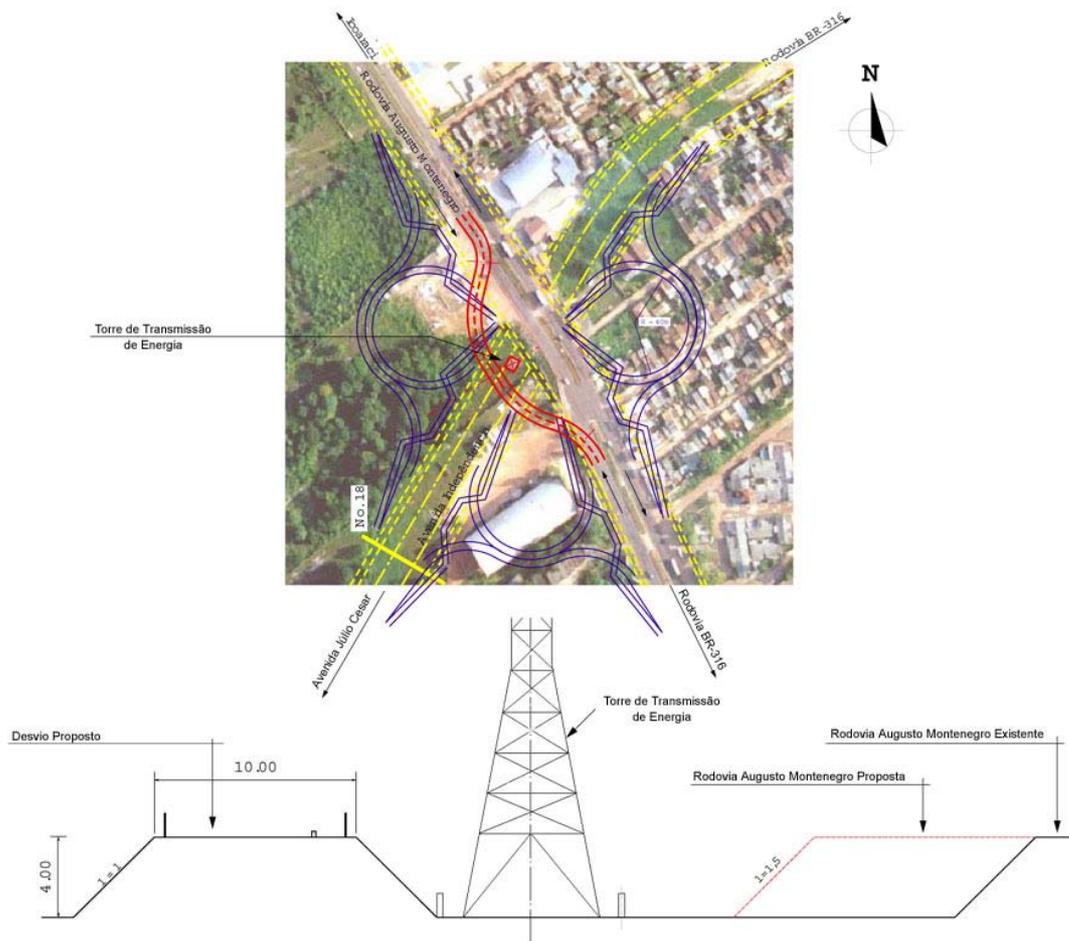


Figura 16.2-5 Desvio de Tráfego

**16.2.3. PROGRAMA DE TRABALHO PARA PROJETOS DE CANALETAS EXCLUSIVAS**

Cada programa de trabalho do projeto de canaleta exclusiva é identificado para analisar a grandeza, características e plano de construção do projeto.

**(1) Canaleta Exclusiva para Ônibus**

Os programas de trabalho para canaletas exclusivas são estimados e mostrados na Tabela 16.2-1 à Tabela 16.2-3.

Tabela 16.2-1 Programa de Trabalho para Avenida Almirante Barroso

Itens de Trabalho	1.º Ano												2.º Ano				Observação
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1. Mobilização	█																
2. Trabalhos na Via																	
Limpeza do local e demolição		█	█	█													
Movimento de Terra			█	█	█	█	█	█									
Trabalho de Pavimentação								█	█	█	█	█	█				
3. Construção de passarelas																	
Demolição das passarelas existentes			█	█	█												
Subestrutura					█	█	█	█									
Superestrutura								█	█	█	█	█					
4. Infra-estrutura para Ônibus												█	█	█			
5. Trabalhos Complementaras														█	█		
6. Desmobilização																█	█

Tabela 16.2-2 Programa de Trabalho para Rodovia BR-316

Rodovia BR-316

Itens de Trabalho	1º Ano												2º Ano				Observação
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1. Mobilização	█																
2. Trabalhos na Via																	
Limpeza e demolição		█	█	█													
Movimento de Terra			█	█	█	█	█	█	█								
Trabalho de Pavimentação							█	█	█	█	█	█	█	█			
3. Construção de passarelas																	
Demolição das passarelas				█	█												
Subestrutura						█	█	█	█	█							
Superestrutura									█	█	█	█	█				
4. Infra-estrutura para Ônibus													█	█			
5. Trabalhos Complementares															█	█	
6. Desmobilização																	█

Tabela 16.2-3 Programa de Trabalho para Rodovia Augusto Montenegro

Rodovia Augusto Montenegro

Itens de Trabalho	1º Ano												2º Ano				Observação
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1. Mobilização, preparação dos trabalhos	█																
2. Trabalhos na Via																	
Limpeza do local e demolição		█	█	█													
Movimento de Terra			█	█	█	█	█	█	█	█							
Trabalho de Pavimentação							█	█	█	█	█	█	█	█	█		
3. Construção de passarelas																	
Demolição das passarelas existentes				█	█												
Subestrutura						█	█	█	█	█							
Superestrutura									█	█	█	█	█				
4. Infra-estrutura para Ônibus													█	█			
5. Trabalhos Complementares															█	█	
6. Desmobilização																	█

## (2) Faixa Exclusiva para Ônibus

Os programas de trabalho para faixa exclusiva para ônibus na Avenida Independência são mostrados na tabela 16.2-4 e Tabela 16.2-5.

Tabela 16.2-4 Programa de Trabalho da Avenida Independência no trecho de Acesso ao Centro

Avenida Independência no Trecho de Acesso ao Centro

Itens de Trabalho	1º Ano												2º Ano				Observação
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1. Mobilização, preparação dos trabalhos	█																
2. Trabalhos na Via																	
Limpeza do local e demolição		█															
Movimento de terra				█	█	█	█	█	█	█							
Trabalho de pavimentação									█	█	█	█	█				
3. Construção de ponte																	
Molde de fundação/empilhamento			█	█	█	█											
Subestrutura, pilar, pilastra						█	█	█	█								
Superestrutura									█	█	█	█					
4. Ponto de ônibus, parada coberta													█				
5. Trabalhos Complementares															█	█	
6. Desmobilização																	█



## (1) Avenida Primeiro de Dezembro

Tabela 16.2-8 Programa de Trabalho da Avenida Primeiro de Dezembro

Avenida Primeiro de Dezembro

Itens de Trabalho	1.º Ano												2.º Ano												3.º Ano												Observação		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36			
1. Mobilização, preparação dos trabalhos	█																																						
2. Trabalhos na Via																																							
Limpeza do local e demolição			█	█																																			
Movimento de terra																																							
Trabalho de pavimentação																																							
3. Construção de ponte																																							
Molde de fundação/empilhamento																																							
Subestrutura, pilar, pilastra																																							
Superstructure																																							
4. Trabalhos Complementares																																							
5. Desmobilização																																							

## (2) Rua Yamada

Tabela 16.2-9 Programa de Trabalho da Rua Yamada

Rua Yamada

Itens de Trabalho	1.º Ano												2.º Ano												3.º Ano												Observação			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36				
1. Mobilização, prep. dos trabalhos	█																																							
2. Trabalhos na Via																																								
Limpeza do local e demolição			█	█																																				
Movimento de terra																																								
Trabalho de pavimentação																																								
3. Construção de ponte																																								
Molde de fundação/empilhamento																																								
Subestrutura, pilar, pilastra																																								
Superstructure																																								
4. Trabalhos Complementares																																								
5. Desmobilização																																								

## (3) Rua da Marinha

Tabela 16.2-10 Programa de Trabalho da Rua da Marinha

Rua da Marinha

Itens de Trabalho	1.º Ano												Observações
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1. Mobilização, preparação dos trabalhos	█												
2. Trabalhos na Via													
Limpeza do local e demolição			█	█									
Movimento de terra													
Trabalho de pavimentação													
3. Construção de ponte													
Molde de fundação/empilhamento													
Subestrutura, pilar, pilastra													
Superstructure													
4. Trabalhos Complementares													
5. Desmobilização													

#### (4) Avenida Independência no Trecho de Acesso ao Centro e no Trecho Periférico

Tabela 16.2-11 Programa de Trabalho da Avenida Independência no Trecho de Acesso ao Centro

Itens de Trabalho	1.º Ano												2.º Ano												Observação	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
1. Mobilização, prep. dos trabalhos	■	■																								
2. Trabalhos na Via																										
Limpeza do local e demolição	■	■																								
Movimento de terra						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Trabalho de pavimentação																										
3. Construção de ponte																										
Molde de fundação/empilhamento						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Subestrutura, pilar, pilastra																										
Superestrutura																										
4. Trabalhos Complementares																										
5. Desmobilização																										

Tabela 16.2-12 Programa de Trabalho da Avenida Independência no Trecho Periférico

Itens de Trabalho	1.º Ano												2.º Ano												3.º Ano												Observação					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36						
1. Mobilização, prep. dos trabalhos	■	■																																								
2. Trabalhos na Via																																										
Limpeza do local e demolição																																										
Movimento de terra																																										
Trabalho de pavimentação																																										
3. Construção de ponte																																										
Molde de fundação/empilhamento																																										
Subestrutura, pilar, pilastra																																										
Superestrutura																																										
4. Trabalhos Complementares																																										
5. Desmobilização																																										

### 16.3. VOLUME DE TRABALHOS PARA O PROJETO

A estimativa do volume de projetos foi baseada nas infra-estruturas da canaleta exclusiva para ônibus e dos projetos viários constantes do anexo do Relatório Final - Desenhos, bem como no método de construção e operação para a implementação do projeto.

#### 16.3.1. VOLUME DE TRABALHOS PARA PROJETOS DE CANALETA EXCLUSIVA

##### (1) Canaleta Exclusiva para Ônibus

O volume dos principais trabalhos para a infra-estrutura das canaletas da Avenida Almirante Barroso, Rodovia BR-316 e Rodovia Augusto Montenegro é mostrado na Tabela 16.3-1. Os principais itens de trabalho estão descritos a seguir:

- a) Demolição e limpeza do canteiro central existente, incluindo ciclovia
- b) Remoção e relocação da vegetação do canteiro central
- c) Corte e remoção do pavimento asfáltico existente
- d) Pavimentação de concreto cimento para nova canaleta exclusiva
- e) Revestimento das faixas de tráfego misto, ciclovia e calçada
- f) Executar drenagem, iluminação, sinalização horizontal, etc.
- g) Melhoramento das interseções, em nível, sinalizadas
- h) Demolição das passarelas existentes e construção de novas passarelas

Tabela 16.3-1 Quantidade de Obras da Canaleta Exclusiva

Itens de Trabalho	Unid.	Avenida Almirante Barroso	Rodovia BR-316	Rodovia Augusto Montenegro
<b>Limpeza do local e demolição</b>				
Arborização de porte médio	m	1.860,0	10.110,0	12.275,00
Arborização de porte médio / ciclovia	m	3.500,0	0,0	0,0
Iluminação	Un.	143,0	141,0	0,0
Semáforo	Un.	10,0	4,0	5,0
Torre de eletricidade (médio)	Un.	0,0	0,0	298,0
Poste de eletricidade	Un.	0,0	0,0	3.500,0
Passarela existente	Un.	4,0	4,0	3,0
<b>Escavação</b>				
<b>Pavimento</b>				
Corte de pavimento asfáltico	m	10.720,0	20.220,0	19.550,0
Remoção do pavimento	m <sup>3</sup>	13.461,6	10.918,8	17.595,0
Solo (perda)	m <sup>3</sup>	10.436,0	18.198,0	53.762,5
<b>Aterro</b>				
Material especial	m <sup>3</sup>	1.072,0	29.116,8	21.505,0
<b>Pavimento asfáltico de concreto</b>				
<b>Pista de rolamento</b>				
Asfalto t=7,5cm	m <sup>2</sup>	0,0	60.660,0	17.595,0
Base t=20cm	m <sup>2</sup>	0,0	60.660,0	17.595,0
Sub-base =40cm	m <sup>2</sup>	0,0	60.660,0	17.595,0
<b>Revestimento</b>				
Asfalto t = 5	m <sup>2</sup>	144.000,0	204.250,0	308.605,0
<b>Calçada/ciclovia largura = 5,5m</b>				
Asfalto t = 3cm	m <sup>2</sup>	40.736,0	105.144,0	122.750,0
Base t = 20cm	m <sup>2</sup>	40.736,0	105.144,0	122.750,0
<b>Pavimentação de concreto</b>				
<b>Pista de rolamento</b>				
Cimento t = 22cm	m <sup>2</sup>	42.880,0	80.880,0	78.200,0
Base t = 20cm	m <sup>2</sup>	43.952,0	82.902,0	80.155,0
Sub-base t = 40cm	m <sup>2</sup>	45.024,0	84.924,0	82.110,0
<b>Pavimento colorido</b>				
Pavimento asfáltico colorido	m <sup>2</sup>	21.440,0	0,0	5.000,0
<b>Drenagem</b>				
Concreto em "U" 0.3mx0.5m	m	0,0	20.220,0	24.550,0
Tubo de galeria φ0,3m	m	2.649,6	5.055,0	5.646,5
<b>Infraestrutura e equipamentos</b>				
Arborização do canteiro central larg=2,5m	m	10.720,0	20.220,0	19.550,0
Arborização da calçada larg=1,5m	m	0,0	20.220,0	19.550,0
Iluminação	vol	357,0	674,0	818,3
Sinalização horizontal	m	30.016,0	56.616,0	68.740,0
Letreiro, cartaz	Un.	16,0	32,0	24,0
Semáforo	Un.	20,0	18,0	24,0
Tachão (prata)	Un.	1.072,0	0,0	0,0
<b>Interseção</b>				
Sinalizado, em nível	Un.	10,0	9,0	12,0
Nova passarela	Un.	4,0	5,0	3,0

## (2) Faixa Exclusiva para Ônibus

O volume dos principais itens de trabalho para a faixa exclusiva para ônibus na Avenida Independência que estão classificadas em dois componentes, do trecho de acesso ao Centro e trecho periférico, está apresentado na Tabela 16.3-2 e Tabela 16.3-3. A seguir, é apresentada a descrição dos principais itens:

- a) Limpeza da área
- b) Remoção e corte do pavimento asfáltico
- c) Nova pavimentação asfáltica para faixa exclusiva
- d) Executar drenagem, iluminação, sinalização horizontal, etc
- e) Melhoria das interseções, em nível, sinalizadas
- f) Construção de novas pontes de estrutura celular

Tabela 16.3-2 Quantitativo de Obras da Faixa Exclusiva para Ônibus

Itens de trabalho	Unid	Avenida Independência no trecho de acesso ao Centro	Avenida Independência no trecho periférico
Limpeza do lugar e demolição			
Campo	m <sup>2</sup>	61.600,0	85.504,0
Escavação			
Pavimento			
Corte de pavimento asfáltico	m	4.160,0	0,0
Remoção do pavimento asfáltico	m <sup>3</sup>	1.995,2	2.400,0
Solo (perda)	m <sup>3</sup>	65.920,0	18.720,0
Aterro			
Empréstimo	m <sup>3</sup>	141.600,0	37.440,0
Aterro de superfície	m <sup>2</sup>	10.110,0	7.020,0
Pavimento de concreto asfáltico			
Pista de rolamento			
Asfalto t = 7,5cm	m <sup>2</sup>	49.018,7	58.016,8
Base t = 20cm	m <sup>2</sup>	50.526,7	61.720,0
Sub-base t = 40cm	m <sup>2</sup>	52.450,7	61.720,0
Calçada/ciclovía larg.=5,5m			
Asfalto t = 3cm	m <sup>2</sup>	37.296,7	123.440,0
Base t = 20cm	m <sup>2</sup>	38.033,3	123.440,0
Pavimento colorido			
Pavimento asfáltico colorido	m <sup>2</sup>	13.980,0	0,0
Drenagem			
Concreto em "U" 0,3mx0,5m	m	4.660,0	0,0
Tubo de galeria φ0,3m	m	1.071,8	0,0
Tubo de galeria φ1,5m	m	494,7	80,0
Complemento			
Esgoto primário	m	10.360,0	5.100,0
Equipamentos e Infra-estrutura			
Arborização da calçada larg=1,5m	m	4.160,0	0,0
Iluminação	un.	451,9	822,0
Sinalização horizontal	m	23.445,3	69.126,4
Letreiro, cartaz	un.	8,0	2,0
Semáforo	un.	16,0	4,0
Interseção			
Em nível, sinalizado	un.	5,0	4,0
Em desnível, tipo trevo	un.	1,0	0,0
Em desnível, tipo trompa	un.	1,0	0,0

Tabela 16.3-3 Quantitativo de Obras de Faixa Exclusiva para Ônibus (continuação)

Item de trabalho	Unid.	Avenida Independência no trecho de acesso ao Centro	Avenida Independência no trecho periférico
<b>Ponte</b>			
<b>Superestrutura</b>			
Concreto 40Mpa	m <sup>3</sup>	4.859,4	339,2
Laje de concreto 30Mpa	m <sup>3</sup>	241,1	612,7
Viga de aço	ton	97,8	97,8
Barra reforçada	ton	463,3	107,0
Arame "prestrest"	ton	145,7	10,2
Pavimento asfáltico	m <sup>2</sup>	5.235,0	1.595,0
Grade de proteção, guarda corpo	m	270,0	200,0
Ereção da viga	nos	6,7	21,3
Forma de trabalho	m <sup>2</sup>	8.167,5	4.357,4
Forma	m	2.250,0	0,0
Suporte	m <sup>3</sup>	20.535,0	0,0
Junta de dilatação	m	153,3	124,3
Apoio, mancal	nos	68,0	60,7
<b>Subestrutura</b>			
Concreto 25Mpa	m <sup>3</sup>	1.763,4	915,6
Barra reforçada	ton	123,0	49,6
Estaca concreto armado 0,4x0,4m	m	424,0	682,7
Estaca de aço Ø,6m	m	3.074,0	0,0
Forma de trabalho	m <sup>2</sup>	1.947,8	1.240,9
Suporte	m <sup>3</sup>	150,5	68,8
Andaime	m <sup>2</sup>	2.555,3	1.346,7
Escavação	m <sup>3</sup>	4.535,0	1.545,3
Reaterro	m <sup>3</sup>	5.167,3	1.097,3
Ensecador	m <sup>2</sup>	1.885,8	0,0
Espigão temporário de ponte	m <sup>2</sup>	930,0	0,0
<b>Caixa de Galeria</b>			
Concreto 25Mpa	m <sup>3</sup>	1.612,3	0,0
Barra reforçada	ton	112,9	0,0
Pavimento asfáltico	m <sup>2</sup>	544,5	0,0
Concreto abaixo do nível	m <sup>2</sup>	207,0	0,0
Forma de trabalho	m <sup>2</sup>	1.320,7	0,0
Suporte	m <sup>3</sup>	2.277,0	0,0
Andaime	m <sup>2</sup>	446,4	0,0
Escavação	m <sup>3</sup>	6.253,3	0,0
Reaterro	m <sup>3</sup>	1.892,7	0,0

### (3) Faixa Prioritária para Ônibus

A tabela 16.3-4 mostra o volume dos principais itens de trabalho para faixa prioritária para ônibus na Área Central, Icoaraci, Avenida Mário Covas, Avenida Pedro Álvares Cabral e Avenida Senador Lemos.

A seguir, é apresentada a descrição dos principais itens:

- Remoção e corte do pavimento asfáltico existente,
- Pavimentação asfáltica e em concreto com pigmentação colorida na faixa para ônibus,
- Execução de drenagem, iluminação, sinalização horizontal, etc.

Tabela 16.3-4 Quantitativo de Obras da Faixa Prioritária para Ônibus

Itens de trabalho	Unid	Área de Icoaraci	Área Central	Avenida Mário Covas	Av. Pedro Álvares Cabral/Av. Senador Lemos
Escavação					
Pavimento					
Corte de pavimento asfáltico	m	0,0	840,0	0,0	600,0
Remoção do pavimento asfáltico	m <sup>3</sup>	490,5	469,0	1.065,0	25.564,5
Solo (perda)	m <sup>3</sup>	0,0	0,0	0,0	25,272,0
Pavimento asfáltico e de concreto					
Pista de rolamento					
Asfalto t = 7,5cm	m <sup>2</sup>	0,0	0,0	0,0	67.275,0
Base t = 20cm	m <sup>2</sup>	0,0	0,0	0,0	68.445,0
Sub-base t = 40cm	m <sup>2</sup>	0,0	0,0	0,0	69.615,0
Calçada/ciclovía largura=5,5m					
Asfalto t = 3cm	m <sup>2</sup>	0,0	0,0	0,0	45.360,0
Base t = 20cm	m <sup>2</sup>	0,0	0,0	0,0	45.360,0
Pavimentação de concreto					
Pista de rolamento					
Cimento t = 22,0cm	m <sup>2</sup>	0,0	1.470,0	0,0	1.050,0
Base t = 20,0cm	m <sup>2</sup>	0,0	1.554,0	0,0	1.110,0
Sub-base t = 40,0cm	m <sup>2</sup>	0,0	1.638,0	0,0	1.170,0
Pavimento colorido					
Pavimento asfáltico colorido	m <sup>2</sup>	9.810,0	28.140,0	21.300,0	22.320,0
Drenagem					
Concreto em "U" 0,3mx0,5m	m	0,0	0,0	0,0	11.340,0
Tubo de galeria φ0,3m	m	0,0	0,0	0,0	2.268,0
Tubo de galeria φ0,6m	m	0,0	0,0	0,0	1.360,8
Equipamentos					
Arb. do canteiro central larg=2,5m	m	0,0	0,0	0,0	0,0
Arborização da calçada larg=1,5m	m	0,0	0,0	0,0	5.670,0
Grade de proteção	m	0,0	0,0	0,0	0,0
Iluminação	un.	0,0	0,0	0,0	567,0
Sinalização horizontal	m	0,0	0,0	0,0	7.938,0
Letreiro, cartaz	un.	0,0	0,0	0,0	11,7
Interseção					
Em nível, sinalizado	un.	0,0	0,0	0,0	3,0

#### (4) Terminais de Integração

Os tamanhos das áreas dos terminais de integração são sintetizados na Tabela 16.3-5. Cada terminal é diferente em área e tamanho, entretanto, os tipos de estrutura e equipamentos são similares como construção de pavimento, plataforma, estacionamento para ônibus, área para táxi, venda de tíquetes e lojas.

Tabela 16.3-5 Tamanho da Área de Terminais de Integração

Terminal	Quantidade	Área (m <sup>2</sup> )
A: Icoaraci	1	11.480
B: Tapanã	1	15.540
C: Mangueirão	1	15.540
D: Coqueiro	1	16.768
E: Águas Lindas	1	9.680
F: Marituba	1	16.770
G: Independência 1	1	10.560
H: Independência 2	1	10.560

#### (5) Infra-estrutura para Ônibus

A Tabela 16.3-6 mostra a quantidade de infra-estrutura para ônibus incluída a requalificação do Terminal de São Braz. Cada ponto de ônibus e abrigo tem uma plataforma com 2,5m de largura e 20m à 42 m de comprimento, entretanto, os tipos de estrutura e infra-estrutura, tais como, rufo, parede, banco e semáforo, são similares entre si.

Tabela 16.3-6 Quantitativo de Infra-estrutura para Ônibus

Equipamentos para Ônibus	Quantidade
Abrigo pequeno (canaleta, faixa exclusiva)	32
Abrigo grande (canaleta, faixa exclusiva)	40
Abrigo, tipo aberto, grande (Independência)	6
Abrigo, tipo aberto, grande (Área Central)	4
Semáforos	45
Calçada e capa	1
Requalificação do Terminal de São Braz	1

#### 16.3.2. VOLUME DE ITENS DE TRABALHO PARA PROJETOS VIÁRIOS

Os principais itens de trabalho na Avenida Primeiro de Dezembro, prolongamento da Avenida Mário Covas, Rua Yamada, Rua da Marinha e Avenida Independência são mostrados na Tabela 16.3-7 e na Tabela 16.3-8.

- a) Demolição e limpeza dos locais
- b) Corte e remoção do pavimento asfáltico existente
- c) Nova pavimentação asfáltica para a pista de rolamento, ciclovia e calçada
- d) Execução de drenagem, iluminação, sinalização horizontal, etc
- e) Melhoria das interseções, em nível, sinalizadas,
- f) Construção de novas pontes e caixa de galeria

Tabela 16.3-7 Quantitativo dos Projetos Viários

Itens de Trabalho	Unid.	Avenida Primeiro de Dezembro	Rua Yamada	Rua da Marinha	Avenida Independência
Limpeza do local e demolição					
Campo	m <sup>2</sup>	386.521,0	187.669,0	7.350,0	294.208,0
Poste de Energia Elétrica	un.	0,0	369,0	0,0	0,0
Escavação					
Pavimento					
Corte de pavimento asfáltico	m	0,0	0,0	0,0	8.320,0
Remoção do pavimento asfáltico	m <sup>3</sup>	0,0	7.600,0	2.960,0	8.790,4
Solo (perda)	m <sup>3</sup>	24.000,0	45.600,0	17.200,0	169.280,0
Aterro					
Empréstimo	m <sup>3</sup>	64.000,0	0,0	64.800,0	358.080,0
Aterro de superfície	m <sup>2</sup>	9.600,0	0,0	5.400,0	34.260,0
Pavimento asfáltico					
Pista de Rolamento					
Asfalto t=7,5cm	m <sup>2</sup>	178.366,5	172.000,0	72.839,0	214.070,9
Base t=20cm	m <sup>2</sup>	181.110,6	176.000,0	74.132,0	224.493,0
Sub-base t=40cm	m <sup>2</sup>	186.873,0	180.000,0	75.856,0	228.341,3
Calçada/ciclovía largura=5,5m					
Asfalto t=3cm	m <sup>2</sup>	91.470,0	70.000,0	33.618,0	321.473,3
Base t=20cm	m <sup>2</sup>	91.470,0	70.000,0	33.618,0	322.946,7
Pavimento Colorido					
Pavimento asfáltico colorido	m <sup>2</sup>	0,0	0,0	0,0	27.960,0
Drenagem					
Concreto em "U" 0,3m x 0,5m	m	18.294,0	20.000,0	0,0	9.320,0
Tubo $\phi$ 0,3m	m	16.520,7	0,0	0,0	2.143,6
Tubo $\phi$ 0,6m	m	5.924,4	16.000,0	8.620,0	0,0
Tubo $\phi$ 1,5m	m	6.827,0	20,0	64,0	1.149,3
Caixa de galeria 2,00 x 2,00m	m	0,0	0,0	32,0	0,0
Adicional					
Água de esgoto	m	3.600,0	0,0	0,0	30.920,0
Equipamentos					
Arborização do canteiro central larg.=2,5m	m	9.147,0	0,0	8.560,0	0,0
Arborização da calçada larg.=1,5m	m	10.518,0	19.800,0	8.560,0	8.320,0
Iluminação	un.	621,0	666,0	0,0	1.274,0
Sinalização horizontal.	m	39.173,2	42.000,0	0,0	185.143,5
Letreiro, cartaz.	un.	0,0	0,0	0,0	10,0
Semáforo	un.	0,0	0,0	6,0	20,0
Rede para pássaros	un.	0,0	0,0	1,0	0,0
Sistema de drenagem para pequenos animais	un.	0,0	0,0	5,0	0,0
Interseção					
Em desnível, sinalizado.	un.	3,0	6,0	2,0	11,0
Em desnível, tipo trevo.	un.	0,0	1,0	0,0	1,0
Em desnível, tipo trompa.	un.	0,0	0,0	1,0	1,0

Tabela 16.3-8 Quantitativo dos Projetos Viários (continuação)

Itens de trabalho	Unidade	Avenida Primeiro de Dezembro	Rua Yamada	Rua Marinha	Avenida Independência
<b>Ponte</b>					
<b>Superestrutura</b>					
Concreto 40Mpa	m <sup>3</sup>	16.564,2	477,6	2.557,8	10.397,1
Laje de concreto 30Mpa	m <sup>3</sup>	0,0	1.037,3	0,0	1.182,0
Viga de aço	t	0,0	0,0	0,0	97,8
Barra reforçada	t	1.490,4	173,9	230,2	1.087,9
Arame "prestrest"	t	496,8	14,2	76,8	311,8
Pavimento asfáltico	m <sup>2</sup>	11.040,0	2.236,0	1.680,0	11.635,0
Grade de proteção, guarda corpo	m	1.380,0	260,0	240,0	580,0
Forma de trabalho	m <sup>2</sup>	22.425,0	7.104,8	3.600,0	22.106,9
Forma vazia	m	6.900,0	0,0	1.000,0	4.500,0
Suporte	m <sup>3</sup>	140.790,0	0,0	14.400,0	41.070,0
Junta de dilatação	m	216,0	242,0	44,0	420,2
Apoio, mancal	nos	120,0	144,0	20,0	203,3
<b>Subestrutura</b>					
Concreto 25Mpa	m <sup>3</sup>	3.871,2	3.478,8	947,2	5.159,9
Barra reforçada	t	316,0	195,0	64,3	335,2
Estaca em concreto armado 0,4×0,4m	m	0,0	840,0	0,0	2.021,3
Estaca de aço e ø0,6m	m	5.480,0	3.840,0	1.200,0	6.148,0
Forma de trabalho	m <sup>2</sup>	6.272,0	4.644,0	1.217,8	6.068,7
Suporte	m <sup>3</sup>	1.196,0	314,8	132,0	409,9
Andaime	m <sup>2</sup>	7.144,6	4.958,4	1.320,0	7.452,0
Escavação	m <sup>3</sup>	7.908,0	7.680,0	1.880,0	11.744,7
Reaterro	m <sup>3</sup>	5.975,0	5.374,0	1.304,0	12.213,3
Ensecadeira	m <sup>2</sup>	2.900,0	6.900,0	1.740,0	3.771,6
Espigão temporário de ponte	m <sup>2</sup>	2.880,0	960,0	720,0	1.860,0
<b>Caixa de galeria Custo de Construção Direta</b>					
Concreto 25Mpa	m <sup>3</sup>	0,0	0,0	0,0	3.224,6
Barra reforçada	t	0,0	0,0	0,0	225,7
Pavimento asfáltico	m <sup>2</sup>	0,0	0,0	0,0	1.089,0
Forma de trabalho	m <sup>2</sup>	0,0	0,0	0,0	2.641,5
Suporte	m <sup>3</sup>	0,0	0,0	0,0	4.554,0
Andaime	m <sup>2</sup>	0,0	0,0	0,0	892,8
Escavação	m <sup>3</sup>	0,0	0,0	0,0	12.506,7
Reaterro	m <sup>3</sup>	0,0	0,0	0,0	3.785,3
<b>Tratamento de granulados finos Construção Direta</b>					
Geotêxtil	m <sup>2</sup>	0,0	8.500,0	0,0	0,0
Areia fina	m <sup>2</sup>	0,0	2.125,0	0,0	0,0
Cascalho, pedregulho	m <sup>2</sup>	0,0	4.250,0	0,0	0,0
Estaca em concreto armado 0,25×0,25m	m	0,0	21.250,0	0,0	0,0

## 16.4. CUSTO DO PROJETO

### 16.4.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os custos do projeto consistem de construção direta e indireta, serviço de engenharia, eventuais, aquisição de terrenos e custos de administração. O conteúdo e procedimento do custos do projeto são mostrados na Figura 16.4-1.

A maioria desses custos foi estimada com base na unidade de custo dos itens de trabalho obtido da análise de preço unitário e em comparação com custos de projetos similares no Município de Belém. O custo estimado do projeto foi baseado nos resultados do desenho preliminar de engenharia, quantidade de bota-fora de cada item do trabalho e método construtivo.

Os conteúdos fundamentais de estimativa de custos do projeto são os seguintes:

- O custo unitário de cada componente determinado foi baseado na condição econômica de junho de 2003 (US\$1.00=R\$2,90, US\$1.00=¥120)
- O custo do serviço de engenharia assumido foi 10% do custo de construção
- As despesas eventuais são de aproximadamente 15% do total do custo de construção e do custo do serviço de engenharia
- A aquisição de terreno e custo de indenização foi avaliada pela equipe local (COHAB/PA)
- O custo de administração foi estimado em 5% do total do custo da construção e custo do serviço de engenharia
- O Anexo – C mostra o custo direto unitário.

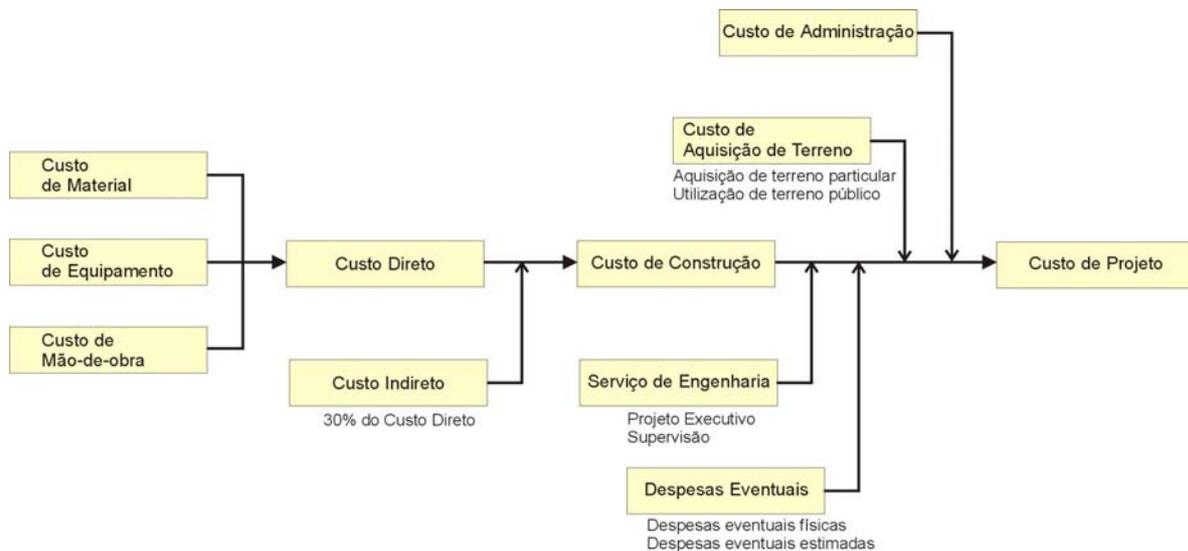


Figura 16.4-1 Procedimento da Estimativa de Custo do Projeto

## 16.4.2. CUSTO DE CONSTRUÇÃO

O custo de construção dos itens de trabalho consiste do custo direto e indireto da construção.

### (1) Custo Direto da Construção

Este custo consiste dos custos de material de construção, de mão-de-obra e de equipamento da construção. A maioria dos dados dos itens de custo unitário foi coletada de projetos viários semelhantes da RMB.

#### 1) Custo Unitário de mão-de-obra

A Tabela 16.4-1 mostra o custo unitário de mão-de-obra para trabalho local requerido para implementação do projeto. O custo de mão-de-obra inclui compensações como benefícios sociais e seguro e valor hora de mão-de-obra.

Tabela 16.4-1 Custo Unitário de mão-de-obra

Classificação	Unid.	Pagamento Básico (R\$)
Servente	hora	2,31
Qualificado	hora	3,92
Motorista	hora	4,29
Operador	hora	4,81
Mestre de obras	hora	5,22

#### 2) Custo Unitário de Material de Construção

Os preços dos principais materiais de construção são mostrados na Tabela 16.4-2. O preço do material foi baseado no preço de mercado da RMB.

Tabela 16.4-2 Custo Unitário de Material de Construção

Material	Unid.	Preço (R\$)
Agregado fino	m <sup>3</sup>	12,00
Agregado graúdo	m <sup>3</sup>	35,00
Pedra quebrada	m <sup>3</sup>	45,00
Solo emprestado	m <sup>3</sup>	9,00
Cimento comum Portland	50kg, saco	15,00
Barra reforçada	Kg	1,70
Barra reforçada de alta tensão	Kg	1,85
Cabo de tensão (7nos. 12.7mm)	t	3.030,00
Chapa de aço (t=3/4")	t	1.960,00
Corte de aço (formado)	t	2.200,00
Madeira (de construção)	m <sup>3</sup>	300,00
Gasolina	l	1,85
Diesel	l	1,28
Betume (CAP-50/60)	t	1.035,88
Emulsão (RR-1C)	t	743,50
Tubo de concreto (φ0,4m)	m	27,44
Tubo de PVC (φ0,1m)	m	4,70
Tijolo de concreto para pedestre (t=8cm)	m <sup>2</sup>	16,00
Tijolo para casa (8x12x25cm)	Un	0,15
Prego	Kg	2,50
Compensado	Un	15,00
Gramma	m <sup>2</sup>	4,62

### 3) Custo Unitário de Equipamento de Construção

O custo de equipamento de construção utilizado para a estimativa do projeto é mostrado na Tabela 16.4-3 baseado no valor do aluguel por hora.

Tabela 16.4-3 Custo Unitário de Equipamento de Construção

Equipamento	Tipo/Modelo	Custo operacional (R\$/hora)
Bulldozer – lâmina para terraplenagem	10t	60,72
	20t	106,20
Escavadeira	95HP	45,42
	124HP	74,45
Caminhão “shobel”	1.8m <sup>3</sup>	62,29
Caminhão	4t	28,53
Caminhão com guindaste	8t	39,67
Caminhão de lixo	15t	56,44
Caminhão de água	6000L	38,25
Guindaste móvel	16t	255,00
	50t	443,50
Motor graduador	3.5m	94,03
Pista rolante	10t	61,52
Pneu rolante	9t	62,02
Vibratório rolante	12t	67,30
Soquete/copo	7HP	12,51
Fábrica de asfalto misto	40-60t/hr	257,06
Distribuidor de asfalto	6000L	68,00
Fábrica de concreto misto	40-60t/hr	154,24
Concreto de trânsito misto	4m <sup>3</sup>	35,58
Bomba de concreto	60m <sup>3</sup> /h	81,00
Compressor	40HP	20,90
Gerador	115KVA	23,01

#### 4) Custo Unitário Direto de Construção

Os principais custos unitários direto de construção dos itens do trabalho por trecho viário, estruturas e infra-estrutura para ônibus é mostrado da Tabela 16.4-4 à Tabela 16.4-6.

Tabela 16.4-4 Custo Unitário Direto de Construção (Via)

Itens de Trabalho	Unidade	Custo unitário (R\$)	Observação
<b>Limpeza do lugar e demolição</b>			
Campo	m <sup>2</sup>	2,30	
Arborização de porte	m	37,50	Planta realocada
Arborização de porte médio / ciclovia	m	143,40	Planta realocada
Iluminação	un.	103,80	
Semáforo	un.	1.719,90	
Torre de alta tensão (médio)	un.	1.073,20	
Poste de eletricidade	un.	103,80	
Passarela	un.	27.000,00	Rede segura
<b>Escavação</b>			
Remoção de pavimento asfáltico	m <sup>3</sup>	98,20	Base, sub-base
Solo (perda)	m <sup>3</sup>	4,00	Transporte 5km
<b>Aterro</b>			
Empréstimo	m <sup>3</sup>	11,50	
Material especial	m <sup>3</sup>	13,90	
Superfície de talude de aterro	m <sup>2</sup>	6,70	Planejado
<b>Pavimento de concreto asfáltico</b>			
<b>Pista de rolamento</b>			
Asfalto t = 7.5cm	m <sup>2</sup>	85,70	
Base t = 20cm	m <sup>2</sup>	29,00	
Sub-base t = 40cm	m <sup>2</sup>	24,30	
<b>Revestimento</b>			
Asfalto t = 5cm	m <sup>2</sup>	64,10	
<b>Calçada/ciclovia larg.=5,5m</b>			
Asfalto t = 3cm	m <sup>2</sup>	44,80	
Base t = 20cm	m <sup>2</sup>	20,90	
<b>Pavimento de concreto de cimento</b>			
<b>Pista de rolamento</b>			
Cimento Portland t = 22.0cm	m <sup>2</sup>	139,00	
Base t = 20.0cm	m <sup>2</sup>	29,00	
Sub-base t = 40.0cm	m <sup>2</sup>	24,30	
<b>Pavimento colorido</b>			
Pavimento asfáltico colorido t=5cm	m <sup>2</sup>	80,90	
<b>Drenagem</b>			
Concreto em "U" 0.3mx0.5m	m	23,30	Concreto
Tubo de galeria, bueiro ø0,6m	m	55,00	Concreto
Tubo de galeria, bueiro ø1,5m	m	99,40	Concreto
<b>Infra-estrutura e equipamentos</b>			
Arborização do canteiro central larg=2,5m	m	58,20	
Iluminação	un.	1.469,70	
Sinalização horizontal	m	11,20	
Letreiro, cartaz	un.	868,90	Aço comum
Semáforo	un.	154,30	Aço comum
Tachão (prata)	un.	48,70	
<b>Interseção</b>			
Sinalização, em nível	un.	250.000,00	
Grade desnível (tipo trevo)	un.	4.200.000,00	
Grade desnível (tipo trompa)	un.	3.200.000,00	

Tabela 16.4-5 Custo Unitário Direto de Construção (estruturas)

Item de Trabalho	Unid.	Custo Unitário (R\$)	Observação
<b>Ponte</b>			
<b>Superestrutura</b>			
Concreto 40Mpa	m <sup>3</sup>	339,80	
Laje de concreto 30Mpa	m <sup>3</sup>	278,20	
Viga de aço	t	4.547,60	Soldado, pintado.
Barra reforçada	t	2.790,00	
Arame "Prestrest"	t	4.921,30	Ancoradouro, reboco.
Pavimento asfáltico	m <sup>2</sup>	85,70	
Grade de proteção, guarda corpo	m	193,80	Aço.
Forma de trabalho	m <sup>2</sup>	59,80	Reutilização de Aço.
Forma vazia	m	67,60	Aço.
Suporte	m <sup>3</sup>	103,60	Reutilização de Aço.
Andaime	m <sup>2</sup>	55,80	Reutilização de Aço.
Junta de dilatação	m	2.259,60	
Apoio, mancal	nos	1.033,60	
<b>Subestrutura</b>			
Concreto 25Mpa	m <sup>3</sup>	278,20	
Barra reforçada	ton	2.790,00	
Estaca em concreto armado 0,4x0,4m	m	364,80	
Estaca de aço $\phi$ 0,6m	m	517,60	
Forma de trabalho	m <sup>2</sup>	59,80	Reutilização de Aço.
Andaime	m <sup>2</sup>	55,80	Reutilização de Aço.
Escavação	m <sup>3</sup>	4,00	Transporte 5km.
Reaterro	m <sup>3</sup>	11,50	
Ensecadeira	m <sup>2</sup>	202,00	Estaca de placa de aço.
Espigão temporário de ponte	m <sup>2</sup>	751,10	Pefil H em aço.
<b>Caixa de galeria</b>			
Concreto 25Mpa	m <sup>3</sup>	278,20	
Barra reforçada	ton	2.790,00	
Pavimento asfáltico	m <sup>2</sup>	58,70	
Forma de trabalho	m <sup>2</sup>	59,80	Reutilização de Aço.
Suporte	m <sup>3</sup>	103,60	Reutilização de Aço.
Andaime	m <sup>2</sup>	55,80	Reutilização de Aço.
Escavação	m <sup>3</sup>	4,00	Transporte 5km.
Reaterro	m <sup>3</sup>	11,50	
<b>Tratamento de granulados finos</b>			
Geotêxtil	m <sup>2</sup>	50,90	
Estaca em concreto armado 0,25x0,25m	m	263,90	
Estaca de capa de concreto 15Mpa	m <sup>3</sup>	155,20	

Tabela 16.4-6 Custo Unitário Direto de Construção (infra-estrutura para ônibus)

Itens de Trabalho	Área (m <sup>2</sup> )	Custo unitário (R\$)
Terminal A: Icoaraci	11.480,00	2.331.160,00
Terminal B: Tapanã	15.540,00	3.410.724,00
Terminal C: Mangueirão	15.540,00	3.411.124,00
Terminal D: Coqueiro	18.768,00	3.803.892,00
Terminal E: Águas Lindas	9.680,00	1.988.790,00
Terminal F: Marituba	16.770,00	3.630.592,00
Terminal G: Independência 1	10.560,00	1.818.448,00
Terminal H: Independência 2	10.560,00	1.818.048,00
Abrigo para ônibus (canaleta, faixa exclusiva, pequena)	-	36.018,00
Abrigo para ônibus (canaleta, faixa exclusiva, comprida)	-	72.018,00
Abrigo para ônibus (Independência, tipo aberto, comprido)	-	32.896,00
Abrigo para ônibus (Área Central, tipo aberto, pequeno)	-	16.448,00
Semáforo para ponto de ônibus	-	7.200,00
Calçada e capa asfáltica	-	10.000,00
Requalificação do Terminal São Braz	-	498.740,00

## (2) Custo Indireto de Construção

O custo indireto de construção consiste de custo temporário comum de infra-estrutura e custo de administração em geral. Foi estimado em 30% do custo direto da construção.

O trabalho temporário, em geral, inclui transporte de máquinas e plantas, mobilização e desmobilização da infra-estrutura temporária como suprimento de energia, proteção ambiental, infra-estrutura segura e escritório. O custo de administração em geral envolve o *overhead* do escritório contratado.

### 16.4.3. CUSTOS DE ENGENHARIA, DESPESAS EVENTUAIS E ADMINISTRAÇÃO

#### (1) Custo de Serviço de Engenharia

O custo de serviço de engenharia consiste do custo de consultoria para o projeto executivo e supervisão de implementação do projeto. Foi assumido em 10 % do custo de construção.

#### (2) Despesas Eventuais

Consiste de despesa física eventual e preços eventuais. É de aproximadamente 15 % do custo total de construção e custo de engenharia.

A despesa física eventual inclui custos não previstos identificados no projeto executivo e nas etapas de construção como escavação de rocha não prevista, e atraso de trabalho devido ao mau tempo. O preço eventual inclui previsão do aumento de preço ou inflação.

#### (3) Custo de Administração

O Governo do Estado do Pará provê membros do governo que tem a responsabilidade pela coordenação de várias entradas de dados nacionais e o gerenciamento desse projeto como cliente, bem como a negociação com os proprietários de terrenos e casas para desapropriação e reassentamento de famílias para implementação deste projeto. O custo administrativo será 5% do total do custo da construção, aquisição de terreno e custo de indenização.

### 16.4.4. AQUISIÇÃO DE TERRENO E CUSTO DE INDENIZAÇÃO

A aquisição de terreno e custo de indenização são estimados baseados em estudo da equipe brasileira. Foram estimados no Estudo o custo para as casas e terrenos particulares atingidos pelo alargamento de via, construção de canaleta exclusiva e terminais de ônibus. Os custos de aquisição de terreno e indenização são mostrados na Tabela 16.4-7 e Tabela

16.4-8. De acordo com o estudo da COHAB/PA, foi estimado que o custo de aquisição de terreno alcança R\$2,30 a R\$8,00 /m<sup>2</sup> e o custo de indenização para moradia alcança R\$7.600,00/casa (área abaixo de 25m<sup>2</sup>), R\$13.000,00/casa (área de 25 a 41m<sup>2</sup>), R\$23.000,00/casa (área mais de 41m<sup>2</sup>), e edificações especiais (galpões, escolas, etc.) foram estimados em torno de R\$130.000,00 a R\$370.000,00/edificação.

Tabela 16.4-7 Custo de Aquisição de Terrenos e Indenização de Terrenos e Casas

GLEBA	IDENTIFICAÇÃO	PROJETO ATENDIDO	PROJETO	COMPRIMENTO MÉDIO	ÁREA TOTAL m <sup>2</sup>	No MAX DE LOTES	No LOTES PROJ	R\$ / m <sup>2</sup>	INFRA / GLEBA R\$			RS TOTAL
									LOTES PROJ	MUDANÇA / DEMOLIÇÃO	RS / GLEBA	
4	Terreno da marinha	Independência	P Alv. Cbral - A Mont	2.500	80.581	302	204	3,00	976.054,32	122.400,00	241.743,00	1.340.197,32
		Marinha	Independência - A Mont	1.300				8	38.276,64	4.800,00		43.076,64
7	Granja do japonês Bengui	Yamada	Yamada	800	54.909	206	36	3,20	172.244,88	21.600,00	175.708,88	369.553,68
13	Campos de futebol Tapanã	Yamada	Tapanã	100	16.146	61	19	5,80	90.907,02	11.400,00	93.646,80	195.953,82
40	Sucata Icoaraci	Yamada	Arthur Bernardes	400	6.285	24	6	7,00	28.707,48	3.600,00	43.995,00	76.302,48
15	Canteiro Independência	Independência	A Mont - Mário Covas	1.100	76.563	287	124	3,20	593.287,92	74.400,00	245.001,60	912.689,52
20	Fundos Granja Icuí	Independência	Mário Covas - Curuçambá	1.000	87.044	326	258	3,50	1.234.421,64	154.800,00	304.654,00	1.693.875,64
34	Guajará PAAR	Independência	Curuçambá - BR-316	2.100	54.861	206	63	3,40	301.428,54	37.800,00	186.527,40	525.755,94
25	Terreno galpão Guanabara	P. de Dezembro	M Bonita - R Borges(30un)	700	15.059	56	30	8,20	143.537,40	18.000,00	123.483,80	285.021,20
		Marinha	A Mont - BR-316	1.000				17	81.337,86	10.200,00		91.537,86
31	Terreno próximo a R Borges	P. de Dezembro	M Bonita - R Borges(30un) e até Alça	2.000	22.003	83	32	6,90	153.106,56	19.200,00	151.820,70	324.127,26
		Prolong M Covas	Prolong M Covas	1.500				9	43061,22	5.400,00		48.461,22
<b>Sub total 1</b>						<b>1.550</b>	<b>806</b>		<b>3.856.371,48</b>	<b>483.600,00</b>	<b>1.566.581,10</b>	<b>5.906.552,58</b>

Custo de desapropriação e construção de novas unidades / projeto

Marinha	2.468.701,30
P Dezembro	5.847.804,98
R Borges	6.099.747,17
Independência	26.878.132,88
Yamada	6.558.953,74
<b>Sub Total 2</b>	<b>47.853.340,07</b>
<b>TOTAL</b>	<b>53.759.892,65</b>

Nota: \*Os custos referentes à Avenida Independência correspondem à implantação total do projeto (trecho entre a Rodovia BR-316/Avenida Pedro Álvares Cabral e Avenida Senador Lemos)

Tabela 16.4-8 Custo de Aquisição de Terrenos e Indenização para Construção de Terminais

ITEM	TERMINAIS	ÁREAS (m <sup>2</sup> )	VALORES				Observação
			MÍNIMO	ESTIMADO	MÁXIMO	BENFEITORIA	
			R\$	R\$	R\$	R\$	
1	COQUEIRO(Av. Mário Covas)	19.412,00	124.430,92	143.842,92	170.243,24	0,00	
2	ICOARACI(Trav. Soledade)	15.526,00	152.310,06	197.490,72	242.516,12	23.670,47	
3	INDEPENDÊNCIA I(Av. Independência c/ Estr. Icuí-Guajará)	10.760,00	109.214,00	0,00	131.487,20	0,00	Terreno do Estado
4	MANGUEIRÃO(Rod. Augusto Montenegro)	15.540,00	191.763,60	0,00	251.126,40	0,00	Terreno do Estado
5	INDEPENDÊNCIA I(Av. Mário Covas c/ Av. Independência)	10.890,00	110.206,80	121.423,50	132.640,20	4.641,98	
6	ÁGUAS LINDAS(Rod. BR-316)	8.006,77	82.549,80	91.517,38	100.565,03	90.058,69	
7	MARITUBA(Rod. BR-316)	16.770,00	105.483,30	126.613,50	147.911,40	5.427,24	
8	TAPANÃ (Rod. Aug. Montenegro em frente Rod. Mário Covas)	16.065,00	194.868,45	220.251,15	253.345,05	3.806,64	
<b>TOTAL</b>		<b>112.969,77</b>	<b>1.070.826,93</b>	<b>901.139,17</b>	<b>1.429.834,64</b>	<b>127.605,02</b>	

## 16.4.5. CUSTO DE PROJETO PARA PROJETOS DE CANALETAS EXCLUSIVAS

### (1) Canaleta Exclusiva para Ônibus

O custo estimado para cada projeto de canaleta exclusiva incluindo os trabalhos complementares está mostrado na Tabela 16.4-9.

Tabela 16.4-9 Custo Estimado do Projeto de Canaleta Exclusiva

Itens de Custo		Avenida Almirante Barroso	Rodovia Br-316	Rodovia Augusto Montenegro	Observação
Custo Direto de Construção		30.340,83	55.029,33	58.782,21	
Canaleta		28.990,83	53.679,33	57.972,21	
Estruturas		1.350,00	1.350,00	810,00	Passarela
Infra-estrutura para ônibus		0	0	0	
Custo Indireto de Construção		9.102,25	16.508,80	17.634,66	
Custo de Construção		39.443,08	71.538,14	76.416,87	
Custo do serviço de engenharia		3.944,30	7.153,81	7.641,68	
Eventuais		6.508,11	11.803,79	12.608,78	
Indenização		0	0	0	
Administração		1.972,15	3.576,90	3.820,84	
Custo do Projeto (US\$1=R\$2,90)	(R\$)	51.867,66	94.072,65	100.488,19	
	(US\$)	17.885,40	32.438,84	34.651,10	

### (2) Faixa Exclusiva para Ônibus

O custo estimado de projeto de faixa exclusiva para ônibus é mostrado na Tabela 16.4-10.

Tabela 16.4-10 Custo Estimado de Projeto de Faixa Exclusiva para Ônibus

Itens de Custo	Avenida Independência		Total	Observação	
	Trecho periférico	Trecho de acesso ao Centro			
Custo Direto de Construção	31.317,00	30.717,99	62.034,99		
Canaleta	25.122,32	18.833,19	43.955,51		
Estruturas	6.194,67	11.884,80	18.079,48	Ponte, Caixa de galeria	
Equipamentos para ônibus	0	0	0		
Custo Indireto de Construção	9.395,10	9.215,39	18.610,50		
Custo de Construção	40.712,10	39.933,39	80.645,49		
Custo do serviço de engenharia	4.071,21	3.993,34	8.064,55		
Eventuais	6.717,49	6.589,01	13.306,50		
Indenização	15.965,10	9.508,65	25.473,76		
Administração	2.833,86	2.472,10	5.305,96		
Custo do Projeto (US\$1=R\$2,90)	(R\$)	70.299,77	62.496,50	132.796,28	
	(US\$)	24.241,30	21.550,52	45.791,82	

### (3) Faixa Prioritária para Ônibus

O custo estimado de projeto de faixa prioritária para ônibus é mostrado na Tabela 16.4-11.

Tabela 16.4-11 Custo Estimado de Projeto de Faixa Prioritária para Ônibus

Itens de Custo	Área Central	Icoaraci	Avenida Mário Covas	Av. Pedro Álvares Cabral e Av. Senador Lemos	Total	Observação	
Custo Direto de Construção	3.634.125,00	841.796,00	2.077.753,00	20.111.538,00	26.665.212,00		
Canaleta	3.634.125,00	841.796,00	2.077.753,00	20.111.538,00	26.665.212,00		
Estruturas	0	0	0	0	0		
Equipamentos para ônibus	0	0	0	0	0		
Custo Indireto de Construção	1.090.238,00	252.539,00	623.326,00	6.033.461,00	7.999.564,00		
Custo de Construção	4.724.363,00	1.094.335,00	2.701.079,00	26.144.999,00	34.664.776,00		
Custo do serviço de engenharia	472.436,00	109.433,00	270.108,00	2.614.500,00	3.466.478,00		
Eventuais	779.520,00	180.565,00	445.678,00	4.313.925,00	5.719.688,00		
Indenização	0	0	0	0	0		
Administração	236.218,00	54.717,00	135.054,00	1.307.250,00	1.733.239,00		
Custo do Projeto (US\$1=R\$2,90)	(R\$)	6.212.537,00	1.439.050,00	3.551.919,00	34.380.674,00	45.584.180,00	
	(US\$)	2.142.254,00	496.224,00	1.224.800,00	11.855.405,00	15.718.683,00	

#### (4) Terminais de Integração

O custo estimado de projeto de terminal de integração é mostrado na Tabela 16.4-12.

Tabela 16.4-12 Custo de Projeto de Terminais de Integração

Itens de Custo		Terminais de Integração	Observação
Custo Direto de Construção		22.212,77	
Canaleta		0	
Estruturas		0	
Equipamentos para ônibus		22.212,77	Total 8
Custo Indireto de Construção		6.663,83	
Custo de Construção		28.876,61	
Custo do serviço de engenharia		2.887,66	
Eventuais		4.764,64	
Indenização		1.028,74	
Administração		1.495,26	
Custo do Projeto (US\$1=R\$2,90)	(R\$)	39.052,92	
	(US\$)	13.466,52	

#### (5) Infra-estrutura para Ônibus

O custo estimado de projeto de infra-estrutura para ônibus é mostrado na Tabela 16.4-13.

Tabela 16.4-13 Custo Estimado de Projeto de Infra-estrutura para Ônibus

Itens de Custo		Infra-estrutura para ônibus	Observação
Custo Direto de Construção		5.129.204,00	
Canaleta		0	
Estruturas		0	
Equipamentos para ônibus		5.129.204,00	45 pontos de ônibus, 82 abrigos para ônibus, terminal de São Braz
Custo Indireto de Construção		1.538.761,00	
Custo de Construção		6.667.965,00	
Custo do serviço de engenharia		666.797,00	
Eventuais		1.100.214,00	
Indenização		0	
Administração		333.398,00	
Custo do Projeto (US\$1=R\$2,90)	(R\$)	8.768.374,00	
	(US\$)	3.023.577,00	

#### 16.4.6. CUSTO DE PROJETO PARA PROJETOS VIÁRIOS

O custo estimado para projetos viários é mostrado na Tabela 16.4-14. O custo da Rua da Marinha inclui a colocação de tubos e cerca para a travessia de animais na área de drenagem.

Tabela 16.4-14 Custo Estimado de Projeto Viário

Itens de Custo	Avenida Independência		Av. Primeiro de Dezembro/ Av. Mário Covas	Rua Yamada	Rua da Marinha	Total	Observação	
	Trecho periférico	Trecho de acesso ao Centro						
Custo Direto de Constr.	54.439.275	56.312.370	80.124.297	50.973.430	22.238.590	264.087.962		
Canaleta	43.334.155	32.542.754	38.162.047	35.212.846	15.761.133	165.012.935		
Estruturas	11.105.120	23.769.616	41.962.250	15.760.584	6.477.456	99.075.026		
Equip. para ônibus	0	0	0	0	0	0		
Custo indireto de const.	16.331.782	16.893.711	24.037.289	15.292.029	6.671.577	79.226.388		
Custo de construção	70.771.057	73.206.081	104.161.586	66.625.459	28.910.167	343.314.350		
Custo serviço de eng.	7.077.106	7.320.608	10.416.159	6.626.546	2.891.017	34.331.435		
Eventuais	11.677.224	12.079.003	17.186.662	10.933.801	4.770.177	56.646.868		
Indenização	20.078.216	11.272.436	12.605.162	7.200.764	2.603.316	53.759.893		
Administração	4.542.464	4.223.926	5.838.337	3.673.311	1.575.674	19.853.712		
Custo do Projeto (US\$1,00=R\$2,90)	(R\$)	114.146.067	108.102.054	150.207.905	94.699.880	40.750.351	507.906.258	
	(US\$)	39.360.713	37.276.570	51.795.829	32.655.131	14.051.845	175.140.089	

### 16.4.7. CUSTO TOTAL DE PROJETO

A Tabela 16.4-15 mostra o custo total do projeto “Com” e “Sem” trabalhos complementares. A Figura 16.4-2 ilustra os trabalhos complementares compostos de revestimento de pista de rolamento e calçada, com drenagem na qual as partes de trabalhos complementares são mostrados na cor verde. A Tabela 16.4-16 mostra o custo de trabalhos complementares por item de projeto na canaleta exclusiva. O custo total do projeto é de aproximadamente US\$261,5 milhões incluindo trabalhos complementares, no qual US\$163 milhões são para o projeto de canaletas exclusivas e US\$98,5 milhões são para os projetos viários. Os trabalhos complementares de canaleta exclusiva foram estimados em cerca de US\$27 milhões. É equivalente a 27% do custo total da canaleta exclusiva.

Tabela 16.4-15 Custo Total de Projeto “Com” e “Sem” Trabalhos Complementares

(1)	Itens	(1) Gasto incluindo trabalhos complementares	(2) Gasto excluindo trabalhos complementares	Diferença	Proporção (2)/(1)
		Milhões de US\$			
(1)	Projeto Troncal de Ônibus				
	Canaleta exclusiva em faixa prioritária	100,7	73,8	26,9	0,73
	Canaleta exclusiva para ônibus	45,8	45,8	0,0	
	Terminais de Integração e Infra-estrutura para ônibus	16,5	16,5	0,0	
	Sub-total	163,0	136,1	26,9	0,83
(2)	Projetos Viários (Excluindo Av. Independência)	98,5	98,5	0,0	
	Total	261,5	234,6	26,9	0,90

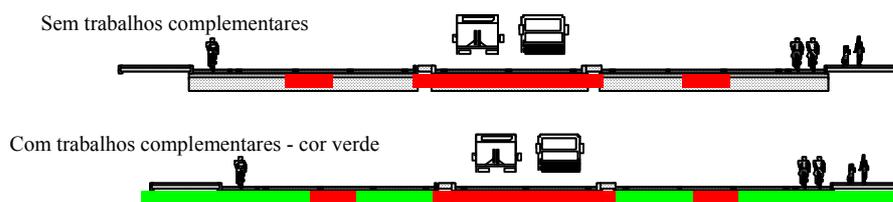


Figura 16.4-2 Parte dos Trabalhos Complementares

Tabela 16.4-16 Trabalhos Complementares por Item do Projeto de Canaleta Exclusiva

Projeto de Canaleta Exclusiva

Custo Itens	Avenida Almirante Barroso			Rodovia BR-316			Rodovia Augusto Montenegro		
	Canaleta	Complementar	Total	Canaleta	Complementar	Total	Canaleta	Complementar	Total
Custo Direto Construção	17.635.895	12.704.941	30.340.837	41.936.913	13.092.425	55.029.338	39.000.63	19.781.581	58.782.212
Canaleta	16.285.895	12.704.941	28.990.837	40.586.913	13.092.425	53.679.338	38.190.63	19.781.581	57.972.212
Estruturas	1.350.000	0	1.350.000	1.350.000	0	1.350.000	810.000	0	810.000
Infra-estrutura para ônibus	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Custo Indireto de Constr.	5.290.769	3.811.482	9.102.251	12.581.074	3.927.728	16.508.801	11.700.189	5.934.474	17.634.663
Custo de Construção	22.926.664	16.516.424	39.443.088	54.517.987	17.020.153	71.538.140	50.700.820	25.716.055	76.416.875
Custo Serviço Engenharia	2.292.666	1.651.642	3.944.309	5.451.799	1.702.015	7.153.814	5.070.082	2.571.605	7.641.687
Eventuais	3.782.900	2.725.210	6.508.110	8.995.468	2.808.325	11.803.793	8.365.635	4.243.149	12.608.784
Indenização	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Administração	1.146.333	825.821	1.972.154	2.725.899	851.008	3.576.907	2.535.041	1.285.803	3.820.844
Custo do Projeto	(R\$) 30.148.563	21.719.097	51.867.661	71.691.153	22.381.501	94.072.654	66.671.579	33.816.612	100.488.191
(US\$1=R\$2,9)	(US\$) 10.396.056	7.489.344	17.885.400	24.721.087	7.717.759	32.438.846	22.990.200	11.660.901	34.651.100

Projeto de Canaleta Exclusiva	Canaleta	Complementar	Total
(R\$)	168.511.295	77.917.210	246.428.505
(US\$)	58.107.343	26.868.003	84.975.347

## 16.5. CUSTO DE MANUTENÇÃO

O custo de manutenção do projeto foi estimado de acordo com os trabalhos de manutenção para vias similares e condição estrutural no Município de Belém e foi estimado para um período de 20 anos.

Na canaleta exclusiva, na faixa exclusiva e na faixa prioritária para ônibus, no projeto viário e no terminal de integração que são revestidos com pavimento asfáltico, foi estimado que 5% do total do comprimento e área da faixa exclusiva para ônibus, requerem revestimento com a espessura de 5cm todos os anos para os primeiros 10 anos. Para os próximos 10 anos, o revestimento com espessura de 5cm será requerido uma vez para todo o comprimento e área. A canaleta exclusiva será de concreto, portanto não requer constante. Entretanto, o custo de manutenção por ano será de aproximadamente 0,2% do total do custo da construção. O custo de manutenção estimado neste projeto é mostrado na Tabela 16.5-1.

Tabela 16.5-1 Custo de Manutenção

Projeto	Tipo de Via para ônibus	Extensão Projeto (m)	N.º faixas para Ônibus	Largura Faixa para Ônibus	Área Faixa Ônibus (m <sup>2</sup> )	Custo por Camada (R\$/m <sup>2</sup> )	Início de Operação	Custo Manutenção (R\$)		Custo Manutenção (US\$)	
								1.º ao 10.º ano	11.º ao 20.º ano	1.º ao 10.º ano	11.º ao 20.º ano
1 Av. Almirante Barroso	Canaleta	6.000	2	3,5×2=7,0	-	-	2007	394.430	788.860	136,010	272,021
2 Rod.BR-316	Canaleta	10.750	2	3,5×2=7,0	-	-	2007	715.380	1.430.760	246,683	493,366
3 Rod.Augusto Montenegro	Canaleta	13.635	2	3,5×2=7,0	-	-	2007	764.160	1.528.320	263,503	527,007
4 Av. Independencia no trecho periférico	Faixa Exclusiva	12.344	2	3,5×2=7,0	86.408	64,1	2011	2.769.376	5.538.753	954,957	1,909,915
5 Av. Independencia no trecho de acesso ao centro	Faixa Exclusiva	7.235	2	3,5×2=7,0	50.645	64,1	2007	1.623.172	3.246.345	559,715	1,119,429
6 Icoaraci	Faixa Prioritária	3.270	2	3,5×2=7,0	22.890	80,1(pav. colorido)	2007	916.745	1.833.489	316,119	632,238
7 Área Central	Faixa Prioritária	9.800	2	3,5×2=7,0	68.600	80,1(pav. colorido)	2007	2.747.430	5.494.860	947,390	1,894,779
8 Av. Mário Covas	Faixa Prioritária	3.550	2	3,5×2=7,0	24.850	80,1(pav. colorido)	2007	995.243	1.990.485	343,187	686,374
9 Av. Pedro Álvares Cabral e Av. Senador Lemos	Faixa Prioritária	7.800	2	3,5×2=7,0	54.600	80,1(pav. colorido)	2007	2.186.730	4.373.460	754,045	1,508,090
Subtotal								13.112.666	26.225.331	4,521,609	9,043,218

Projeto	Tipo de Equipamento	Área Faixa Ônibus (m <sup>2</sup> )	Custo por Camada (R\$/m <sup>2</sup> )	Início de Operação	Custo Manutenção(R\$)		Custo Manutenção(US\$)	
					1.º ao 10.º ano	11.º ao 20.º ano	1.º ao 10.º ano	11.º ao 20.º ano
1 Terminal A:	Terminal ônibus	3.444	64,1	2007	220.760	441.521	76,124	152,249
2 Terminal B:	Terminal ônibus	4.662	64,1	2007	298.834	597.668	103,046	206,093
3 Terminal C:	Terminal ônibus	4.662	64,1	2007	298.834	597.668	103,046	206,093
4 Terminal D:	Terminal ônibus	5.630	64,1	2007	360.909	721.817	124,451	248,903
5 Terminal E:	Terminal ônibus	2.904	64,1	2007	186.146	372.293	64,188	128,377
6 Terminal F:	Terminal ônibus	5.031	64,1	2007	322.487	644.974	111,202	222,405
7 Terminal G:	Terminal ônibus	3.168	64,1	2007	203.069	406.138	70,024	140,047
8 Terminal H:	Terminal ônibus	3.168	64,1	2007	203.069	406.138	70,024	140,047
Subtotal					2.094.109	4.188.217	722.106	1.444.213

Projeto	Extensão Projeto (m)	N.º de Linhas Ônibus	Largura Faixa de Ônibus	Área Faixa Ônibus (m <sup>2</sup> )	Custo por Camada (R\$/m <sup>2</sup> )	Início de Operação	Custo Manutenção(R\$)		Custo Manutenção(US\$)	
							1.º ao 10.º ano	11.º ao 20.º ano	1.º ao 10.º ano	11.º ao 20.º ano
Av. Independencia no trecho periférico	12.344	4	3,5	172.816	64,1	2010	5.538.753	11.077.506	1,909,915	3,819,830
Av. Independencia trecho de acesso ao centro	7.235	4	3,5	101.290	64,1	2007	3.246.345	6.492.689	1,119,429	2,238,858
Av. Primeiro de Dezembro/Av. Mario Covas	10.077	4	3,5	141.078	64,1	2010	4.521.550	9.043.100	1,559,155	3,118,310
Rua Yamada	10.000	4	3,5	140.000	64,1	2012	4.487.000	8.974.000	1,547,241	3,094,483
Rua da Marinha	4.555	4	3,5	63.770	64,1	2012	2.043.829	4.087.657	704,768	1,409,537
Total	44.211						19.837.476	39.674.951	6,840,509	13,681,018

PARTE E

AVALIAÇÃO DO PROJETO E CONCLUSÕES

CAPÍTULO 17  
Avaliação de Impacto Ambiental

## PARTE E – AVALIAÇÃO DO PROJETO E CONCLUSÕES

### 17. AVALIAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL

#### 17.1. PERFIL DO EIA

##### 17.1.1. INTRODUÇÃO

Como discutido anteriormente, qualquer desenvolvimento de projeto de grande porte precisa de licença ambiental oficial certificada pela SECTAM antes das construções e/ou operações. Obtendo a licença ambiental, está oficialmente aprovado que os impactos ambientais potenciais que serão causados pelo desenvolvimento do projeto proposto estão bem estudados e que relevantes programas de monitoramento e mitigação ambiental descritos neste item estão bem elaborados. Basicamente, os investidores devem providenciar três tipos de licença, (i) Licença Prévia - LP, (ii) Licença de Instalação - LI, e (iii) Licença de Operação - LO, sucessivamente (ver Capítulo 6 para informações mais detalhadas) dentro do ciclo de seus projetos. O EIA foi elaborado para obtenção da LP.

Pelas normas brasileiras o EIA, deve ser preparado para o processo de avaliação da licença ambiental, e estes relatórios devem ser feitos por profissionais registrados no Ministério do Meio Ambiente do Governo Federal.

Dentro deste projeto, a equipe de estudo para a elaboração do EIA, constituído por técnico da COHAB/PA, membros da Equipe de Estudo JICA e empresa de consultoria local, reuniram-se na fase inicial deste projeto, e foi iniciada a preparação para obtenção da licença ambiental.

##### 17.1.2. CRONOGRAMA DE TRABALHO

O cronograma de trabalho do EIA completo dos projetos propostos está resumido na Tabela 17.1-1.

Tabela 17.1-1 Cronograma de Trabalho do Estudo EIA

	2002												2003						
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7				
1 Preparação do resumo do Projeto	—																		
2 Discussão do Termo de Referência		—																	
3 Estudo de Impacto Ambiental - EIA		—																	
4 Preparação do EIA (P/F)																			
5 Preparação do RIMA (P/F)																			
6 Avaliação do EIA/RIMA SECTAM																			
7 Engajamento Público																			
8 Revisão do EIA (P/F)																			
9 Exame do COEMA																			
10 Aprovação da Licença Prévia																			
<b>Documentos E/V</b>	<b>I</b>												<b>A</b>						
													<b>IT</b>						
													<b>P/F</b>						

Nota: **I** = Inicial; **A** = Andamento; **IT** = Intermediário; **P/F** = Preliminar/Final.

Basicamente, a Equipe de Estudo é encarregada das supervisões técnicas e do apoio ao estudo EIA assumindo todas as responsabilidades dos itens das sub tarefas a seguir:

- 1) Preparação do Resumo do Projeto;
- 2) Discussões do Termo de Referência – TR;
- 3) Estudo de Impacto Ambiental – EIA;
- 4) Preparação dos Relatórios EIA/RIMA (versão preliminar do Relatório Final).

Em seguida estão as principais sub-tarefas nas quais a equipe da contrapartida assume todas as responsabilidades,

- 1) Relevantes questões de procedimento para o processo de aplicação de licença.
- 2) Esclarecimento Público.

Além do mais, até que a LP seja oficialmente aprovada pela SECTAM, a COHAB/PA também assume todas a responsabilidade de outras sub-tarefas relevantes e revisa o trabalho da versão preliminar do relatório do EIA após a conclusão do trabalho da Equipe de Estudo.

O EIA deste projeto teve seu início após a conclusão do Termo de Referência do EIA em julho/2002. Após o EIA ser iniciado, o cronograma de trabalho sofreu pequenas modificações, devido a dificuldades de sub-tarefas importantes; os esboços dos relatórios finais do EIA e RIMA foram submetidos a SECTAM no final de fevereiro de 2003. Em seguida, foi publicado no Diário Oficial do Estado datado de 31 de março de 2003 para conhecimento do público em geral. A SECTAM declara oficialmente, que a versão preliminar do RIMA está disponível na Biblioteca da SECTAM e qualquer organização e/ou pessoas que estiverem interessados no projeto tem 45 dias para proceder pronunciamento e solicitar audiências públicas à SECTAM .

Ao mesmo tempo a SECTAM reuniu cinco equipes de avaliação do relatório EIA e iniciou as avaliações. Após o período exigido por lei, a SECTAM tomou conhecimento de que não houve nenhuma solicitação oficial de audiências públicas. Como discutido anteriormente, não é obrigatório realizar audiências públicas caso não haja nenhuma solicitação oficial durante o período de 45 dias (Capítulo 6). Portanto, a SECTAM decidiu não realizar nenhuma audiência pública e prosseguiu para avaliação final pelo Conselho Estadual de Meio Ambiente - COEMA. Finalmente, a avaliação EIA/RIMA pela SECTAM foi oficialmente concluída nos meados de julho de 2003, e o resumo das avaliações deve ser enviado para o COEMA.

## 17.2. AVALIAÇÃO DE IMPACTO

### 17.2.1. INTRODUÇÃO

Ao longo da avaliação prévia de engenharia de cada uma das vias principais, que consistem nas diretrizes do projeto das novas vias do sistema de ônibus, descritos nos Capítulos 14 e 15, foram efetuadas várias avaliações dos resultados da IAP, para o processo de desenho. Como resultado, diversos novos conceitos de desenhos, resumidos na Tabela 17.2-1, foram introduzidos na diretriz final e na seleção de todo o projeto.

Tabela 17.2-1 Resumo da Avaliação Ambiental da IAP

	Componentes da Rota de Projeto	Plano/Novas Modificações
1	Avenida Independência	Troca parcial de diretriz para diminuir o impacto de desmatamento na Reserva Ambiental, Presidente Médici II. Foram adotadas medidas mitigadoras, tais como cercas ou passagem de animais para diminuir o conflito com a fauna. Preparo de cercas, cativeiros ou trilhas para os animais, com o intuito de diminuir o conflito com a fauna.
2	Rua da Marinha	Preparo de cercas, cativeiros ou trilhas para os animais, com o intuito de diminuir o conflito com a fauna.
3	Rua Rodolfo Chermont	Descartado, devido às dificuldades potenciais de grande montante de desapropiação.
4	Avenida Primeiro de Dezembro	Mudança parcial da diretriz, para evitar o transpasse por vários cursos d'água situados perto de Alça Viária.

5	Avenida Primeiro de Dezembro	Uma estrutura em ponte foi escolhida para transpor parte da área da bacia da APA de Belém e a fundação em estacas do tipo pré-moldadas, não as moldadas “in loco”, serão utilizadas para minimizar o risco de deterioração da qualidade da água durante o período de construção.
6	Prolongamento da Avenida Mário Covas	Mesmo da Avenida Primeiro de Dezembro

Neste estudo, baseados na escolha da melhor diretriz, a estrutura viária e as instalações dos nove terminais de integração de ônibus, foram considerados vários fatores ambientais estão que resumidos separadamente, a seguir.

## 17.2.2. DESCRIÇÕES DA AVALIAÇÃO DE IMPACTO

### (1) Solos

#### 1) *Potencial de erosão do solo durante e após a construção*

A maioria das novas vias e das instalações do sistema de ônibus será construída dentro do espaço das vias existentes, portanto será esperado que não ocorra nenhum impacto relevante no que diz respeito à erosão do solo.

Semelhantemente, como não há nenhum declive íngreme ao longo de todas as diretrizes de projeto, não há, também, impactos no solo.

Contudo, uma parte da diretriz da Avenida Primeiro de Dezembro terá que cruzar a APA Belém. Desta forma, a área que será desmatada e/ou terraplenada deverá ser reduzida ao mínimo possível para impedir a degradação da qualidade da água.

### (2) Enchentes/Inundações e Afluentes

#### 1) *Risco de poluição da água dos principais afluentes durante a construção*

Durante o período de construção, haverá um risco de poluição em vários afluentes que cruzam a APA Belém. Essas poluições de água seriam provocadas por algum derramamento acidental de óleo ou algum solvente químico. Assim, é conveniente estar preparado para a ocorrência de derramamento acidental de óleo e outros materiais químicos. É essencial que sejam estabelecidos controles rígidos sobre as operações de armazenamento de todos os líquidos potencialmente perigosos, como os óleos. Devem ser desenvolvidos procedimentos de emergência no caso de um derramamento acidental.

#### 2) *Bloqueio de água excessivo do sistema de drenagem devido aos trabalhos de construção e às enchentes/inundações locais relacionadas*

Durante a construção, a terraplenagem ao longo da rota selecionada proverá uma ampla exposição do solo à erosão, o que geraria acúmulo de sedimentos no momento em que as chuvas torrenciais atingirem a Área de Estudo. Isto poderia ocasionar um bloqueio de água excessivo e pondo em risco, conseqüentemente, o sistema de drenagem da região. Assim, deve ser tomado um cuidado especial, para evitar que as enchentes/inundações do local sejam causadas pelo bloqueamento acidental do sistema de drenagem.

#### 3) *Piora das enchentes/inundações locais após a construção*

Devido à diferença entre o atual sistema regional de drenagem e o desenho de drenagem do projeto proposto, a ocorrência de problemas de inundações regionais pode acontecer. É reportado que algumas áreas da reserva ambiental, Presidente Médici II, já tem esse tipo de problema. No Presidente Médici II, este problema foi causado pelo desenho inapropriado de drenagem dos barrancos recentemente construídos, como parte do Projeto de Macrodrenagem. Após esse barranco ser construído ao longo do lado leste desta reserva ambiental, algumas áreas de terras baixas dentro desta reserva ambiental tornaram-se quase

que permanentemente inundadas, e, portanto, as comunidades vizinhas a esta reserva começaram a reclamar que eles estão incomodados pela invasão de mosquitos, e pelo cheiro da vegetação submersa e deteriorada, causada pelo problema de inundação criado recentemente.

Também, devido à impropriedade do sistema de drenagem da região recentemente instalado ou reorganizado, o qual seria uma combinação do sistema de drenagem de projeto com o já existente, talvez houvesse problemas de enchentes/inundações locais, a jusante, em setores distantes dos pontos de descarga destas novas vias e do projeto do sistema de ônibus. Deve ser bem estudada a capacidade de qualquer canal, afluente ou lago (a), a ser usado como receptores deste sistema de drenagem para minorar a chance das ocorrências de inundações locais.

#### **4) Piora da qualidade da água dos afluentes devido ao desvio parcial de água corrente**

Dentro deste estudo, algumas porções da água corrente na bacia da diretriz do projeto devem ser interceptadas pelo sistema de drenagem na margem da via criado recentemente, e mudado para outra bacia para a descarga. Algumas dessas águas correntes devem conter certa quantidade de resíduos de esgoto residencial que era originariamente descarregado na APA Belém. Como resultado, a carga de contaminação na outra bacia/ou afluentes que servirá como receptor será aumentada com o desvio, e conseqüentemente deve ocorrer a degradação na qualidade da água. O estudo da qualidade da água e/ou o estudo de equilíbrio da massa poluidora deve ser realizado a fim de avaliar o potencial de mudança na qualidade da água quantitativamente.

### **(3) Flora/Fauna**

#### **1) Destruição da vegetação à margem da via existente**

Três componentes das diretrizes propostas, como: Rodovia BR-316; Avenida Almirante Barroso e Rodovia Augusto Montenegro terão perda da vegetação à margem e no centro da via. A Tabela 17.2-2 apresenta o resultado do levantamento de campo do número de árvores a ser afetado na construção das vias principais deste Estudo. Em Belém, para cortar, podar e/ou replantar a vegetação nas margens das vias é necessário que haja a permissão oficial da FUNVERDE antes da atividade de construção. Particularmente, algumas vegetações da via, como mangueiras está preservada como propriedade histórico ou cultural, portanto, deve ser prestada uma atenção especial ao projeto relacionado à manipulação das árvores e arbustos, em locais públicos (DPHAC, 2002).

Tabela 17.2-2 Vegetação da Margem da Via

Local	Número de Árvores		
	Pequena	Média	Grande
Avenida Almirante Barroso	296	21	186
Rodovia BR-316	102	288	23
Rodovia Augusto Montenegro	44	995	104
Total	442	1.304	313

Nota: Pequena:  $D < 10,0$  cm, Média:  $10,0 \text{ cm} \leq D \leq 20,0$  cm. Grande:  $D \geq 20,0$  cm

#### **2) Destruição da vegetação natural**

As diretrizes de projeto da Avenida Primeiro de Dezembro, da Avenida Independência e da Rua da Marinha, terão perda da vegetação natural, a qual está registrada como flora protegida através de regulamento e/ou de lei. O corte, poda ou replantio desta vegetação, identificado dentro de terras tanto privadas quanto públicas, requer permissão oficial de qualquer um dos órgãos como IBAMA, SECTAM ou FUNVERDE, antes da construção. Atenção especial deverá ser dada para o projeto relacionado à manutenção da vegetação natural.

### **3) Perturbação dos pássaros e da vida selvagem durante o período de construção**

Durante o período de construção, ruído e poeira serão o resultado do movimento das máquinas pesadas ou de qualquer atividade de terraplenagem. É provável que qualquer vida selvagem ou pássaros que estejam habitando ou se alimentando no entorno das duas reservas ambientais, desloquem-se para uma área mais calma, temporariamente. O retorno destes animais ou pássaros dependerá da magnitude da construção e do aumento do ruído ser resultado de um número maior de caminhões, como também da tolerância dessas criaturas à repetida perturbação.

### **4) Risco de poluição para as espécies aquáticas durante o período de construção**

No caso de acidente de derramamento, citado anteriormente, também haverá o risco da poluição às espécies aquáticas da APA Belém e do Parque Presidente Médici, durante o período de construção. Isto poderia ter, a longo prazo, um impacto mais severo sobre as populações das espécies aquáticas. Esses resultados indicam que a atual qualidade da água na reservas ambientais é boa e desta forma, incidentes de poluição, em grande escala, poderiam ter impactos negativos sobre a fauna aquática. Em particular, a turbidez causada pela descarga de sedimentos ou re-suspensão dos sedimentos do fundo da calha dos rios; ou o aumento do pH, causado pela descarga de água sem tratamento das máquinas de produção do concreto, poderiam afetar a flora e a fauna adversamente.

### **5) Perturbação da trilha dos animais após a construção**

Algumas partes das diretrizes de projeto da Avenida Independência e da Rua da Marinha, traspasarão o Parque Presidente Médici e várias áreas protegidas à margem dos rios e causarão uma separação do habitat ou a perda do acesso ao local de consumo de água dos animais. Medidas mitigatórias como trilhas destes animais serão projetadas, a fim de minorar ambos os impactos da segregação da comunidade fauna e impedimento da trilha de animais. Cercas ou cativeiros às margens das vias, que possam proteger os animais dos acidentes do tráfego, devem ser concebidas.

## **(4) Perfil Sócio-cultural**

### **1) Apropriação de Terra devido ao traçado da via e da construção das instalações relacionadas**

A maioria das instalações do sistema de ônibus será construída dentro do espaço das vias atuais. Os nove terminais de integração localizados nas áreas em torno de Belém serão construídos dentro dos terrenos estatais, dos prédios de fábricas desativadas e/ou do espaço existente dos terminais de ônibus. Assim, nenhuma apropriação de terra de grande vulto, ocorrerá no projeto do sistema de ônibus.

A Tabela 17.2-3, resume as desapropriações esperadas, a serem requeridas para a construção dos terminais de ônibus, como parte do projeto do sistema deste modo de transporte.

Tabela 17.2-3 Desapropriações esperadas para o Projeto do Sistema de Ônibus

	Local	Desapropriação
1	Icoaraci (A)	A ser construído dentro de uma propriedade privada próximo ao terminal de ônibus atual.
2	Coqueiro (D)	Idem
3	Marituba (F)	A ser construído dentro do espaço de uma fábrica desativada.
4	Mangueirão (C)	A ser construído dentro de uma propriedade do Estado.
5	Tapanã (B)	Idem
6	Independência (G)	Idem
7	Independência (H)	Idem
8	Águas Lindas (E)	A ser construído em terreno de propriedade privada, atualmente utilizado como terminal de ônibus. É necessário ser providenciada desapropriações para não haver impedimento durante a construção.

9	São Braz	A requalificação será feita dentro das instalações atuais do terminal.
---	----------	--

Contudo, algumas diretrizes de projeto das novas vias, como a da Avenida Primeiro de Dezembro e da Rua Yamada, estão planejadas atravessando várias áreas densamente habitadas, assim, é provável que haja desapropriações de grande porte ou interrupção de atividades comerciais e/ou relevante existentes em torno destas áreas. Dentro deste estudo, estima-se que aproximadamente 1.818 casas devam ser desapropriadas em todo o projeto. Mais discussões detalhadas serão apresentadas no item 17.7.

## 2) Interrupção ao plano de desenvolvimento local.

Há varios projetos em andamento para o desenvolvimento da infra-estrutura na cidade de Belém, os quais poderiam ter alguma influência sobre estas novas vias e no projeto do sistema de ônibus (Tabela 17.2-4). Devem ser considerados a interferência direta e os impactos cumulativos ou secundários destes projetos com a implantação de vias propostas e do projeto do sistema de ônibus. Entre estes aspectos, devem ser tomados cuidados especiais quanto à integridade do projeto estrutural das novas vias e do sistema de ônibus, a fim de não interferirem entre si.

Tabela 17.2-4 Principais Projetos de Desenvolvimento ao longo das Novas Vias e Rotas do Sistema de Ônibus

Projeto	Observações
Projeto da construção da Avenida Primeiro de Dezembro (L = 20km)	A Municipalidade de Belém (Prefeitura), está construindo uma nova via entre os bairros do Marco e do Utinga (L = 20 km). A diretriz proposta para a Avenida Primeiro de Dezembro, conectará esta via à extremidade ocidental da cidade. Uma integridade estrutural adequada deverá ser estabelecida entre ambos os projetos.
Projeto da construção da Avenida Independência	A construção entre a Rodovia Augusto Montenegro e a Alça Viária está paralisada. Não há nenhum projeto para a outra parte da Bacia do Una que deverá começar após a conclusão do projeto de Macrodrenagem (COHAB/PA, 2002). A Avenida Independência é um das diretrizes deste projeto que deverá ser estabelecida uma correta integridade estrutural entre o projeto da via atual e o proposto.
Projeto da construção da Alça Viária	A rota proposta para a Av. Primeiro de Dezembro, conectará esta via à extremidade oriental da cidade. Uma integridade estrutural adequada deverá ser estabelecida entre ambos os projetos.
Projeto da construção da ciclovia da Avenida Almirante Barroso	A ciclovia na parte central da via se encontra em construção (1,8 m x 2 pistas).
Projeto da construção da Passagem de Nível do Entrocamento	A construção começou em junho de 2002, e será concluída até 2004 (L = 150 m). Atualmente (Dezembro de 2002), a construção está temporariamente suspensa, devido ao problema de orçamento (COHAB/PA, 2002).
Projeto da Rua de Belém	Esta via fará uma conexão entre o canal do Reduto e a Travessa Piedade (L = 370 m, B = 14 m, o projeto da via é da Municipalidade). Atualmente, o processo de expropriação está paralisado. A construção começará depois que este processo terminar completamente.

Projeto de Proteção da APA Belém	A construção do muro de proteção ao redor da APA de Belém está suspensa, em razão de algumas diretrizes do projeto, talvez, cruzem o local do muro.
Projeto da Macrodrenagem (Bacia do Una, A = 3.600 ha)	Este projeto ainda está em andamento e alguns trechos da Avenida Independência serão usados como diques aperfeiçoados dentro do projeto de drenagem. Uma integridade estrutural adequada deverá ser estabelecida entre ambos os projetos.
Projeto da Macrodrenagem (Bacia do Rio Tucunduba)	Este projeto também está em andamento junto ao projeto de drenagem.

### **3) Desapropriação/Remanejamento de casas à margem da via**

Como mencionado anteriormente, a maioria das instalações do sistema de ônibus, serão construídas dentro do espaço das vias atuais e/ou das propriedades estatais, portanto, não haverá nenhuma desapropriação ou remanejamento de casas à margem da via principal, ocorrerá para o projeto do sistema de ônibus. Todavia, algumas diretrizes das novas vias estão planejadas cruzando várias áreas densamente habitadas, sendo provável desta forma, que haja demolições em grandes blocos nestas áreas. Dentro deste estudo, estima-se que 1.818 casas devam ser desapropriadas em todo o projeto. O Plano de Restabelecimento (reassentamento) mais detalhado relacionado a este assunto, será discutido no item 17.7.

## **(5) Histórico e Cultural**

### **1) Conflito com patrimônios arquitetônicos ou com monumentos**

Muitas das instalações do sistema de ônibus serão construídas dentro do espaço das vias existentes, portanto, não haverá conflito físico com patrimônio arquitetônico ou com monumentos com o projeto do sistema de ônibus. Nenhuma das novas vias de projeto serão construídas dentro da área conservada historicamente. Desta forma, também não ocorrerá conflitos com estes equipamentos nos projetos viários.

### **2) Investigação de sítios arqueológicos potenciais**

Foram realizadas pesquisas arqueológicas por várias empresas, próximo ao local do projeto da Alça Viária e tem-se noticiado que talvez possa haver vários sítios arqueológicos encobertos ao redor da diretriz de projeto da Avenida Primeiro Dezembro. Se um local importante for descoberto durante a execução da via, uma possível alteração de sua diretriz bem como programas de conservação poderão ser considerados.

## **(6) Transporte de Material**

### **1) Incremento do tráfego durante a construção das vias para transporte de material**

Devido ao transporte de uma grande quantidade de concreto pré-misturado e outros materiais a serem requeridos para toda a construção são esperados em diversos locais, um aumento temporal do tráfego ou congestionamento durante o período de construção. As medidas de mitigação seguintes serão implementadas para aliviar estes congestionamentos.

- a) Todas as atividades de construção serão planejadas durante o período noturno, quando o tráfego da cidade estiver relativamente pequeno.
- b) Duas faixas serão sempre mantidas para o ônibus, durante o período de construção.
- c) Uma plataforma temporária de cobertura será planejada para ser utilizada, a fim de cobrir o local da obra durante o dia, e então, será mantida tanto quanto possível a atual estrutura da via.

### **2) Preparação do despejo do solo do local escavado**

Devido à péssima qualidade do solo para o uso na construção, todos os solos escavados e entulhos de construção não serão usados e terão de ser lançados em qualquer local

apropriado de disposição de entulhos. O local dos resíduos deve ser preparado e amplo o suficiente para o tratamento destes solos escavados. Uma investigação mais detalhada dos vários locais indicados para a disposição dos entulhos de construção será exigida antes de quaisquer atividades desta natureza.

## **(7) Ruído/Vibração**

### **1) Ruído e vibração durante o período de construção**

Já que as atividades de construção resultarão em ruídos quase contínuos provenientes das máquinas pesadas e outros, a magnitude deste ruído e o nível de vibração, serão significativos a alguns trechos de via durante este período. Todas as atividades de construção serão planejadas para serem iniciadas durante o período noturno, onde a aplicação de medidas especiais de mitigação, tais como: barreiras de ruído ou maquinário de construção silencioso (ou seja, HFV Hammer) deverão ser consideradas, para aliviar o impacto do ruído e da vibração no entorno de áreas residenciais ou escolares.

### **2) Ruído e vibração transmitido pelas novas vias e pelo sistema de ônibus**

Devido o aumento do volume de tráfego, o ruído ambiental na margem da via de várias diretrizes principais, como Avenida Almirante Barroso poderá piorar após o início da operação do projeto proposto. Atualmente, existem ao longo dessas vias vários hospitais, escolas e parques que exigem ambiente calmo. Também, algumas diretrizes cruzarão várias áreas residenciais, aonde o volume do tráfego atual é muito pequeno. Assim, seria prudente preparar as medidas de mitigação dos ruídos e/ou vibração, como a instalação de barreiras de ruído, com o intuito de minorar os impactos dos ruídos e/ou vibração sobre algumas áreas residenciais.

Os estudos de previsão de ruído e vibração foram realizados para a avaliação quantitativa, neste estudo, do impacto tanto do ruído como da vibração. Discussões mais detalhadas a respeito dos estudos de impacto de ruído e vibração serão apresentados nos itens 17.5 e 17.6, respectivamente.

### **3) Ruído e vibração transmitido do terminal de ônibus**

A Tabela 17.2-5 e a Tabela 17.2-6 resumem o número total de ônibus troncais e alimentadores a serem aglomerados no horário de pico, respectivamente.

Tabela 17.2-5 Número Total de Ônibus Alimentadores concentrados no Horário de Pico

Terminal	2007		2012	
	Dentro do corredor	Fora do corredor	Dentro do corredor	Fora do corredor
A	47	28	63	39
B	82	70	92	77
C	170	64	151	49
D	156	70	199	108
E	69	31	87	43
F	152	109	207	160
G	13	3	13	4
H	40	21	53	28

Tabela 17.2-6 Número Total de Ônibus Troncais concentrados no Horário de Pico

Terminal	2007	2012
A	15	29
B	12	20
C	8	9
D	28	23
E	12	31
F	32	59
G	17	25
H	29	32
São Braz	153	128

Neste Estudo, um tipo de ônibus que produza menos impacto ambiental será sugerido para as linhas troncais e alimentadoras. Além disso, uma zona de amortecimento de 2m de largura, será planejada em volta do perímetro das instalações de cada terminal de ônibus. Desta feita, os impactos dos ruídos sobre as comunidades adjacentes seriam menos significantes.

## **(8) Poluição do Ar**

### **1) Poeira durante o período de construção**

Semelhante ao problema do ruído a ser ocasionado durante a construção, é provável que aconteçam problemas com poeira a algumas áreas durante este período. As atividades de construção compreenderão terraplenagens em larga escala, mas são programadas para serem realizadas dentro de um período relativamente pequeno, portanto, a magnitude do nível de poeira não será o fator principal durante este período. Serão recomendadas que as pilhas de armazenagem de areia e solos, sejam bem protegidas das áreas residenciais. O uso freqüente de irrigadores seria impróprio em Belém, devido às características (propriedades) finas do solo (silte e argila, por exemplo). Deveriam ser utilizados contêineres (“baldes”, recipientes) de precipitação multi-direcional, para monitorar os níveis de poeira durante o período de construção.

### **2) Degradação da qualidade do Ar ao redor das novas vias e do sistema de ônibus**

Conforme descrito anteriormente, algumas diretrizes de projeto cruzarão áreas residenciais, onde o volume de tráfego atual é muito pouco. Seria melhor realizar um estudo das emissões veiculares para avaliar os impactos da qualidade do ar sobre algumas áreas residenciais.

Dentro deste projeto, o sistema de ônibus atual será reorganizado enquanto os ônibus mais ambientalmente adequados serão introduzidos, portanto, espera-se que a quantidade das emissões veiculares seja reduzida, comparado ao cenário “sem projeto” no ano horizonte estipulado.

### **3) Emissões Veiculares**

Ao lado deste projeto proposto existem vários projetos importantes de melhoria no sistema de transporte urbano em andamento em torno da área de estudo, e avaliação quantitativa de quantidade acumulada do total de emissão veicular (CO<sub>2</sub>) a ser gerada de cada projeto pode ser essencial para futuros estudos de mitigações ambientais, tal como o controle regional de emissão veicular e/ou programa de alerta anti-global. Discussões mais detalhadas de emissão de CO<sub>2</sub> será apresentada no item 17.4

## **(9) Recursos Hídricos**

### **1) Encerramento de poços amazonas**

É reconhecida a existência de muitos poços amazonas em várias comunidades ao longo das Avenidas Primeiro de Dezembro, Independência e em outras diretrizes e alguns deles poderiam ser encerrados devido ao traçado da diretriz da via deste projeto. Um sistema alternativo de abastecimento de água deve ser preparado como uma das medidas de compensação antes do trabalho de encerramento.

### **2) Risco de poluição dos aquíferos durante o período de construção**

Durante o período de construção, seria conveniente preparar-se para a ocorrência de um derramamento acidental de óleo ou qualquer solvente químico perigoso (nocivo), o que resultaria na contaminação da água subterrânea da região. Como descrito anteriormente, é importante que todos os líquidos essencialmente perigosos, como óleos, devam ser armazenados em contêineres (recipientes) seguros, em uma área restrita. Os procedimentos de emergência deveriam ser desenvolvidos, no caso de um derramamento acidental.

## **(10) Poluição Visual**

### **1) Conflito visual com a comunidade circunvizinha**

Nas áreas histórica, arqueológica e culturalmente conservadas não haverá atividades de construção vultosas, mas a implementação de uma pavimentação pigmentada e a construção e/ou renovação dos pontos de ônibus, serão executadas. Também, muitas das instalações do sistema de ônibus serão construídas dentro do espaço atual das vias. Portanto, a escolha de uma padronização visual própria não gerará intensos conflitos visuais com a comunidade adjacente, com a implantação do sistema troncal.

As condições estéticas atuais da região em torno das diretrizes do projeto da Avenida Primeiro de Dezembro e da Rua Yamada se apresentam em precárias condições. Seria possível melhorar a paisagem urbana, através da integração do planejamento dos projetos das novas vias junto ao processo do planejamento urbano.

Pode haver alguns conflitos visuais com a paisagem urbana adjacente às áreas de interseções, pontes e viadutos das Avenidas Independência e Primeiro de Dezembro, além da Rodovia Augusto Montenegro.

### **2) Perda da continuidade visual da paisagem urbana**

Nenhuma perda severa da continuidade visual da paisagem urbana ocorrerá dentro da área historicamente conservada. Do contrário, este aspecto seria melhorado e acentuado em função da linearidade geométrica das novas vias assim como pelo fato da faixa de rolamento do ônibus vir a ser pigmentada contribuirá ainda mais na gestão visual.

Como descrito anteriormente, várias condições estéticas da região ao redor das novas vias estão em condições precárias de qualidade. Poderia ser possível acentuar, melhorar e fortalecer a continuidade visual dessas paisagens urbanas locais, integrando o planejamento dessas novas vias de projeto ao processo do planejamento urbano local.

## **(11) Saúde**

### **1) Risco de Malária, Dengue e doenças transmitidas pela água para os operários e os atrasos resultantes à construção**

Como mencionado anteriormente, a área de terras baixas, incluindo a Bacia do Una, possui índices elevados de casos de dengue, malária e outras doenças transmitidas pela água. Devido a mudanças temporárias no sistema de drenagem, existem algumas possibilidades de haver lugares inundados, que poderão causar novos surtos de malária e dengue durante a

estação de chuva. As precauções diárias, como o uso do “*spray*” de mosquitos (repelente), devem ser adotadas, a fim de minorar o risco de infecção destas doenças em trabalhadores. Poderia ser útil à redução da área permanentemente inundada, medidas como a melhoria do sistema de drenagem local, bem como a borrifação de pesticidas periodicamente.

## **2) Risco de Malária, Dengue e doenças transmitidas pela água surgidas após a construção**

Pelas razões já expostas, seria essencial evitar e/ou minimizar a chance de formação poças ou áreas inundadas e eliminar a área frequentemente inundada ao longo da diretriz de projeto, melhorando o sistema de drenagem da região, o qual integrar-se-ia ao sistema de drenagem recentemente construído à margem da via. Novamente, a integridade estrutural entre a drenagem local existente e os sistemas de drenagem ao longo da via do projeto proposto, deverá ser estabelecido para realização de sistema de rede de drenagem e diminuir a chance de criação de nova inundação permanente.

### **17.3. MITIGAÇÃO DE IMPACTOS**

#### **17.3.1. INTRODUÇÃO**

As medidas abrangentes e efetivas de mitigação (isto é, prevenção, redução e eliminação) dos impactos negativos das fases de pré-construção e construção do projeto são descritos neste item. Os objetivos do plano de mitigação são revisar os impactos identificados no levantamento preliminar de impacto ambiental (IAP) e incorporar práticas de provável eficácia ao plano de mitigação, junto às fases de pré-construção e construção propriamente dita, os quais requererão uma gestão ambiental adequada.

O plano de mitigação gerencia os impactos negativos causados pela construção e operação. Os impactos a serem causados durante o período de construção são principalmente de natureza temporária, permanecendo apenas durante o período da construção, cerca de cinco a sete anos. As descrições detalhada de cada medida de mitigação, estão na Tabela 17.3-1 e Tabela 17.3-2 são recomendadas também todas as medidas de avaliação de uma mitigação efetiva. Os principais propósitos destas medidas são os seguintes:

- 1) Manutenção de um meio ambiente confortável à margem da via ao longo do projeto.
- 2) Alívio da perturbação do equilíbrio hidrogeológico da região e, em particular, do sistema de drenagem e diminuição dos impactos secundários.
- 3) Alívio da perturbação da fauna e da flora naturais ao longo do projeto.
- 4) Harmonização das antigas e novas instalações de transporte junto às comunidades adjacentes.
- 5) Facilitar o programa de desapropriação.

Devem ser incorporadas medidas de mitigação nos documentos contratuais para assegurar que o empreiteiro seja obrigado a obedecer estas medidas no plano de gestão ambiental.

#### **17.3.2. IMPLEMENTAÇÃO**

A Tabela 17.3-1 e Tabela 17.1-2 apresentam o resumo das medidas de mitigação dos impactos negativos biofísicos e sócio-culturais para as novas vias e para o sistema de ônibus, já identificados anteriormente. Serão identificadas organizações responsáveis pela implementação e monitoramento.

Tabela 17.3-1 Resumo das Medidas de Mitigação (Meio Bio-Físico)

Elemento/Impacto Negativo	Medida de Mitigação	Impacto Residual	Responsabilidade	Exigências do Monitoramento	Programação de implementação
Meio Ambiente Biofísico					
Solos					
Potencial de erosão do solo durante e após a construção.	Todas as terraplenagens deverão ser empreendidas até onde for possível antes do começo da estação chuvosa. Todas as terraplenagens serão minimizadas a níveis tão pequenos quanto possíveis. Solos deteriorados deverão ser recuperados	Erosão do solo minimizada, mas não erradicada.	Empreiteiro	Engenheiro para monitorar a erosão do solo.	Conforme o andamento da construção.
Enchentes/Inundações					
Risco de exposição de material de rejeito perigoso para os principais afluentes durante a construção.	Deve ser tomado um grande cuidado para assegurar que aqueles contaminantes potenciais não penetrem em qualquer afluente. Todas as substâncias químicas (óleo, petróleo, etc...) devem ser mantidas em áreas seguramente isoladas, com uma capacidade maior que o volume de substância química a ser armazenada. Devem ser armazenados os resíduos oleosos em locais de disposição satisfatórios. O Empreiteiro deve apresentar os procedimentos de emergência, a serem seguidos, por escrito, no caso de derramamento acidental.	Risco de poluição reduzido, mas não eliminado.	Empreiteiro	Engenheiro	Conforme o andamento da construção.
Enchente ou Inundação local causada pelo bloqueio de água excessivo do sistema de drenagem, devido ao trabalho de construção.	Os sistemas de drenagem temporários e/ou permanentes, serão projetados para minimizar a ocorrência de enchentes ou inundações locais e os impactos severos na qualidade da água de vários afluentes. A água de superfície deve ser coletada em tanques sedimentares O sistema de drenagem deve ser periodicamente limpo, a fim de assegurar um fluxo corrente da água.	Enchentes ou inundações locais minimizadas, mas não eliminadas.	Engenheiro Projetista.	Empreiteiro.	Conforme o andamento da construção.
Piora das enchentes ou inundações após a construção.	Serão projetados sistemas de drenagem que estabeleçam uma integração entre os projetos do sistema de drenagem local e o das novas vias, para minimizar a ocorrência das enchentes ou inundações locais. O sistema de drenagem deve ser limpo periodicamente, a fim de assegurar o fluxo corrente da água.	Mesmo do anterior.	Mesmo do anterior.	Governo do Estado do Pará	Após a Construção
Piora da qualidade da água devido ao desvio parcial da água corrente.	Gerência de poluições não pontuais através da aplicação de práticas do melhor gerenciamento que deverá ser determinado pelo Estado ou Município como meio prático mais efetivo para alcançar níveis poluentes compatíveis com as metas da qualidade da água. Usar terras alagadas para controlar pesquisa de poluições não pontuadas envolvendo nutrientes, pesticidas e sedimentos.	Degradação da qualidade da água.	Mesmo do anterior.	Governo do Estado do Pará	Mesmo do anterior.

Flora e Fauna					
Destruição da vegetação à margem das vias.	As plantações deverão ser feitas onde quer que seja possível, no caso das espécies nativas, as quais provavelmente requerirão o mínimo de manutenção e poderão prover benefícios na manutenção da integridade do ecossistema, sob a coordenação do órgão ambiental de cada município. A camada superficial do solo deve ser removida, segregada, estocada, e redistribuída com mínima perda ou contaminação. A camada superficial e subterrânea devem ser removidas separadamente e recolocadas em seqüência. Nos casos onde as espécies não nativas forem julgadas essenciais, um monitoramento cuidadoso deverá ser planejado.	Impacto sobre a vegetação à margem das vias minimizado, mas não eliminado.	Empreiteiro	Empreiteiro	Antes da construção.
Destruição da vegetação natural.	As plantações deverão ser feitas onde quer que seja possível, no caso das espécies nativas, as quais provavelmente requerirão o mínimo de manutenção e poderão prover benefícios na manutenção da integridade do ecossistema, sob a coordenação da SECTAM e do órgão ambiental de cada município. Nos casos onde as espécies não nativas forem julgadas essenciais, um monitoramento cuidadoso deverá ser planejado.	Destruição da vegetação natural minimizada, mas não eliminada.	Empreiteiro	Empreiteiro	Antes da construção.
Perturbação dos pássaros e da vida selvagem durante a construção.	Embora os pássaros e a vida selvagem (macaco, por exemplo) possam ser perturbados durante as atividades de construção, é provável que o efeito seja muito menor (secundário) e estes pássaros bem como a vida selvagem, deslocar-se-ão para uma área mais adiante, longe do local da construção. Após a construção, estes entes naturais retornarão, dependendo da magnitude das atividades desenvolvidas. IBAMA/SECTAM e/ou FUNVERDE devem ser consultados. Operações de controle de tempo, formas e medidas devem ser concluídas a fim de evitar ninhas ou construção de ninhos nas árvores, protegendo a alimentação, a cobertura e fontes de água. Grades de mamíferos devem ser grandes para proteger do contato direto de produtos químicos tóxicos em tanques de sedimentação e da via para reduzir o número de atropelamentos.	Animais e pássaros deslocar-se-ão. Habitat alternado. Ecossistema local mudado.	Não disponível	Não disponível	Não disponível

Risco de poluição sobre as espécies aquáticas durante a construção.	Deve ser tomado um grande cuidado para assegurar que aqueles contaminantes potenciais não penetrem na APA de Belém ou em qualquer outro curso d'água. Todas as substâncias químicas (óleo, petróleo, etc...) deverão ser mantidas em áreas seguramente isoladas, com uma capacidade maior que o volume de substância química a ser armazenada. As máquinas (equipamentos) de produção do concreto (betoneiras, usinas), deverão estar localizadas longe da margem e os efluentes neutralizados antes de suas disposições. IBAMA/SECTAM e/ou FUNVERDE devem ser consultados. Canaletas protetoras devem ser colocadas entre os locais da obra e os cursos d'água. Todas a restauração de córrego é para incluir padrões alternativos ou dispositivos de retenção, reservatório e desniveis. O Empreiteiro deverá apresentar os procedimentos de emergência, a serem seguidos, por escrito, no caso de derramamento acidental.	Risco de poluição da água minimizado, mas não eliminado.	Empreiteiro	Empreiteiro	Durante a construção
Perturbação das trilhas dos animais após a construção.	O Ecossistema local, como acessos aos lugares para beber e se alimentar, será bem estudado. As trilhas e/ou cativeiros, deverão ser protegidas para minorar o impacto da segregação da comunidade da fauna. Criar novos lugares para alimentar/beber distante das pistas	Morte de animais por acidentes de tráfego diminuída, mas não eliminada. Habitat alternado. Ecossistema local mudado	Governo do Estado do Pará	Não disponível	Não disponível

Tabela 17.3-2 Resumo das Medidas de Mitigação (Meio Ambiente Sócio-Cultural)

Elemento/Impacto Negativo	Medida de Mitigação	Impacto Residual	Responsabilidade	Requisito para Monitoramento	Programa de Implantação
<b>Sócio-Cultural</b>					
<b>Apropriação de Terra</b>					
Apropriação de Terra devido ao traçado da nova via, ao longo da sua rota.	Aproximadamente 1.818 casas imóveis serão desapropriados ao longo da rota. Devem ser providas casas /ou locais de reassentamento alternativas antes das apropriações. Estas casas serão locadas previamente o mais perto possível Deverá ser preparado programa apropriado de desapropriação da residência atual. Serão discutidos os assuntos tangentes ao restabelecimento (reassentamento) no item 17.7	Moradias reconstruídas em locais alternativos. Indenizações adequadas deverão ser providenciadas.	Governo do Estado do Pará	Governo do Estado do Pará	Antes do início da desapropriação
Conflito com o plano de desenvolvimento local em andamento.	A interferência direta entre todos os projetos deverá ser evitada. Impactos de potencial cumulativo e/ou secundário deverão ser examinados.	Todos os projetos coordenados.	Governo do Estado do Pará	Não disponível	Não disponível
<b>Histórico e Cultural</b>					
Descoberta arqueológica de sítios potenciais.	Novas propriedades históricas ou adicionais poderão ser descobertas e qualquer prejuízo a estes locais deve ser minimizado. Medidas típicas de mitigação incluem limitação da magnitude da ocupação, modificação da ocupação através do redesenho, reorientação de construção, reparos, reabilitação, ou restauração das áreas afetadas, operação de preservação e manutenção para propriedades históricas envolvidas, realocação de propriedades históricas e assim por diante. IPHAN/SECULT-DHPAC e FUMBEL devem ser consultadas.	Perturbação dos sítios arqueológicos minimizada.	Empreiteiro	Não disponível	Conforme o andamento da construção.
<b>Transporte de Material</b>					
Aumento do tráfego durante a construção em função do transporte de material.	Durante o período de construção, deverão ser conferidos completamente os caminhões que venham a fornecer materiais para o local da obra, para assegurar que sejam mercedores de trafegarem nas vias e que os freios estejam trabalhando totalmente em ordem. Onde for possível, os caminhões deverão evitar o tráfego pelas áreas residenciais. A reutilização de solos de corte da terraplenagem à construção de novas vias, deverá ser implementada ao máximo possível, com o intuito de diminuir fornecimentos provenientes de longas distâncias.	Risco de acidentes reduzido, mas não eliminado.	Empreiteiro	Engenheiro	Conforme o andamento da construção.
Preparação do local para armazenar entulhos resultantes dos solos escavados.	A seleção dos locais para armazenar os solos escavados (entulhos), será bem discutida com os Órgãos municipais e relevantes, como a SECTAM. Estes locais deverão ser distribuídos em todo o local do projeto, para evitar o congestionamento do tráfego.	Escavações ilegais de solos ou de materiais de construção deverão ser evitadas.	Empreiteiro	Empreiteiro	Antes da construção
<b>Ruído/ vibração</b>					

Ruído e vibração durante o período de construção.	Recomenda-se que Normas Ambientais para os locais de construção sejam adotadas. Compra de equipamento móvel deve estar de acordo com os padrões brasileiros de emissão de ruído. O maquinário e os veículos deverão ser bem mantidos, para que conservem seus níveis de ruído em pequenas intensidades.	Nuanças do ruído vibração reduzidas e controladas.	Empreiteiro	Engenheiro	Conforme o andamento da construção.
Ruído /vibração transmitido pelas novas vias e pelo sistema de ônibus.	O ruído veicular poderá ser reduzido a níveis originais através do processo de construção dos veículos, seleção dos pneus e do sistema de escapamentos, bem como da manutenção destes. Também, a execução de superfícies estanques e bem conservadas serão efetivas na redução dos ruídos e vibração provenientes dos atritos entre os pneumáticos e a plataforma de rolamento. Anteparos (barreiras) anti-ruídos serão as medidas mitigadoras mais comumente usadas. Pavimento com baixo ruído é, também, usado como medida mitigatória. As fachadas de isolamento dos edifícios, tais como as janelas de vidro duplo, são uma opção de diminuição dos ruídos nas construções. Discussões mais detalhadas sobre a previsão dos impactos dos ruídos, serão apresentadas posteriormente.	Mesmo do anterior	Governo do Estado do Pará	Governo do Estado do Pará	Após a construção
<b>Poluição do Ar</b>					
Poeira durante a construção	Deverão ser cobertos os veículos que forem fornecer materiais à obra, com o intuito de reduzir o derramamento destes. Os equipamentos de mistura, deverão ser bem vedados e os de vibração, equipados com dispositivos de remoção de pó. Erosão por vento provocado por terra aberta pode ser controlado usando as três tecnologias básicas (irrigação, uso de estabilizadores químicos e quebra ventos) em complementação à cobertura vegetal. Os operadores deverão ter cuidado com a sua saúde.	Níveis de poeira controlados.	Empreiteiro	Engenheiro	Conforme o andamento da construção.
Degradação da qualidade do ar local no entorno das novas vias e do sistema de ônibus.	Introdução de veículos com menos impacto ambiental (veículo tipo híbrido), programa Inspeção/Manutenção mais sofisticado, regulação de tráfego, política de combustível puro e outros. Recomenda-se que normas ambientais de qualidade do ar sejam adotadas.	Nível da qualidade do ar controlado.	Governo do Estado do Pará	Governo do Estado do Pará.	Após a construção
<b>Recursos Hídricos</b>					
Poluição dos poços existentes.	O Empreiteiro terá que proceder adequadamente na prevenção da poluição, incluindo os limites da área em que estiver armazenado qualquer líquido perigoso como óleo ou derivados do petróleo. O Empreiteiro deverá apresentar os procedimentos de emergência, a serem seguidos, por escrito, no caso de incidentes de poluição.	Risco de poluição das águas subterrâneas ou execução minimizado, mas não eliminado.	Empreiteiro	Empreiteiro	Engenheiro conforme o andamento da construção.
Encerramento dos poços amazons	Serão providos poços novos e/ou alternativos no sistema de abastecimento de água.	Serão preparados sistemas de abastecimento de água alternativos.	Governo do Estado do Pará.	Não disponível	Antes do início do encerramento.
<b>Recursos Visuais</b>					

Perda da continuidade visual da paisagem urbana.	Recomenda-se que o projeto e os elementos arquitetônicos (forma, linha, cor textura e espécies de arquitetura), tipicamente usados nas comunidades circunvizinhas, sejam utilizados ou repetidos, a fim de assegurar a compatibilidade na área urbana.	Continuidade visual da paisagem urbana mantida.	Engenheiro Projetista	Não disponível	Não disponível
Conflito visual com a comunidade circunvizinha.	É recomendada a provisão de cinturões verdes ao redor dos locais do projeto. Também, a provisão de todas as telas ou barreiras adequadas à paisagem, será eficiente no impedimento de uma intrusão pouco apresentável do projeto. Incorporação dos serviços subterrâneos (eletricidade, água, esgoto e gás) no planejamento do projeto. Provisão de telas visuais apropriadas ou barreiras na paisagem para evitar a intromissão de projeto de má aparência. Planejamento e implementação de um programa apropriado de paisagismo.	Conflito visual reduzido ao mínimo.	Governo do Estado do Pará	Não disponível	Não disponível
Saúde					
Risco do surgimento de doenças transmitidas pela água durante a construção	A educação básica da saúde e segurança devem ser dadas a todos os trabalhadores (operários) antes do início dos trabalhos e as instalações médicas adequadas deverão ser providas, para ajudar a reduzir o risco de disseminação de doenças infecciosas. Alguns medicamentos de prevenção efetiva, deverão ser tomados regularmente antes, durante e vários dias após a partida das áreas onde foram desenvolvidos os trabalhos.	Risco de infecção por doenças transmitidas pela água minimizado.	Empreiteiro	Empreiteiro	Conforme o andamento da construção.
Risco de doenças transmitidas pela água após a construção.	Serão projetados sistemas de drenagem que estabeleçam uma integração entre o sistema de drenagem local e o das novas vias, a fim de minimizar a ocorrência de inundações a longo prazo, as quais tornariam-se possíveis origens de doenças transmitidas pela água ou do surgimento de mosquitos. O sistema de drenagem deverá ser limpo periodicamente para assegurar um fluxo corrente da água.	Risco de doenças transmitidas pela água minimizado. Não tem ocorrido nenhuma inundação recentemente.	Engenheiro Projetista	Não disponível	Não disponível

## 17.4. ESTUDO DE EMISSÃO VEICULAR

### 17.4.1. INTRODUÇÃO

O propósito deste estudo é avaliar a quantidade de emissões veiculares, gerada pelo tráfego futuro da região e pela condição do transporte no entorno de Belém, além de realizar um estudo comparativo sob os dois cenários seguintes, ou seja, “Com” e “Sem” projeto, a execução das novas vias propostas e do projeto do sistema de ônibus nos anos de 2007, 2012 e 2020. Neste estudo, as maiores preocupações dizem respeito às emissões de Óxido de Nitrogênio (NO) e Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>). Além disso, baseado no cronograma de construção do projeto proposto resumido no Capítulo 16, o Estudo de Avaliação de Ciclo de Vida (LCA) da emissão (CO<sub>2</sub>) foi realizado para avaliar a carga de emissão gerada pelas atividades de construção.

#### 17.4.2. COMPUTAÇÃO DAS EMISSÕES VEICULARES

A quantidade diária de emissão total portadora de poluentes,  $W_s$ , é computada por:

$$W_s = \Sigma E_s \cdot CK \quad (1)$$

onde  $E_s$  é o fator de emissão de poluição do ar do veículo tipo poluentes alvo, e  $CK$  é o resultado computacional (quilômetros cronometrados do veículo) do tráfego e da previsão da demanda de transporte futuros (Capítulo 4). Baseado nos fatores de emissão NOX usado na CETESB, (São Paulo), seguem três tipos de combustíveis veiculares, utilizados para fatores de emissão de velocidade de viagem (Tabela 17.4-1).

Tabela 17.4-1 Fatores de Emissão dos Veículos -NOX (g/km)

	Velocidade (km/h)					
	10	20	30	40	50	60
Gasolina	0,839	0,732	0,700	0,690	0,691	0,701
Álcool	1,319	1,212	1,180	1,170	1,171	1,181
Diesel	1,115	0,758	0,627	0,567	0,546	0,555

Nota: Unidade dos fatores de emissão para o diesel "(g/t/km)".

Foram resumidos os principais parâmetros numéricos a serem usados dentro deste cálculo para o estudo de emissão NOX, na Tabela 17.4-2. No contexto deste estudo de emissão NOX em particular, os dois parâmetros principais seguintes, tais como: peso do veículo do ônibus convencional e do caminhão foram considerados.

Tabela 17.4-2 Parâmetros Numéricos

Parâmetros	Observações
Relação dos veículos movidos à gasolina em relação aos movidos à álcool <sup>*1)</sup>	0,88: 0,12
Peso do Ônibus Articulado <sup>*2)</sup>	25t/veículo
Peso do Ônibus Convencional <sup>*3)</sup>	13, 15 e 20 t/veículo (considerado)
Peso do Caminhão <sup>*4)</sup>	5 - 25 t/veículo (considerado)

Fonte: <sup>\*1)</sup> Este Estudo, <sup>\*2)</sup> Anuário do Ônibus 2002, Techni Bus, N°10, 2002, <sup>\*3)</sup> Normas para o Projeto das Estradas de Rodagem, Ministério dos Transportes, 1973 e <sup>\*4)</sup> Manual de Pré-Misturados a Frio, IBP.

Não existe no Brasil nenhuma informação e/ou parâmetro de fator de emissão CO<sub>2</sub>. Então, os fatores de emissão veicular, resumidos no presente relatório de estudo foram usados para o estudo de emissão de CO<sub>2</sub> <sup>5</sup>.

A estimativa do benefício ambiental a ser causado pela operação do projeto de transporte proposto será executada avaliando as quantidades da redução de NOX e CO<sub>2</sub> emitidas, devido à mudança do índice “veículo-quilômetro” de todo o transporte.

#### 17.4.3. RESULTADOS

Baseado nos procedimentos de avaliação previamente descritos, o cálculo da quantidade de NOX e CO<sub>2</sub> da região - emissão veicular nos anos de 2007, 2012 e 2020, foram executados respectivamente. Como mencionado anteriormente, a análise de sensibilidade, alternando a utilização dos dois parâmetros considerados, como peso do veículo convencional e do caminhão, foi conduzida com o estudo de emissão veicular NOX. A Tabela 17.4-3 a Tabela 17.4-10 resumem resultados computadorizados de emissão veicular e dos benefícios ambientais (redução do NOX emitido). Similarmente a Tabela 17.4-11 resume resultados computadorizados de emissão veicular e benefícios ambientais (redução do CO<sub>2</sub> emitido).

<sup>5</sup> Departamento Ambiental, Tokyo Metropolitan Municipality, Estudo de Emissão Veicular para Futura Demanda de Tráfego na Área Metropolitana, 2000.

#### **17.4.4. DISCUSSÕES**

##### **(1) NOX**

Da Figura 17.4-1 a Figura 17.4-17, são mostrados os dados computacionais da emissão veicular de NOX, enquanto alternam-se os dois parâmetros como o peso do veículo do ônibus convencional e do caminhão, respectivamente. As quantidades da redução da emissão veicular de NOX, a serem causadas pela operação do projeto de transporte proposto, para o ano de 2020, variam entre 6,82 t/dia (redução de 19,6%, Tabela 17.4-7) e 3,62 t/dia (redução de 14,5%, Tabela 17.4-10). Esta redução pode ser explicada pelo seguinte raciocínio. Após a operação das novas vias propostas e do sistema de transporte, todo o transporte público será melhorado notavelmente em comparação à operação atual não organizada. Então, alguns dos usuários de veículos privados diários, migrarão para o uso do sistema de ônibus proposto, provido de que a passagem deste sistema será razoavelmente estabelecida para os usuários do sistema de transporte público. Eventualmente, os volumes de tráfego das principais vias no entorno da cidade de Belém, serão diminuídos devido a este modo de deslocamento e a severidade das condições do tráfego atual (isto é, engarrafamentos, segurança da via e assim por diante) serão aliviadas. Como resultado, a condição de todo o tráfego e do meio ambiente à margem das vias no entorno da cidade de Belém, serão melhoradas (discussões mais detalhadas dos benefícios do transporte no tráfego, a serem causadas pelo projeto de transporte proposto, poderão ser encontrados no Capítulo 9 do relatório principal). Após os anos de 2012, a condição geral do transporte tende a ser saturada e o fluxo de tráfego tende a estagnar então, a eficiência de tráfego na cidade piora enquanto a carga NOX de emissão veicular aumenta. Portanto, nenhuma melhora futura na redução de NOX pode ser esperada sem que haja outros projetos de melhorias.

##### **(2) CO2**

A Figura 17.4-18 mostra os resultados computadorizados de emissão veicular de CO<sub>2</sub>. Tendência similar de redução de CO<sub>2</sub> previamente discutidas pode ser encontrada nestes resultados computadorizados. Após o início da operação do projeto proposto, a quantidade de redução de emissão veicular de CO<sub>2</sub> está aumentando, e a taxa desta redução atingirá 26% no Ano 2012. Após 2012, esta taxa de redução tende a diminuir levemente, devido à condição quase saturada do transporte enquanto que a carga total de emissão veicular de CO<sub>2</sub> está aumentando.

##### **(3) Avaliação de Ciclo de Carga da Emissão de CO2**

A Figura 17.4-19 mostra a variação anual carga de emissão de CO<sub>2</sub> durante o período de 2002 a 2020. Neste Estudo, a carga de emissão anual de CO<sub>2</sub> computada para cada cenário é baseada no conceito LCA (Avaliação de Ciclo de Vida) e na emissão de CO<sub>2</sub> gerada por todas as atividades de construção, como operação de máquina de construção e entrega de material, é acrescentado à emissão gerada por todo o sistema de transporte.

Como mostrado nestas figuras, a carga de emissão de CO<sub>2</sub> para o cenário “Com” projeto fica mais alta que a do cenário “Sem” projeto na fase inicial de construção. O déficit de emissão de CO<sub>2</sub> (i.e., a diferença da emissão de CO<sub>2</sub> entre os cenários) é aumentado gradualmente durante este período e alcança o maior valor em 2006 (a taxa de redução é -6,1%) desde que a maioria dos trabalhos de construção do projeto proposto seja terminado ao final deste ano.

Depois do início parcial da operação do projeto proposto, em 2007, este déficit diminuirá drasticamente (i.e., a carga de emissão para o cenário “Com” projeto será mais baixa que a do cenário “Sem” projeto), em 2007. Depois disto, a carga de emissão de CO<sub>2</sub> diminuirá assintoticamente, e alcança valores mais altos ao redor de Ano 2012 (a taxa de redução é 25,8%).

Tabela 17.4-3 Emissão Veicular (NOX, t/dia)

Peso (t)	2007		2012		2020	
	“Com”	“Sem”	“Com”	“Sem”	“Com”	“Sem”
25	11.16	12.60	14.90	18.54	27.94	34.76
20	10.54	11.93	14.16	17.60	26.59	32.97
15	9.92	11.26	13.41	16.65	25.23	31.17
10	9.30	10.59	12.66	15.70	23.88	29.38
5	8.68	9.92	11.91	14.76	22.52	27.59

Nota: Pesos de Ônibus Articulado e Convencional são 25 e 15 t/veículo, respectivamente, e peso do Caminhão é variado.

Tabela 17.4-4 Emissão Veicular (NOX, t/dia)

Peso (t)	2007		2012		2020	
	“Com”	“Sem”	“Com”	“Sem”	“Com”	“Sem”
15	9.93	10.92	13.53	16.31	25.75	31.10
13	9.68	10.52	13.28	15.79	25.42	30.35

Nota: Pesos de Ônibus Articulado e Convencional são 25 e 13 t/veículo, respectivamente, e o peso do Caminhão é variado.

Tabela 17.4-5 Emissão Veicular, Redução NOX

Peso (t)	2007		2012		2020	
	“Com”	“Sem”	“Com”	“Sem”	“Com”	“Sem”
25	10.55	11.59	14.28	17.25	27.11	32.89
20	9.93	10.92	13.53	16.31	25.75	31.10
15	9.31	10.25	12.78	15.36	24.40	29.31
10	8.69	9.59	12.04	14.42	23.04	27.52
5	8.06	8.92	11.29	13.47	21.69	25.72

Nota: Pesos de Ônibus Articulado e Convencional são 25 e 20 t/veículo, respectivamente, e o peso do Caminhão é variado. Redução (%) =  $100 \times (\text{Emissão "Sem"} - \text{Emissão "Com"}) / (\text{Emissão "Sem"})$

Tabela 17.4-6 Emissão Veicular, Redução NOX

Peso (t)	2007		2012		2020	
	“Com”	“Sem”	“Com”	“Sem”	“Com”	“Sem”
25	10.30	11.19	14.03	16.74	26.77	32.14
20	9.68	10.52	13.28	15.79	25.42	30.35
15	9.06	9.85	12.53	14.85	24.07	28.56
10	8.44	9.18	11.79	13.90	22.71	26.77
5	7.82	8.52	11.04	12.95	21.36	24.98

Nota: Pesos de Ônibus Articulado e Caminhão são 25 e 20 t/veículo, respectivamente, e peso de Ônibus Convencional é variado. Redução (%) =  $100 \times (\text{Emissão "Sem"} - \text{Emissão "Com"}) / (\text{Emissão "Sem"})$

Tabela 17.4-7 Emissão Veicular, Redução NOX

Peso (t)	2007		2012		2020	
	(t/dia)	(%)	(t/dia)	(%)	(t/dia)	(%)
25	1.44	11.41	3.64	19.63	6.82	19.61
20	1.39	11.65	3.44	19.55	6.38	19.35
15	1.34	11.92	3.24	19.47	5.94	19.06
10	1.29	12.22	3.04	19.38	5.50	18.73
5	1.25	12.56	2.85	19.28	5.07	18.37

Nota: Pesos de Ônibus Articulado e Ônibus Convencional são 25 e 15 t/veículo, respectivamente, e peso de Caminhão é variado. Redução (%) =  $100 \times (\text{Emissão "Sem"} - \text{Emissão "Com"}) / (\text{Emissão "Sem"})$

Tabela 17.4-8 Emissão Veicular, Redução NOX

Peso (t)	2007		2012		2020	
	(t/dia)	(%)	(t/dia)	(%)	(t/dia)	(%)
15	1.00	9.12	2.78	17.03	5.35	17.19
13	0.84	7.97	2.51	15.90	4.93	16.25

Nota: Pesos de Ônibus Articulado e Ônibus Convencional são 25 e 13 t/veículo, respectivamente, e peso de caminhão é variado. Redução (%) = 100 x (Emissão "Sem" - Emissão "Com") / (Emissão "Sem")

Tabela 17.4-9 Emissão Veicular, Redução CO<sub>2</sub>

Peso (t)	2007		2012		2020	
	(t/dia)	(%)	(t/dia)	(%)	(t/dia)	(%)
25	1.04	9.01	2.98	17.25	5.78	17.58
20	1.00	9.12	2.78	17.03	5.35	17.19
15	0.95	9.25	2.58	16.79	4.91	16.75
10	0.90	9.40	2.38	16.51	4.47	16.25
5	0.85	9.56	2.18	16.20	4.03	15.68

Nota: Pesos de Ônibus Articulado e Ônibus Convencional são 25 e 15 t/veículo respectivamente, e peso de Caminhão é variado. Redução (%) = 100 x (Emissão "Sem" - Emissão "Com") / (Emissão "Sem")

Tabela 17.4-10 Emissão Veicular, Redução NOX

Peso (t)	2007		2012		2020	
	(t/dia)	(%)	(t/dia)	(%)	(t/dia)	(%)
25	0.89	7.92	2.71	16.19	5.37	16.71
20	0.84	7.97	2.51	15.90	4.93	16.25
15	0.79	8.03	2.31	15.58	4.50	15.74
10	0.74	8.09	2.11	15.22	4.06	15.16
5	0.70	8.17	1.92	14.80	3.62	14.50

Nota: Pesos de Ônibus Articulado e Ônibus Convencionais são 25 e 13 t/veículo respectivamente, peso de Caminhão é variado. Redução (%) = 100 x (Emissão "Sem" - Emissão "Com") / (Emissão "Sem")

Tabela 17.4-11 Emissão Veicular, Redução CO<sub>2</sub>

	"Com"	"Sem"	Redução (t/dia)	Redução (%)
2007	1383.88	1588.25	204.37	12.87
2012	2106.72	2846.73	740.00	25.99
2020	5468.00	7207.55	1739.56	24.14

Nota: Redução (%) = 100 x (Emissão "Sem" - Emissão "Com") / (Emissão "Sem")

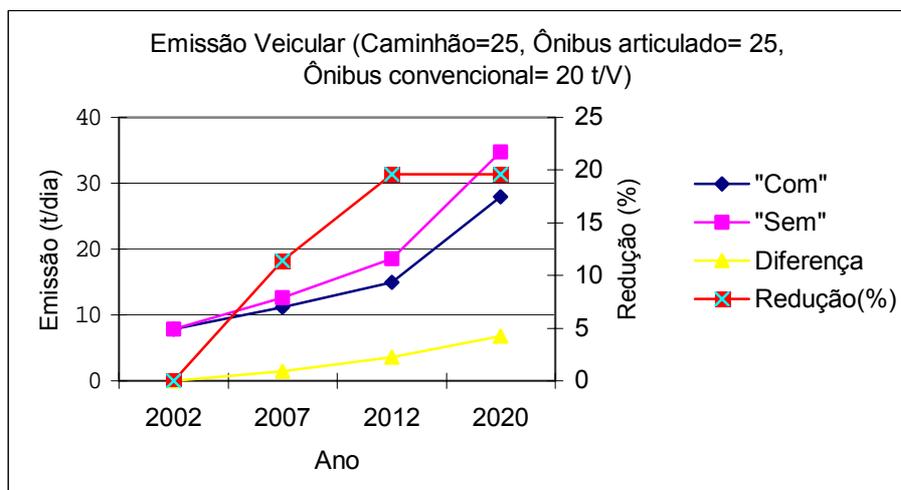


Figura 17.4-1 Emissão Veicular (NOX, Caminhão = 25 t, Ônibus Convencional = 20 t, Ônibus Articulado = 25 t)

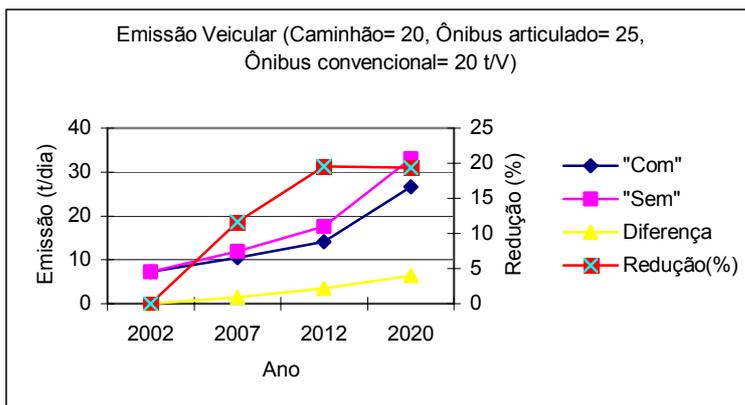


Figura 17.4-2 Emissão Veicular (NOX, Caminhão = 20t, Ônibus Convencional = 20 t, Ônibus Articulado = 25 t)

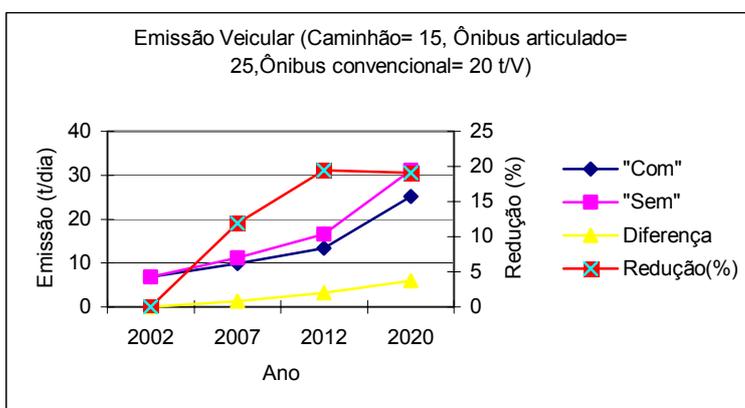


Figura 17.4-3 Emissão Veicular (NOX, Caminhão = 15 t, Ônibus Convencional = 20 t, Ônibus Articulado = 25 t)

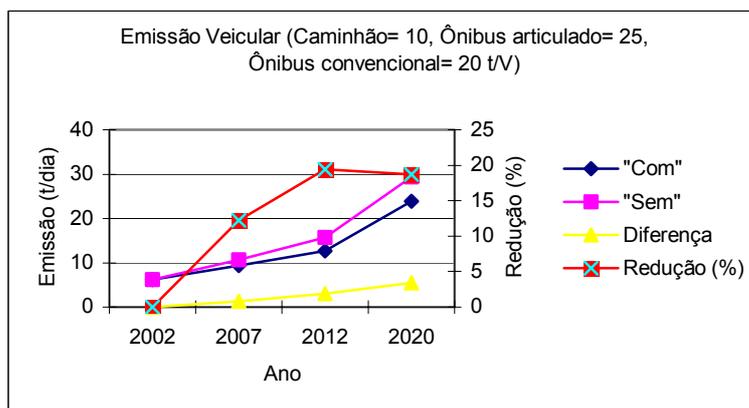


Figura 17.4-4 Emissão Veicular (NOX, Caminhão = 10 t, Ônibus Convencional = 20 t, Ônibus Articulado = 25 t)

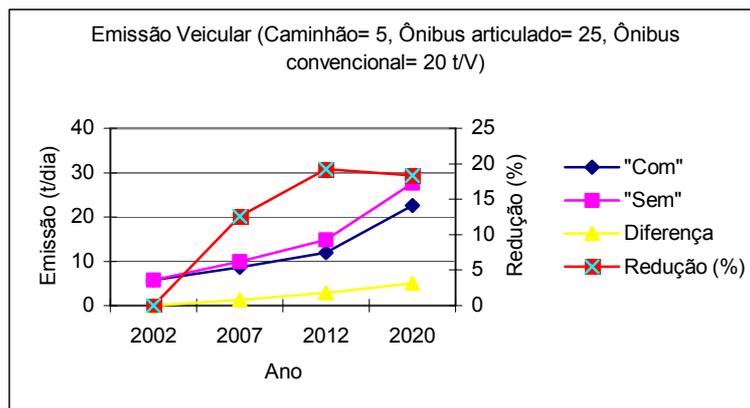


Figura 17.4-5 Emissão Veicular (NOX, Caminhão = 5 t, Ônibus Convencional = 20 t, Ônibus Articulado = 25 t)

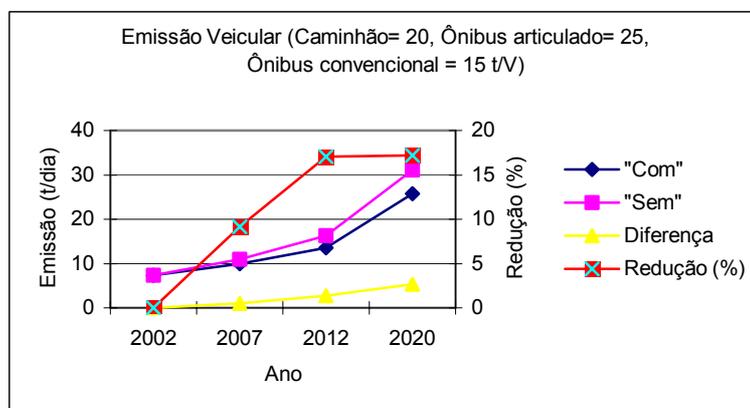


Figura 17.4-6 Emissão Veicular (NOX, Caminhão = 20 t, Ônibus Convencional = 15 t, Ônibus Articulado = 25 t)

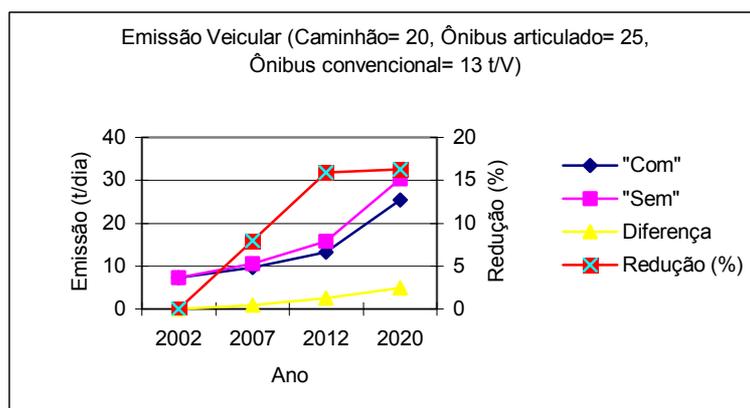


Figura 17.4-7 Emissão Veicular (NOX, Caminhão = 20 t, Ônibus Convencional = 13 t, Ônibus Articulado = 25 t)

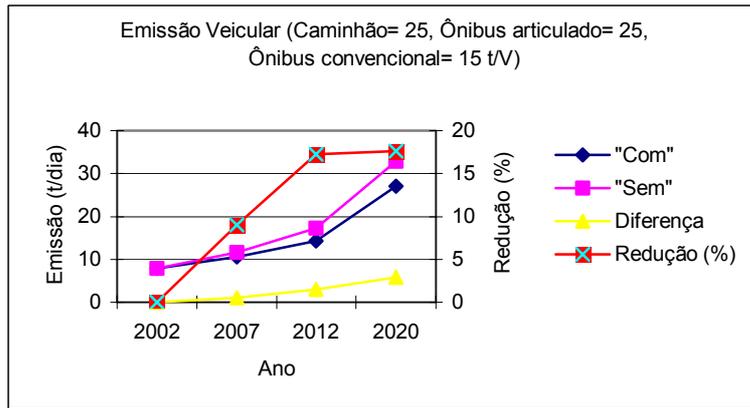


Figura 17.4-8 Emissão Veicular (NOX, Caminhão = 25 t, Ônibus Convencional = 15 t, Ônibus Articulado = 25 t)

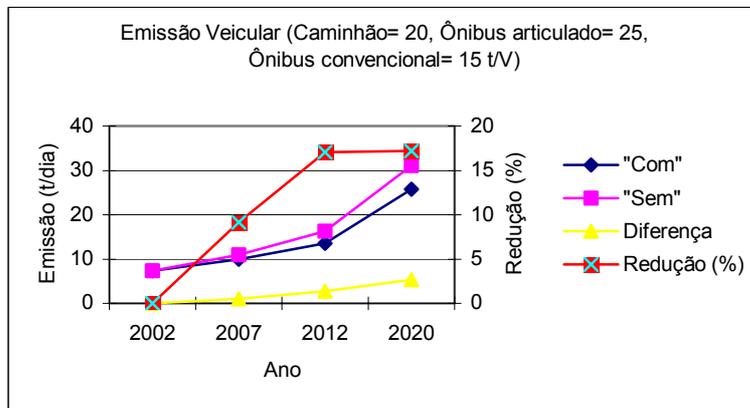


Figura 17.4-9 Emissão Veicular (NOX, Caminhão = 20 t, Ônibus Convencional = 15 t, Ônibus Articulado = 25 t)

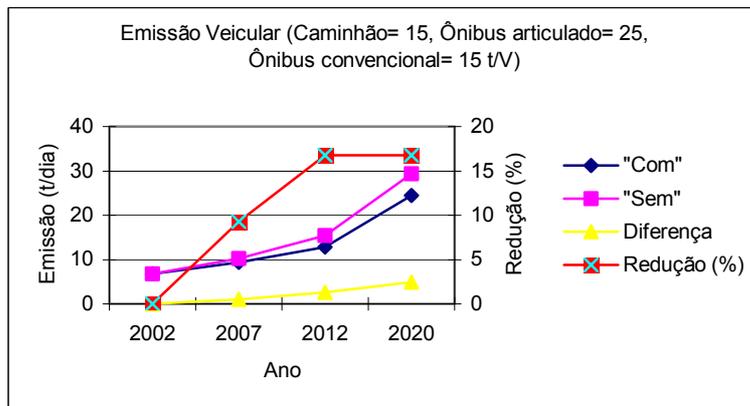


Figura 17.4-10 Emissão Veicular (NOX, Caminhão = 15 t, Ônibus Convencional = 15 t, Ônibus Articulado= 25 t)

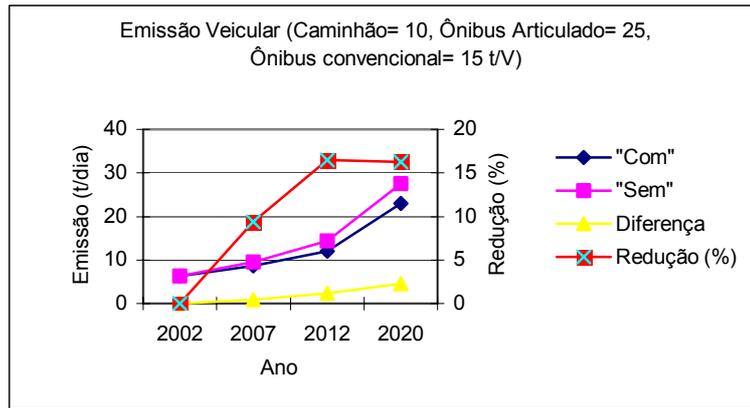


Figura 17.4-11 Emissão Veicular (NOX, Caminhão = 10 t, Ônibus Convencional = 15 t, Ônibus Articulado = 25 t)

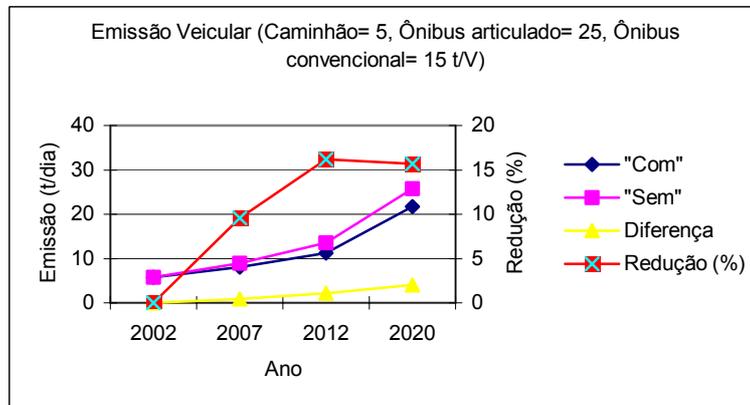


Figura 17.4-12 Emissão Veicular (NOX, Caminhão = 5 t, Ônibus Convencional = 15 t, Ônibus Articulado = 25 t)

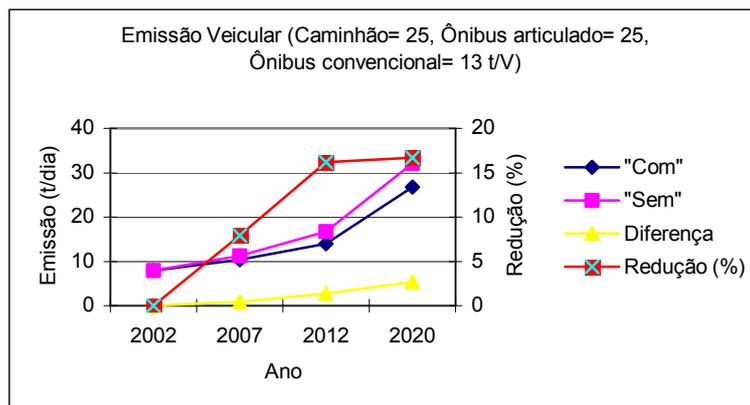


Figura 17.4-13 Emissão Veicular (NOX, Caminhão = 25 t, Ônibus Convencional = 13 t, Ônibus Articulado = 25 t)

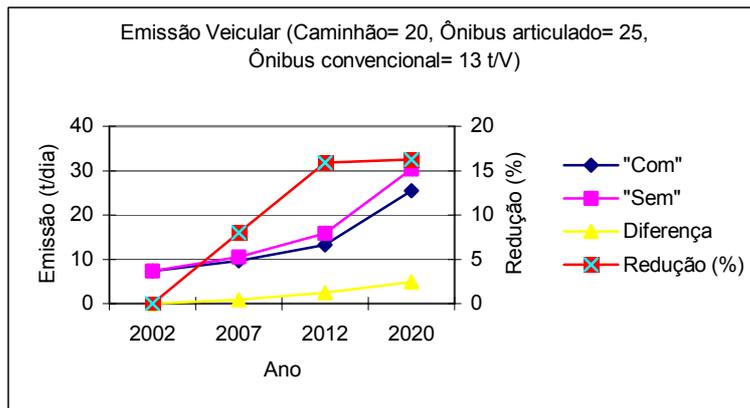


Figura 17.4-14 Emissão Veicular (NOX, Caminhão = 20 t, Ônibus Convencional = 13 t, Ônibus Articulado = 25 t)

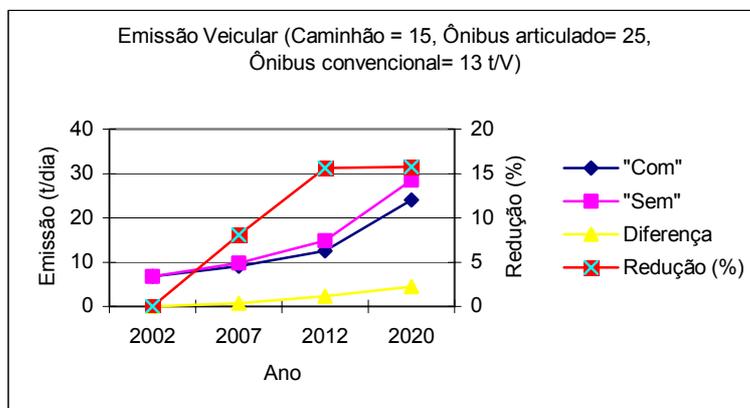


Figura 17.4-15 Emissão Veicular (NOX, Caminhão=15t, Ônibus Convencional=13t, Ônibus Articulado=25 t)

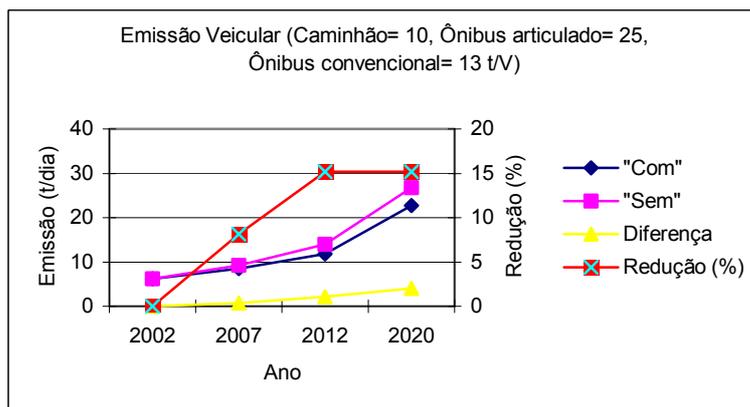


Figura 17.4-16 Emissão Veicular (NOX, Caminhão=10t, Ônibus Convencional=13t, Ônibus Articulado=25 t)

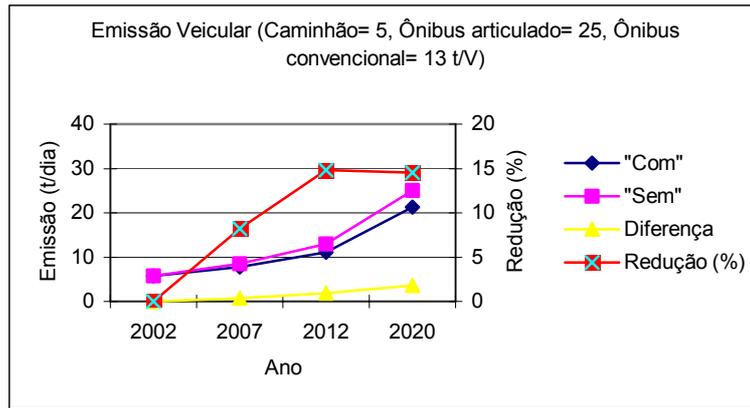


Figura 17.4-17 Emissão Veicular (NOX, Caminhão=5t, Ônibus Convencional=13t, Ônibus Articulado=25 t)

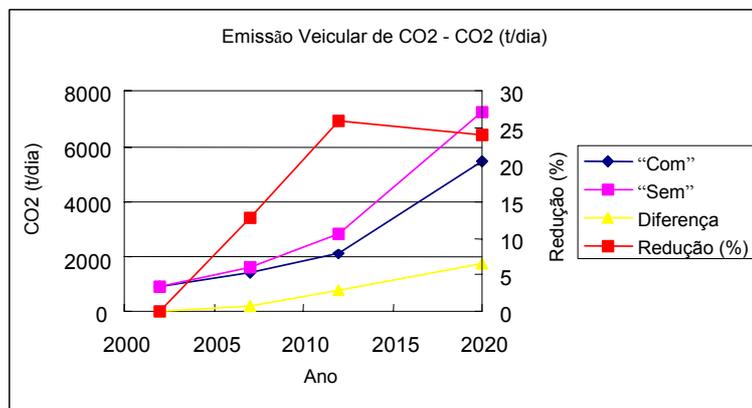


Figura 17.4-18 Emissão Veicular (CO<sub>2</sub>)

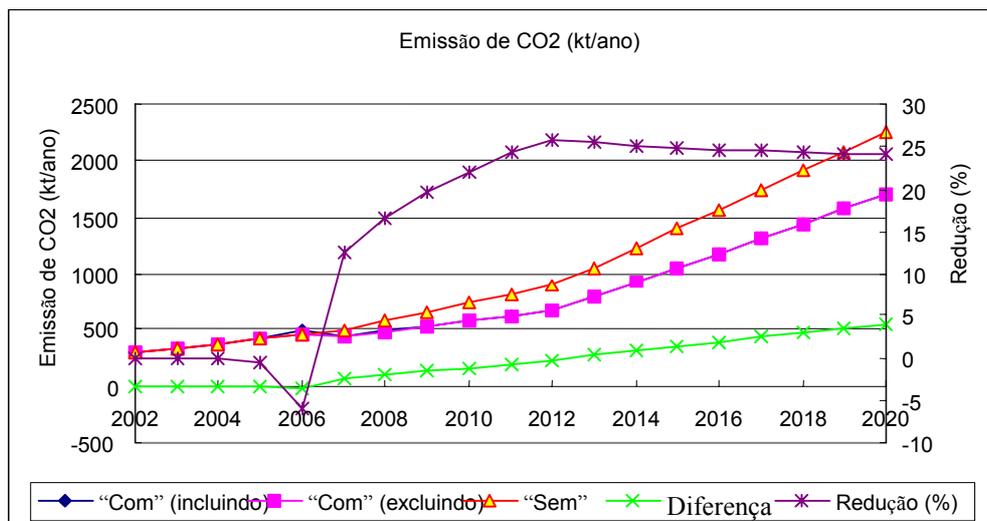


Figura 17.4-19 Emissão de CO<sub>2</sub> baseado no LCA (kt/ano), Ano 2002 - 2020

## 17.5. PREVISÃO DE IMPACTOS DE RUÍDOS

### 17.5.1. OBJETIVOS

O propósito desta análise é avaliar o nível de pressão de ruído a ser gerado pela futura condição de tráfego e transporte ao longo das vias principais, tal como Avenida Almirante Barroso e encontrar as devidas medidas mitigatórias de impacto neste projeto.

### 17.5.2. PARÂMETROS NUMÉRICOS

Basicamente, o estudo de previsão de impactos de ruídos é realizado para condições de transporte diurnos e noturnos. A Tabela 17.5-1 resume o perfil da previsão deste impacto de ruído. Aqui são concernentes as seguintes medidas mitigatórias de ruído, tais como (i) baixo ruído de pavimento e (ii) barreira de ruído. As condições de transporte entre o pico da manhã (7h) e o pico da tarde (18h) são quase as mesmas, portanto, o estudo da barreira de ruído é realizado somente para o caso diurno. Devido à falta de velocidades de viagens de veículos privados no pico da tarde, foram usados dois parâmetros presumíveis de velocidade de viagens de veículos privados (40 e 50km/h), baseados em resultados dos atuais relatórios do estudo (EVPDTU, 2001). Usando esses valores, foram computadas as velocidades de viagens tanto de ônibus convencionais como de caminhão.

Tabela 17.5-1 Condições Numéricas

	Descrições
Método de Previsão	Método-B especificado pela Sociedade Acústica do Japão
Ano Horizonte	Anos 2002, 2007, 2012 e 2020.
Casos de Simulação	Realizar simulações para o pico da manhã (7h) e pico da tarde (18h). A simulação é realizada nos quatro casos seguintes: 1. Verificação (Ano 2002) 2. Cenário “Sem” projeto nos anos 2007, 2012 e 2020. 3. nos anos 2007, 2012 e 2020 sem nenhuma medida mitigatória. 4. Compor cenário nos anos 2007, 2012 e 2020 com algumas medidas mitigatórias.
Nível de Potência*	Caminhão Pesado e Ônibus: $L_w = 90.0 + 10.0 \log_{10} V$ Veículo Privado: $L_w = 82.0 + 10.0 \log_{10} V$ Onde V é a velocidade de movimento do veículo (km/h)
Ponto Previsto	Fronteira entre propriedades públicas e privadas ( $h_p = 1,2$ e $6,0m$ , respectivamente) localizado em dois pontos da pesquisa de ruído na Avenida Almirante Barroso.
Medidas Mitigatórias de Ruído	Foram consideradas as seguintes medidas mitigatórias: 1. Baixo ruído de pavimento 2. Barreira de ruído Nota: O estudo de barreira de ruído é realizado no caso do pico da manhã para simplificação.

ASJ Equipe de Estudo de Ruído na Margem da Via [ASJ, 1998]

### 17.5.3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### (1) Período da manhã

A Tabela 17.5–2 e a Tabela 17.5–3 apresentam os resultados de simulação do nível de pressão de ruído no Bosque Rodrigues Alves e São Braz, respectivamente. Ambas as tabelas listam resultados de previsão para (i) Cenário “Sem” projeto, (ii) Cenário sem nenhuma medida mitigatória e (iii) Cenário com instalação de baixo ruído de pavimento.

Os Valores  $L_{eq}$  no Bosque Rodrigues Alves e São Braz no ano de 2002 no cenário “Sem” projeto são computados 83,84 e 83,63dBA, respectivamente, e a ordem de magnitude destes

valores são muito próximas dos atuais valores de  $L_{DN}$  em ambos os pontos, obtidos dos resultados dos relatórios (Item 6.5 do Capítulo 6). Portanto, pode ser afirmado que este método de previsão de ruído é válido neste Estudo.

Em todos os casos “Sem” projeto, foi descoberto que ambos os níveis de previsão no Bosque Rodrigues Alves e São Braz excedem o padrão brasileiro de ruído diurno. Quando o projeto proposto foi implementado sem nenhuma medida mitigatória, as previsões de nível de pressão de ruído em ambas posições receptoras tenderão a decrescer cerca de 2dBA. Isto é causado principalmente pelo redesenho das faixas para veículos, aumentando levemente a distância física entre a *centerline* da faixa externa e a posição do receptor. Quando o pavimento de baixo ruído for implementado no cenário “Com” projeto, os níveis de pressão de ruídos previstos em ambos os locais de recepção diminuirão, no futuro, de cerca de 1,5dBA. Portanto, pode ser afirmado que o pavimento de baixo ruído pode alcançar moderada redução de impacto de ruído. Foi observado que a atividade periódica de manutenção será solicitada para esse tipo de pavimento visando manter a alta performance da estrutura do mesmo.

A Tabela 17.5-4 e a Tabela 17.5-5 apresentam os resultados de simulação do nível de pressão de ruído previsto no Bosque Rodrigues Alves para cenário “Com” projeto com a instalação da barreira de ruído. A diferença entre ambas tabelas e a altura da fonte de emissão de ruído. Hnes (Hnes valores usados na Tabela 17.5-3 e Tabela 17.5-4 são de 1,0m e 0,3m, respectivamente). Similarmente, a Tabela 17.5-6 e a Tabela 17.5-7 resumem o nível previsto de pressão de ruído em São Braz para o cenário “Com” projeto com instalação de barreira de ruído. Quando a barreira de ruído for instalada, níveis de pressão de ruídos previstos a  $h_p = 1,2m$  são reduzidos consideravelmente enquanto que os níveis de pressão de ruído a  $h_p = 6,0m$  são aumentados e excedem o atual padrão brasileiro (55 e 60dBA para áreas residenciais, comerciais e mistas, respectivamente). Estas mudanças são causadas principalmente pelo efeito do reflexo da transmissão de ruído. A distância física entre a fonte de emissão do ruído e o receptor com  $h_p = 1,2m$  é aumentada pela instalação da barreira. Entretanto, a energia do som refletida é mudada em algumas direções pela instalação de barreiras de ruído, e conseqüentemente os níveis de pressão de som, em alguns lugares mais altos, como o ponto em  $h_p = 6,0m$ , estão crescendo consideravelmente. Logo, pode ser afirmado que a instalação de barreira de ruído provocaria significativa redução de ruído na margem da via para pedestres, mas não para prédios altos. Podem ser necessárias medidas mitigatórias adicionais tais como isolamento da fachada do prédio. A Figura 17.5-1 à Figura 17.5-6 visualizam os principais resultados da previsão resumidos na Tabela 17.5-2 à Tabela 17.5-7.

## **(2) Período Noturno**

A Tabela 17.5-8 e a Tabela 17.5-9 apresentam os resultados de simulação dos níveis previstos de pressão sonora no Bosque Rodrigues Alves e São Braz, respectivamente. Em todos os casos “Sem” projeto, foi descoberto que ambos os níveis de ruído previstos no Bosque Rodrigues Alves e em São Braz excederam o atual padrão brasileiro de ruído noturno (50 e 55dBA para áreas residenciais e comerciais, e áreas mistas). Quando o sistema proposto de faixa para ônibus for construído sem nenhuma medida mitigatória de ruído, os níveis previstos de ruído no Bosque Rodrigues Alves e São Braz tendem a ser diminuído a 2dBA. Quando o pavimento de baixo ruído for implementado no cenário “Com” projeto, os níveis previstos de pressão sonora em ambos locais receptores estarão decrescidos a 1,5dBA futuramente. A Figura 17.5-7 à Figura 17.5-10 visualizam os principais resultados previstos resumidos na Tabela 17.5-8 e na Tabela 17.5-9.

Tabela 17.5-2 Resultados de Simulação de Ruído (Diurno, Bosque Rodrigues Alves(1))

	2002	2007	2012	2020
“Sem” projeto	83,84	82,82	82,46	82,94
Sem nenhuma mitigação de ruído	**	81,21	80,81	80,45
Com Pavimento de Ruído Baixo	**	79,34	79,19	79,63

Tabela 17.5-3 Resultados de Simulação (Diurno, São Braz (1))

	2002	2007	2012	2020
“Sem” projeto	83,63	82,53	82,03	82,06
Sem nenhuma mitigação de ruído	**	80,96	80,51	80,26
Com Pavimento de Ruído Baixo	**	79,08	78,87	79,46

Tabela 17.5-4 Resultados de Simulação de Ruído (Diurno, Bosque Rodrigues Alves, Com Barreira de Ruído (2))

Com barreira de ruído (Hnes = 1.0 m)				
Altura da barreira de ruído	Altura prevista do ponto, hp	2007	2012	2020
2,0 m	1,2 m	69,4	69	69,02
	6,0 m	87,87	87,56	87,46
2,5 m	1,2 m	66,86	66,45	66,53
	6,0 m	85,75	85,47	85,47
3,0 m	1,2 m	64,77	64,35	64,44
	6,0 m	83,38	83,13	83,25

Nota: Hnes = hight of noise emission source (altura da fonte de emissão de ruído).

Tabela 17.5-5 Resultados da Simulação de Ruído (Diurno, Bosque Rodrigues Alves, Com Barreira de Ruído (3))

Com Barreira de Ruído (Hnes = 0.3 m)				
Altura da barreira de ruído	Altura prevista do ponto, hp	2007	2012	2020
2,0 m	1,2 m	67,98	67,59	67,7
	6,0 m	86,53	86,26	86,31
2,5 m	1,2 m	65,71	65,3	65,43
	6,0 m	84,39	84,14	84,29
3,0 m	1,2 m	63,81	63,38	63,5
	6,0 m	81,98	81,75	82

Nota: Hnes = hight of noise emission source (altura da fonte de emissão de ruído).

Tabela 17.5-6 Resultados de Simulação de Ruído (Diurno, São Braz, Com Barreira de Ruído (2))

Com Barreira de ruído (Hnes = 1.0 m)				
Altura da barreira de ruído	Altura prevista do ponto, hp	2007	2012	2020
2,0 m	1,2 m	69,05	68,61	68,79
	6,0 m	87,64	87,29	87,36
2,5 m	1,2 m	66,48	66,03	66,29
	6,0 m	85,51	85,18	85,38
3,0 m	1,2 m	64,38	63,91	64,19
	6,0 m	83,13	82,83	83,16

Nota: Hnes = hight of noise emission source (altura da fonte de emissão de ruído).

Tabela 17.5-7 Resultados de Simulação de Ruído (Diurno, São Braz, Com Barreira de Ruído (3))

Com Barreira de Ruído (Hnes = 0.3 m)				
Altura da barreira de ruído	Altura prevista do Ponto, hp	2007	2012	2020
2,0 m	1,2 m	67,61	67,18	67,49
	6,0 m	86,29	85,97	86,22
2,5 m	1,2 m	65,33	64,88	65,2
	6,0 m	84,14	83,84	84,21
3,0 m	1,2 m	63,41	62,95	63,27
	6,0 m	81,71	81,45	81,93

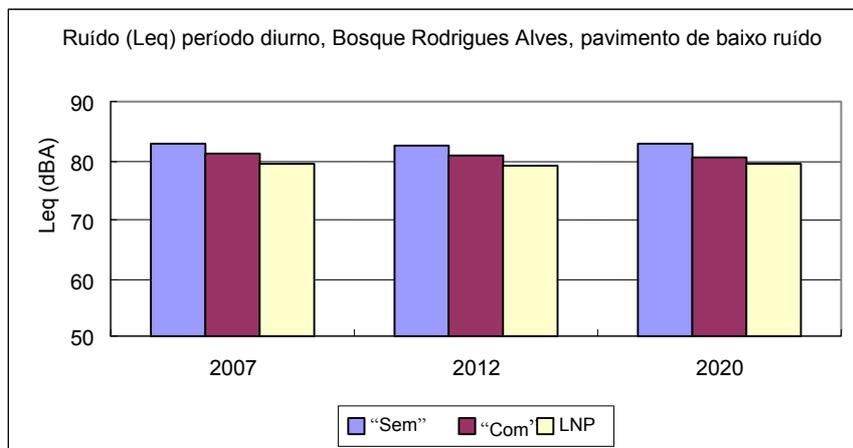
Nota: Hnes = hight of noise emission source (altura da fonte de emissão de ruído).

Tabela 17.5-8 Resultados de Simulações de Ruído (Noturno, Bosque Rodrigues Alves)

	2002		2007		2012		2020	
	40	50	40	50	40	50	40	50
Velocidade(km/hr)	40	50	40	50	40	50	40	50
“Sem” projeto	84,06	84,99	82,69	83,58	81,8	82,62	81,09	81,72
Sem nenhuma mitigação de ruído	**	**	80,83	81,64	80,28	81,05	79,22	79,74
Com pavimento de ruído baixo	**	**	78,74	79,24	78,40	78,87	78,14	78,37

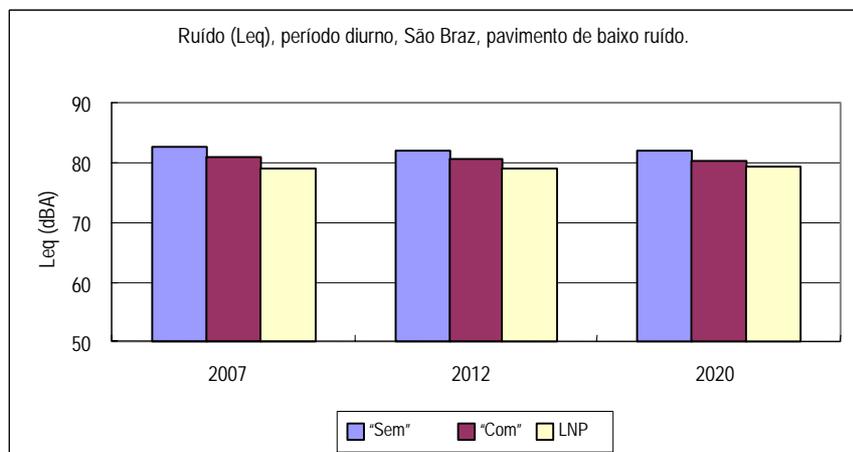
Tabela 17.5-9 Resultados de Simulações de Ruído (Noturno, São Braz)

	2002		2007		2012		2020	
	40	50	40	50	40	50	40	50
Velocidade(km/hr)	40	50	40	50	40	50	40	50
“Sem” projeto	84	84,94	82,62	83,53	81,67	82,52	80,64	81,34
Sem mitigação de ruído	**	**	80,73	81,54	80,15	80,94	78,87	79,42
Com pavimento de ruído baixo	**	**	78,64	79,15	78,28	78,76	77,78	78,05



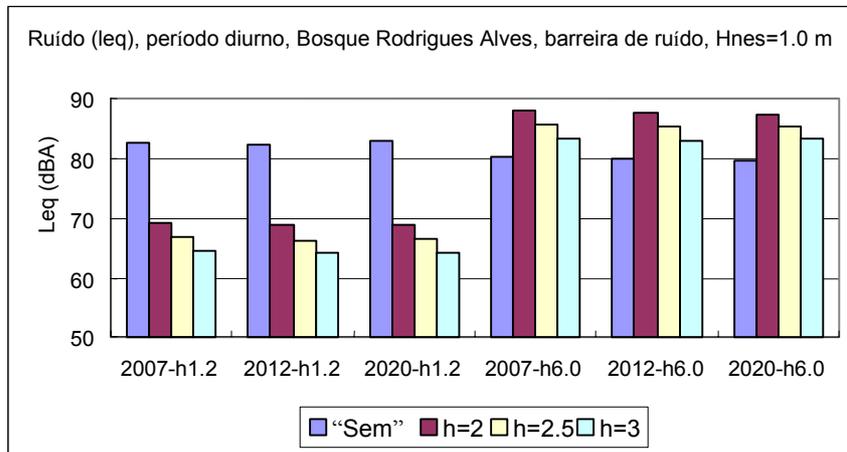
Nota: "LNP": caso de Pavimento de Baixo Ruído.

Figura 17.5-1 Valor do Leq previsto (Bosque Rodrigues Alves, Diurno, Pavimento de Baixo Ruído)



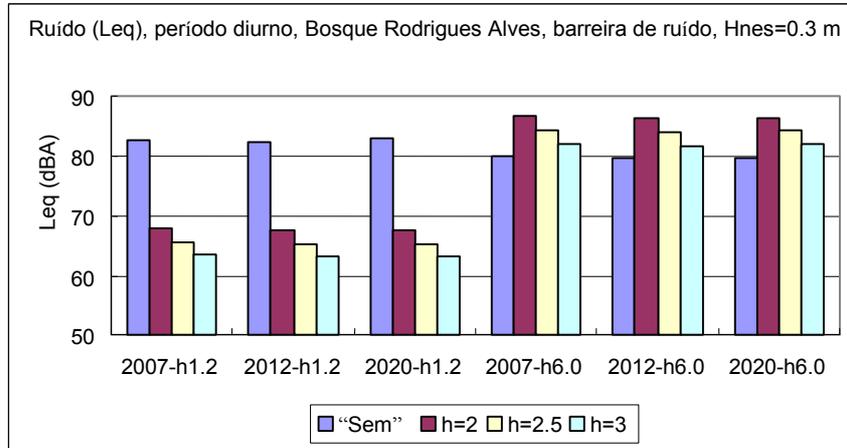
Nota: "LNP": caso de Pavimento de Baixo Ruído.

Figura 17.5-2 Valor do Leq previsto (São Braz, Diurno, Pavimento de Baixo Ruído)



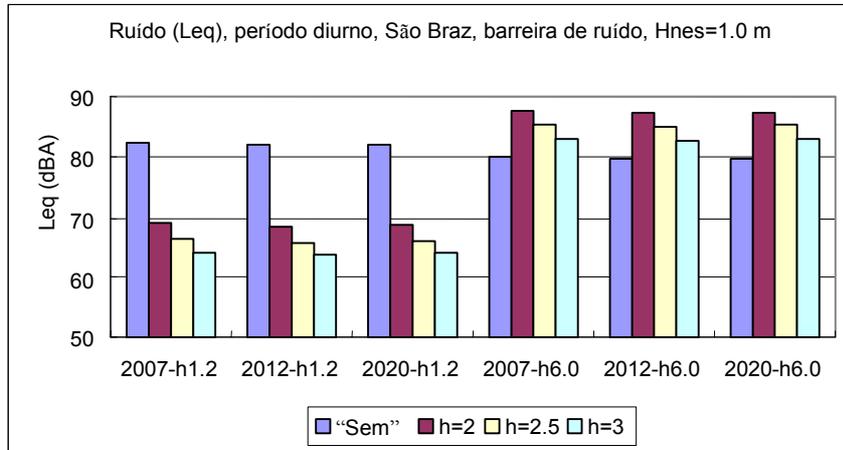
Nota: “2007-h1.2”: valor do Leq a uma altura h=1,2m do receptor em 2007

Figura 17.5-3 Valor do Leq previsto (Bosque Rodrigues Alves, Diurno, Barreira de ruído, Hnes=1,0m)



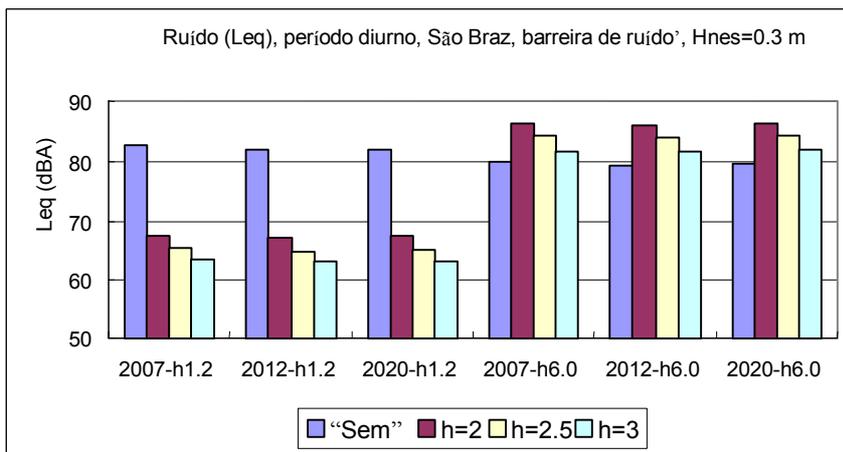
Nota: “2007-h1.2”: valor do Leq a uma altura h=1,2m do receptor em 2007

Figura 17.5-4 Valor do Leq previsto (Bosque Rodrigues Alves, Diurno, Barreira de ruído, Hnes=0,3m).



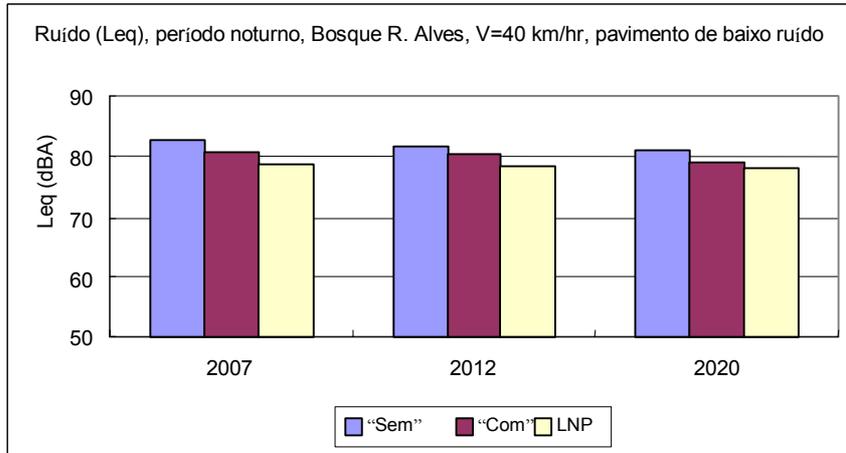
Nota: “2007-h1.2”: valor do Leq a uma altura h=1,2m do receptor em 2007

Figura 17.5-5 Valor do Leq previsto (São Braz, Diurno, Barreira de ruído, Hnes=1,0m)



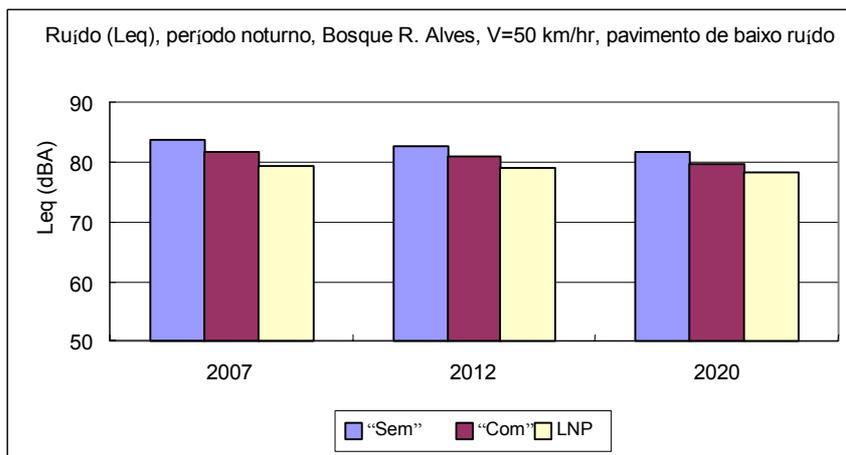
Nota: “2007-h1.2”: valor do Leq a uma altura h=1,2m do receptor em 2007

Figura 17.5-6 Valor do Leq previsto (São Braz, Diurno, Barreira de ruído, Hnes=0,3m)



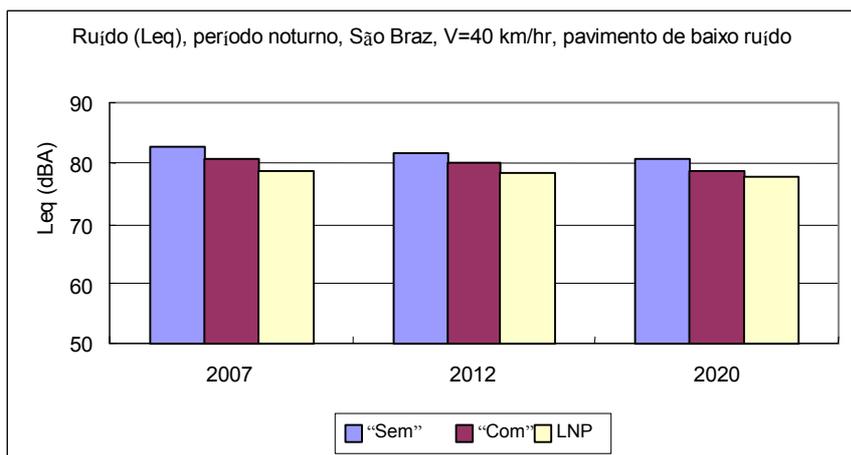
Nota: "LNP": caso de Pavimento de Baixo Ruído.

Figura 17.5-7 Valor do Leq previsto (Bosque Rodrigues Alves, Noturno, V=40km/h, Pavimento de Baixo Ruído).



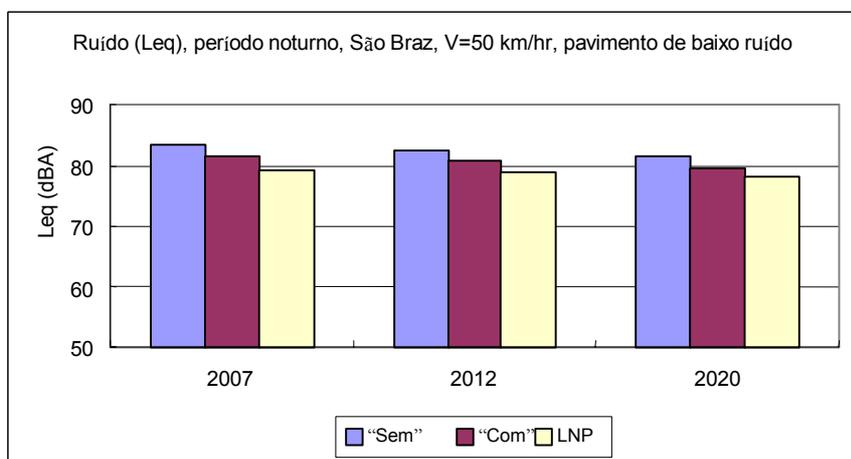
Nota: "LNP": caso de Pavimento de Baixo Ruído.

Figura 17.5-8 Valor do Leq previsto (Bosque Rodrigues Alves, Noturno, V=50km/h, Pavimento de Baixo Ruído).



Nota: "LNP": caso de Pavimento de Baixo Ruído.

Figura 17.5-9 Valor do Leq previsto (São Braz, Noturno, V=40km/h, Pavimento de Baixo Ruído)



Nota: "LNP": caso de Pavimento de Baixo Ruído.

Figura 17.5-10 Valor do Leq previsto (São Braz, Noturno, V=50km/h, Pavimento de Baixo Ruído)

## 17.6. PREVISÃO DE IMPACTO DE VIBRAÇÃO

### 17.6.1. OBJETIVOS

O propósito desta análise é avaliar o nível de vibração a ser gerado pelas futuras condições de tráfego e transporte ao longo das principais vias, como Avenida Almirante Barroso, e encontrar medidas mitigatórias de impacto adequadas ao projeto.

### 17.6.2. PARÂMETROS NUMÉRICOS

Basicamente, o estudo de previsão de impactos de vibração foi realizado para condições diurnas e noturnas de transporte. A Tabela 17.6-1 resume o perfil da previsão deste impacto de vibração. Foram consideradas duas medidas mitigatórias de ruído, tais como (i) melhoramentos no nivelamento da superfície da via, e (ii) melhoramentos no leito da via. O nivelamento da superfície da via e as condições do leito da via são expressas nos termos do desvio de padrão da superfície da via,  $\sigma$  (unidade: mm), e a frequência da vibração dominante,  $f$  (unidade: Hz). Neste Estudo, tanto os valores do nivelamento da superfície da via, quanto a frequência da vibração dominante das atuais condições da via são assumidas com sendo 8 mm e 20 Hz, respectivamente.

Devido a falta de velocidade de viagens de veículos particulares para os casos noturnos, dois parâmetros de velocidade de viagens de veículos particulares foram assumidos (40 e 50km/h) são adotados baseados nos resultados dos atuais relatórios do Estudo (EVPDTU2001), obtendo os valores de velocidades de viagens tanto de ônibus convencional quanto de caminhão.

Tabela 17.6-1 Condições Numéricas

	Descrições
Método de Previsão	Método de Previsão padronizado especificado pelo Ministério de Construção, do Governo do Japão
Ano Horizonte	Anos 2002, 2007, 2012 e 2020
Caso de Simulação	Realizar simulação para o pico da manhã (7h) e para o pico da tarde (18h). A simulação é realizada nos quatro casos a seguir, 1. Atualização de dados (Ano 2002) 2. Cenário “Sem” projeto nos Anos 2007, 2012 e 2020. 3. Cenário “com” projeto nos Anos 2007, 2012 e 2020 sem nenhuma medida mitigatória. 4. Cenário “com” projeto nos anos 2007, 2012 e 2020 com algumas medidas mitigatórias.
Pontos de Previsão	Limite entre propriedades públicas e privadas em dois pontos de pesquisa de vibração na Avenida Almirante Barroso.
Medidas Mitigatórias de Vibração	Considera-se a seguir duas medidas mitigatórias, 1. Melhora do nivelamento da superfície da via 2. Melhora no leito da via

### 17.6.3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### (1) Período Diurno

A Tabela 17.6-2 e a Tabela 17.6-3 resumem os valores  $L_{10}$  previstos no Bosque Rodrigues Alves e São Braz, respectivamente. Os valores  $L_{10}$  no Bosque Rodrigues Alves e São Braz no Ano 2002 no cenário “Sem” projeto são computados 55,35 e 54,66dB, respectivamente, e a ordem de magnitude desses valores é muito próxima da dos valores reais  $L_{10}$  em ambos os pontos obtidos dos resultados da pesquisa (item 6.6 de Capítulo 6). Portanto, pode ser afirmado que este método de previsão de vibração é válido neste estudo.

Em todos os casos “Sem” projeto, foi descoberto que os valores  $L_{10}$  previstos no Bosque Rodrigues Alves e São Braz variam cerca de 50dB, abaixo do atual padrão de vibração diurna do Japão (65dB). Quando o projeto proposto for implementado, os valores  $L_{10}$  previstos em ambos os pontos de previsão, tendem a diminuir em 3 a 4dB. Isto é causado principalmente pelos seguintes fatores: (1) o redesenho das faixas de rolamento, aumentando a distância física entre o centerline da faixa externa da pista e o ponto de medição, e (2) a melhoria da condição do pavimento da superfície da via. Quando o leito da estrutura da via for melhorado com o cenário “com” projeto, futuramente os níveis de vibração previstos nos pontos de medição serão diminuídos em 2dB. Portanto, pode ser afirmado que um montante significativo de redução de vibração pode ser esperado ao implementar o projeto proposto contanto que a manutenção estrutural apropriada seja realizada. Da Figura 17.6-1 à Figura 17.6-4 pode-se visualizar os principais resultados das previsões resumidos na Tabela 17.6-2 e Tabela 17.6-3.

## (2) Período Noturno

A Tabela 17.6-4 e a Tabela 17.6-5 resumem os valores  $L_{10}$  previstos no Bosque Rodrigues Alves e São Braz, respectivamente. Em todos os casos “Sem” projeto, foi descoberto que ambos os valores  $L_{10}$  previstos no Bosque Rodrigues Alves e São Braz variam entre 52 e 54dB, abaixo do atual padrão noturno de vibração do Japão (60dB). Quando a faixa para ônibus do sistema proposto estiver construída, o  $L_{10}$  previsto no Bosque Rodrigues Alves e em São Braz tendem a decrescer em 3 a 4dB. Quando o leito da estrutura da via for melhorado dentro no cenário “com” projetos, o  $L_{10}$  previsto nesses locais, deverão decrescer em 2dB. Da Figura 17.6-5 à Figura 17.6-12 pode-se visualizar os resultados das principais previsões resumidos na Tabela 17.6-4 e Tabela 17.6-5.

Tabela 17.6-2 Resultados de Simulação de Vibração (Período Diurno (Bosque Rodrigues Alves(1))

	2002	2007	2012	2020
“Sem” projeto	55,35	53,62	52,24	51,11
“Com” projeto( $\sigma=5$ , $f=20$ )	**	50,91	49,7	47,35
“Com” projeto( $\sigma=4$ , $f=20$ )	**	50,19	48,98	46,63
“Com” projeto( $\sigma=3$ , $f=20$ )	**	49,26	48,05	45,69
“Com” projeto( $\sigma=5$ , $f=25$ )	**	49,38	48,18	45,82
“Com” projeto( $\sigma=5$ , $f=30$ )	**	48,14	46,93	44,57

Tabela 17.6-3 Resultados de Simulação de Vibração (Período Diurno(São Braz(1))

	2002	2007	2012	2020
“Sem” projeto	54,66	53,05	51,64	50,16
“Com” projeto( $\sigma=5$ , $f=20$ )	**	50,54	49,26	47,21
“Com” projeto( $\sigma=4$ , $f=20$ )	**	49,81	48,54	46,49
“Com” projeto( $\sigma=3$ , $f=20$ )	**	48,88	47,6	45,55
“Com” projeto( $\sigma=5$ , $f=25$ )	**	49,01	47,73	45,68
“Com” projeto( $\sigma=5$ , $f=30$ )	**	47,76	46,48	44,43

Tabela 17.6-4 Resultados de Simulações de Vibração (Período Noturno (Bosque Rodrigues Alves (2))

	2002		2007		2012		2020	
	40	50	40	50	40	50	40	50
Velocidade (km/h)								
“Sem” projeto	53,49	54,62	51,75	52,87	50,41	51,54	49,42	50,55
“Com” projeto( $\sigma=5$ , $f=20$ )	**	**	48,97	49,94	47,72	48,69	45,46	46,4
“Com” projeto( $\sigma=4$ , $f=20$ )	**	**	48,25	49,22	46,99	47,96	45,46	45,67
“Com” projeto( $\sigma=3$ , $f=20$ )	**	**	47,31	48,28	46,06	47,03	43,8	44,74
“Com” projeto( $\sigma=5$ , $f=25$ )	**	**	47,44	48,41	46,19	47,16	43,93	44,87
“Com” projeto( $\sigma=5$ , $f=30$ )	**	**	46,2	47,16	44,94	45,91	42,68	43,62

Tabela 17.6-5 Resultados de Simulações de Vibração (Noturno (São Braz(2))

	2002		2007		2012		2020	
	40	50	40	50	40	50	40	50
Velocidade (km/h)								
“Sem” projeto	52,71	53,83	51,1	52,22	49,73	50,85	48,35	49,48
“Com” projeto( $\sigma=5$ , $f=20$ )	**	**	48,53	49,49	47,2	48,16	45,3	46,23
“Com” projeto( $\sigma=4$ , $f=20$ )	**	**	47,8	48,76	46,47	47,43	44,57	45,5
“Com” projeto( $\sigma=3$ , $f=20$ )	**	**	46,87	47,83	45,54	46,5	43,64	44,57
“Com” projeto( $\sigma=5$ , $f=25$ )	**	**	47	47,96	45,67	46,63	43,77	44,7
“Com” projeto( $\sigma=5$ , $f=30$ )	**	**	45,75	46,71	44,42	45,38	42,52	43,45

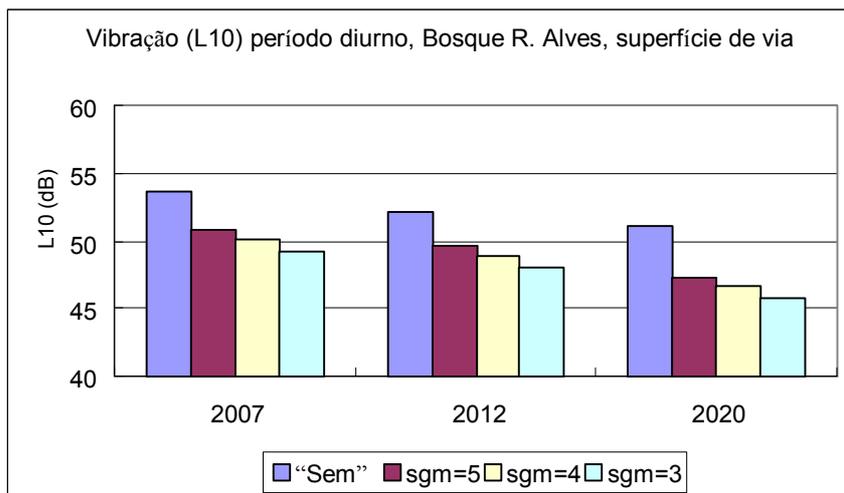


Figura 17.6-1 Valor L10 previsto (Período Diurno – Bosque Rodrigues Alves, nivelamento na superfície da via  $\sigma=3, 4, e 5$  mm)

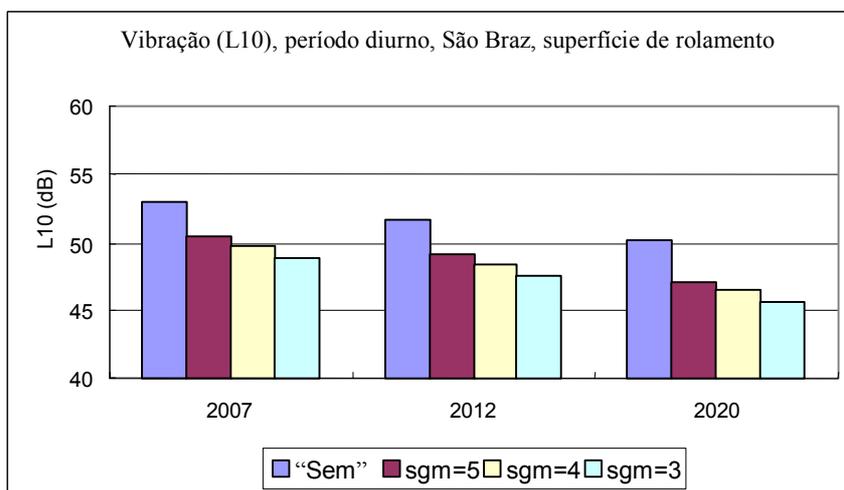


Figura 17.6-2 Valor L10 previsto (São Braz, Diurno, nivelamento da superfície da via  $\sigma=3, 4, e 5$  mm)

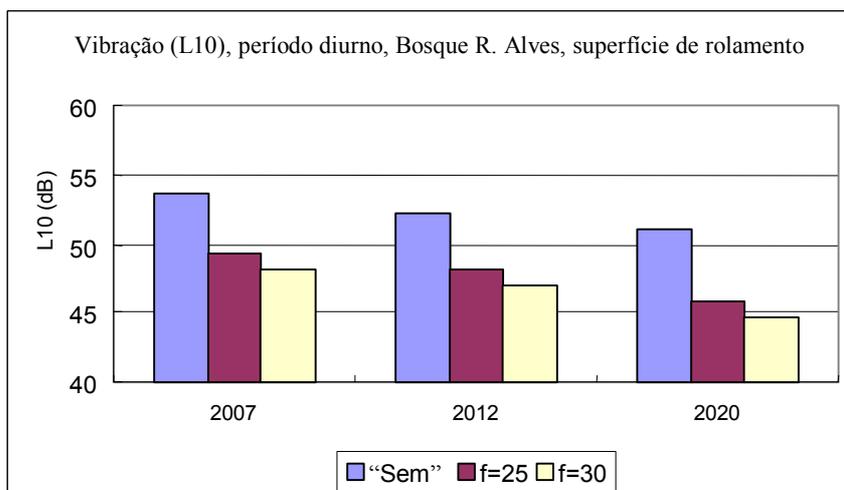


Figura 17.6-3 Valor L10 previsto (Bosque Rodrigues Alves, Diurno, frequência de vibração  $f = 25$  e  $30$  hz)

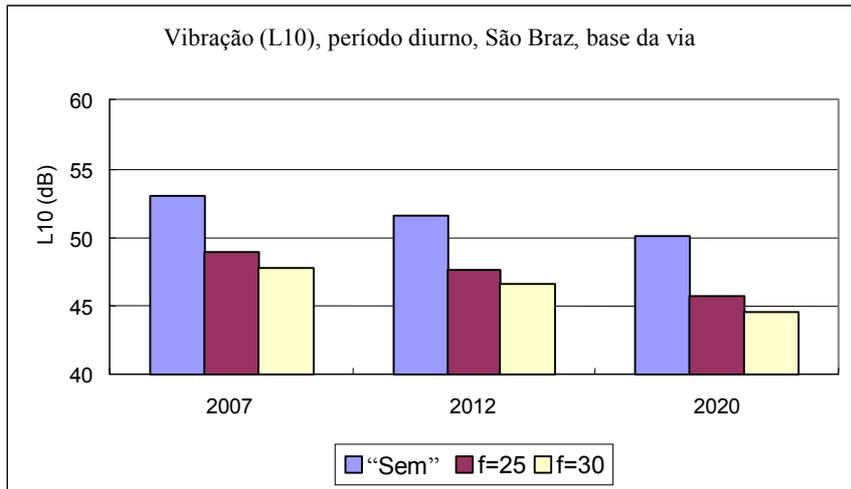


Figura 17.6-4 Valor L10 previsto (São Braz, Diurno, frequência de vibração  $f = 25$  e  $30$  hz)

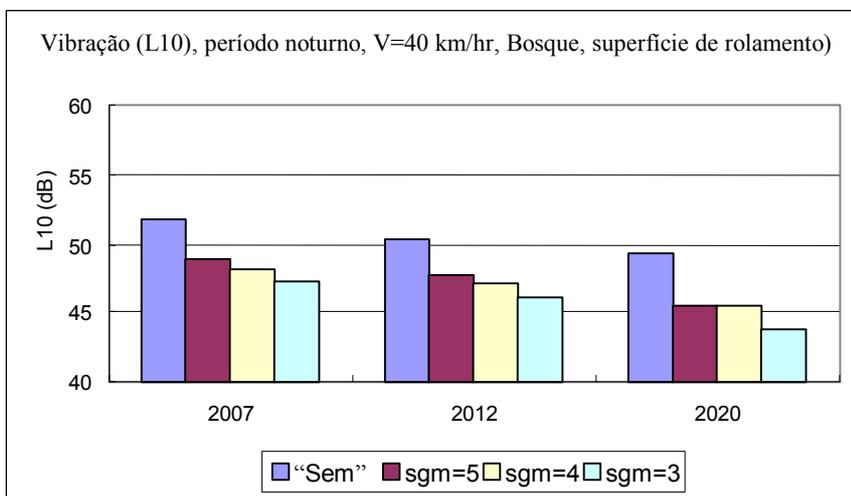


Figura 17.6-5 Valor L10 previsto (Bosque Rodrigues Alves Noturno, V=40 km/hr, nivelamento da superfície da via  $\sigma=3, 4, e 5$ )

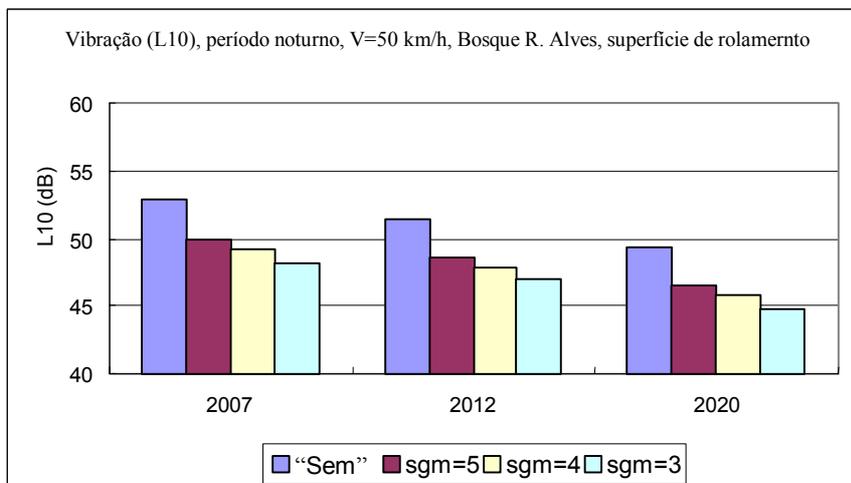


Figura 17.6-6 Valor L10 previsto (Bosque Rodrigues Alves Noturno, V= 50 km/hr, nivelamento da superfície da via=3, 4, e 5 mm)

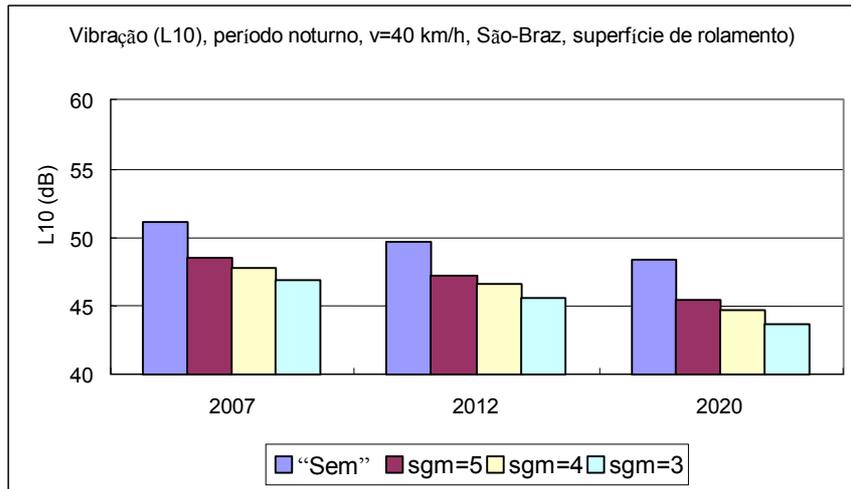


Figura 17.6-7 Valor L10 previsto (São Braz, Noturno, V=40 km/h, nivelamento da superfície da via  $\sigma=3, 4, e 5$  mm)

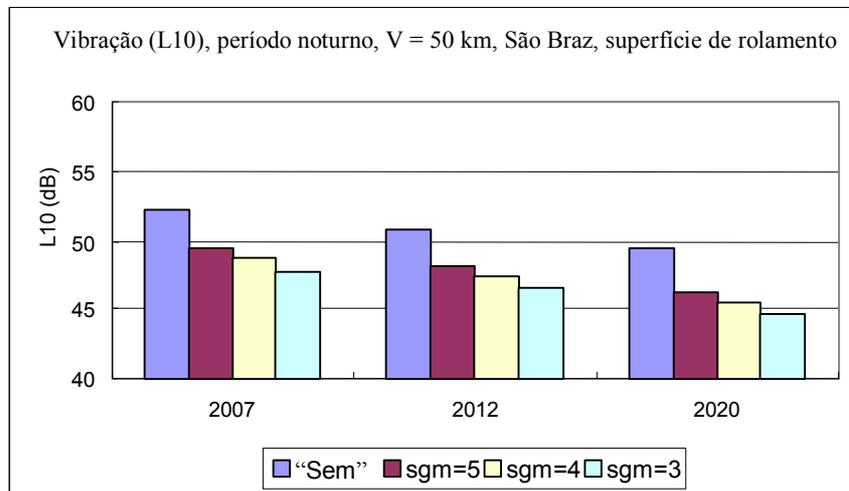


Figura 17.6-8 Valor L10 previsto (São Braz, Noturno, V= 50 km/hr, nivelamento da superfície da via  $\sigma=3, 4, e 5$  mm)

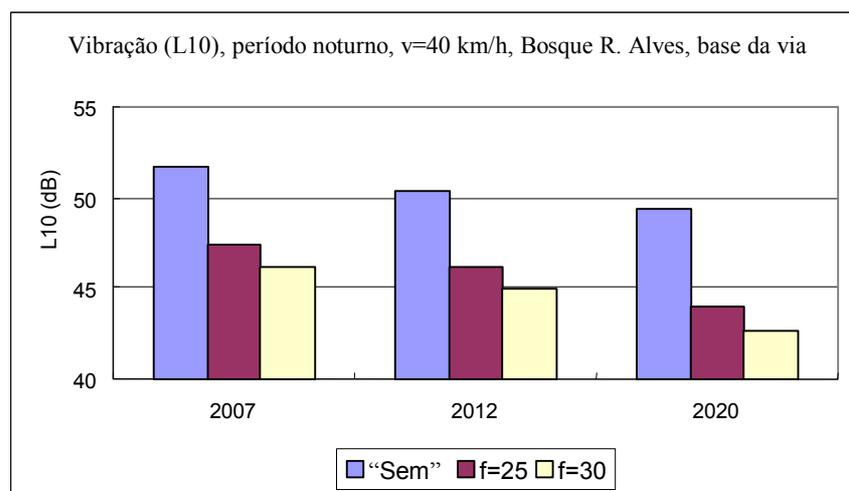


Figura 17.6-9 Valor L10 Previsto (Bosque Rodrigues Alves, Noturno, V= 40 km/hr, frequência de vibração f = 25 e 30 hz)

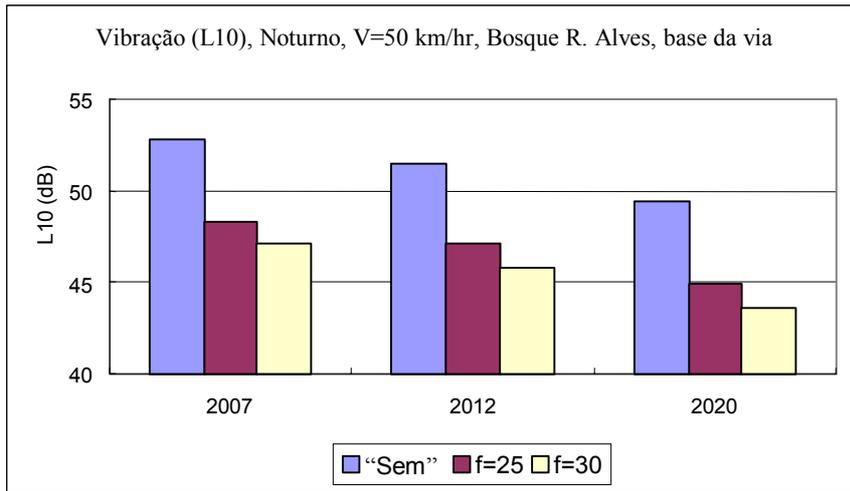


Figura 17.6-10 Valor L10 previsto (Bosque Rodrigues Alves, Noturno, V= 50 km/hr, frequência de vibração f = 25 e 30 hz)

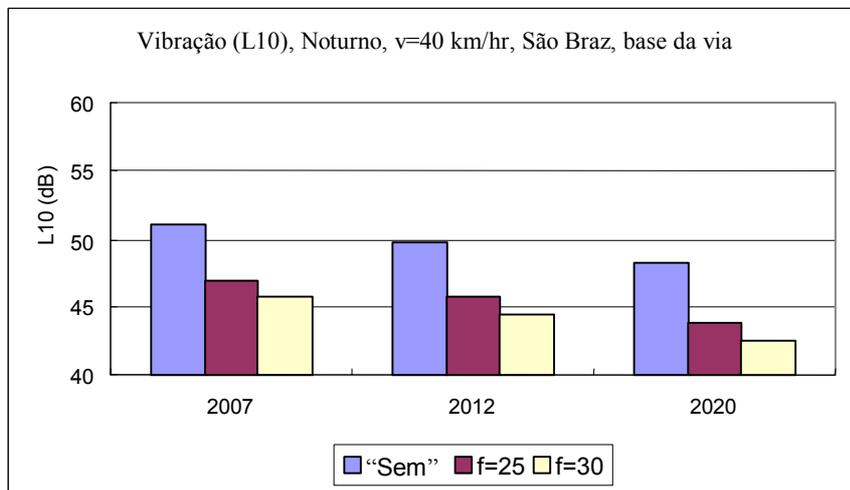


Figura 17.6-11 Valor L10 previsto (São Braz, Noturno, V= 40 km/hr, frequência de vibração f = 25 e 30 hz)

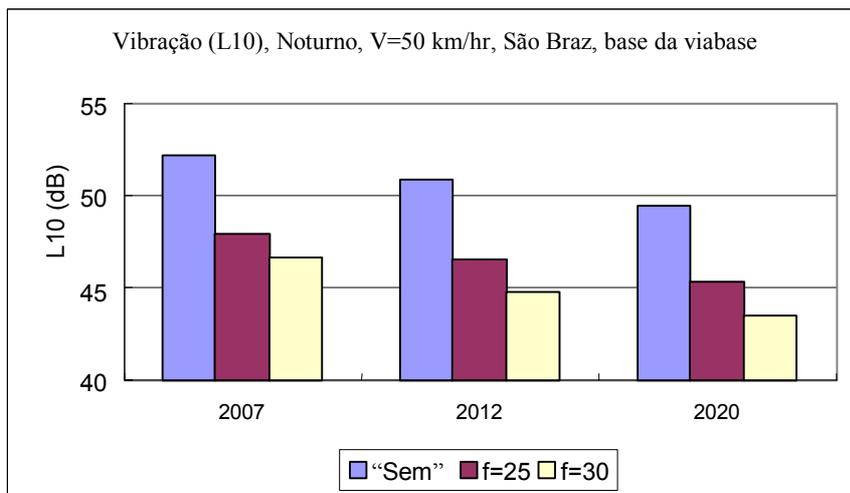


Figura 17.6-12 Valor L10 previsto (São Braz, Noturno, V= 50 km/hr, frequência de vibração f = 25 e 30 hz)

## **17.7. REASSENTAMENTO**

A desapropriação de terras e imóveis é um dos problemas mais críticos na implantação de novos projetos viários na RMB. Para tanto, a equipe de estudo priorizou a seguinte pauta:

- 1) Leis e regulamentações de desapropriação para obras públicas no Brasil;
- 2) Procedimento de desapropriação e reassentamento;
- 3) Casos de desapropriação e reassentamento para implantação de obras públicas em Belém;
- 4) Indenização para desapropriação e reassentamento; e
- 5) Número estimado de imóveis atingidos nos projetos propostos pelo estudo.

### **17.7.1. LEIS E REGULAMENTAÇÕES NA DESAPROPRIAÇÃO PARA OBRAS PÚBLICAS NO BRASIL**

#### **(1) Decreto Lei para a Desapropriação por Obras Públicas**

A Lei Federal n.º 3365, de 21 de junho de 1941, composta de 42 artigos, é a única lei que regulamenta as desapropriações para fins de construção de obras públicas no Brasil.

As desapropriações de todo e qualquer assentamento declarado de utilidade pública é realizada com base nessa lei. Os três níveis de governo (Federal, Estadual, Municipal e o do Distrito Federal) podem desapropriar todo e qualquer assentamento privado para implementar obras públicas.

Dezesseis casos de desapropriação são mencionados no artigo 5.º da Lei:

- 1) a segurança nacional;
- 2) a defesa do Estado;
- 3) o socorro público em caso de calamidade;
- 4) a salubridade pública;
- 5) a criação e melhoramento de centros de população, seu abastecimento regular de meios de subsistência; e
- 6) o aproveitamento industrial das minas e das jazidas minerais, das águas e da energia hidráulica;
- 7) a assistência pública, as obras de higiene e decoração, casas de saúde, clínicas, estações de clima, e fontes medicinais;
- 8) a exploração e a conservação dos serviços públicos;
- 9) a abertura, conservação e melhoramento de vias ou logradouros públicos; a execução de planos de urbanização; o loteamento de terrenos, edificados ou não, para sua melhor alteração econômica, higiênica ou estética; a construção ou ampliação de distritos industriais;
- 10) o funcionamento dos meios de transporte coletivo;
- 11) a preservação e conservação dos monumentos históricos e artísticos, isolados ou integrados em conjuntos urbanos ou rurais, bem como as medidas necessárias a manter-lhes e realçar-lhes os aspectos mais valiosos ou característicos e, ainda, a proteção de paisagens e locais particularmente dotados pela natureza;
- 12) a preservação e a conservação adequada de arquivos, documentos e outros bens móveis de valor histórico ou artístico;
- 13) a construção de edifícios públicos, monumentos comemorativos e cemitérios;

- 14) a criação de estádios, aeródromos ou campos de pouso para aeronaves;
- 15) a reedição ou divulgação de obra ou invento de natureza científica, artística ou literária; e
- 16) os demais casos previstos em leis especiais.

A toda e qualquer pessoa molestada pelo excesso ou abuso de autoridade é garantida a indenização por perdas e danos, sem prejuízo ao direito de pedir ação penal. Posteriormente, toda e qualquer quebra dos direitos contra a desapropriação de assentamento são sub-rogadas no preço (indenização) pago.

## **(2) Método de Cálculo do Valor dos Terrenos**

No Brasil existem muitos métodos para cálculo de valor de terreno em áreas urbanas. O valor da terra desapropriada é estimado com base nas características locacionais, físicas e sociais da terra. A COHAB/PA, que é uma das agências estaduais com larga experiência em desapropriações, utiliza um *software*, para estes fins, chamado: “Avaliações de Bens por Inferência Estatística - Avalien 2.4”, o qual tem o seguinte procedimento para cálculo do valor do terreno a ser desapropriado:

- 1) Identificação da terra a ser desapropriada;
- 2) Questionário físico-social da terra desapropriada (tamanho, localização, uso e condições de desenvolvimento da área circunvizinha);
- 3) Coleta de amostras de preços de terrenos com as mesmas características da área desapropriada, com base em anúncios de jornais;
- 4) Preço unitário (R\$/m<sup>2</sup>) de sete (7) exemplos coletados foram utilizados como valor estimado para a terra desapropriada, sendo a semelhança das condições físicas e sociais do terreno também consideradas;
- 5) Estimativa do preço padrão unitário da terra;
- 6) Cálculo dos preços unitário máximo e mínimo (R\$/m<sup>2</sup>), com base no preço padrão; e
- 7) Cálculo do preço máximo e mínimo do terreno a ser desapropriado.

### **17.7.2. PROCEDIMENTOS PARA DESAPROPRIAÇÕES E REASSENTAMENTOS**

Os procedimentos gerais para desapropriação e reassentamento em áreas declaradas de utilidade pública encontram-se descritos a seguir:

- 1) Declaração da área de utilidade pública;
- 2) Um grupo executivo investiga as condições físicas da propriedade (casa – tamanho, material, tempo da construção, etc.; terra – tamanho, uso da terra), e as condições sociais e econômicas dos proprietários ou das famílias que devem ser removidas para outro local devido à obra pública;
- 3) Após investigação, o grupo executivo avalia o valor de uma casa, uma terra e comércio para a indenização e reassentamento;
- 4) O grupo executivo informa o valor estimado para o proprietário e inicia o processo de negociação;
- 5) Se o proprietário concordar com as condições propostas pelo grupo executivo, este se muda para o local providenciado para remanejamento ou para outro local de sua preferência;

- 6) Se o proprietário não concordar com as condições propostas, o grupo executivo encaminha o processo para a mediação na justiça;
- 7) A justiça julga e mostra às partes interessadas (grupo executivo e ao proprietário) a sua avaliação;
- 8) Se ambas as partes concordarem com a nova proposta, o proprietário se muda para o local providenciado pelo grupo executivo ou para outro local;
- 9) Se as partes envolvidas não entrarem em acordo, a justiça arbitra o valor final;
- 10) O trabalho de construção é iniciado após a remoção dos moradores.

A Figura 17.7-1 mostra o fluxograma de procedimento de desapropriação e reassentamento. Baseado nos atuais relatórios do projeto, quatro principais programas de desapropriação, preparados pelo Governo do Estado do Pará estão revisados com o estudo do caso. Descrições de cada caso de desapropriação estão anexadas no Anexo – D.

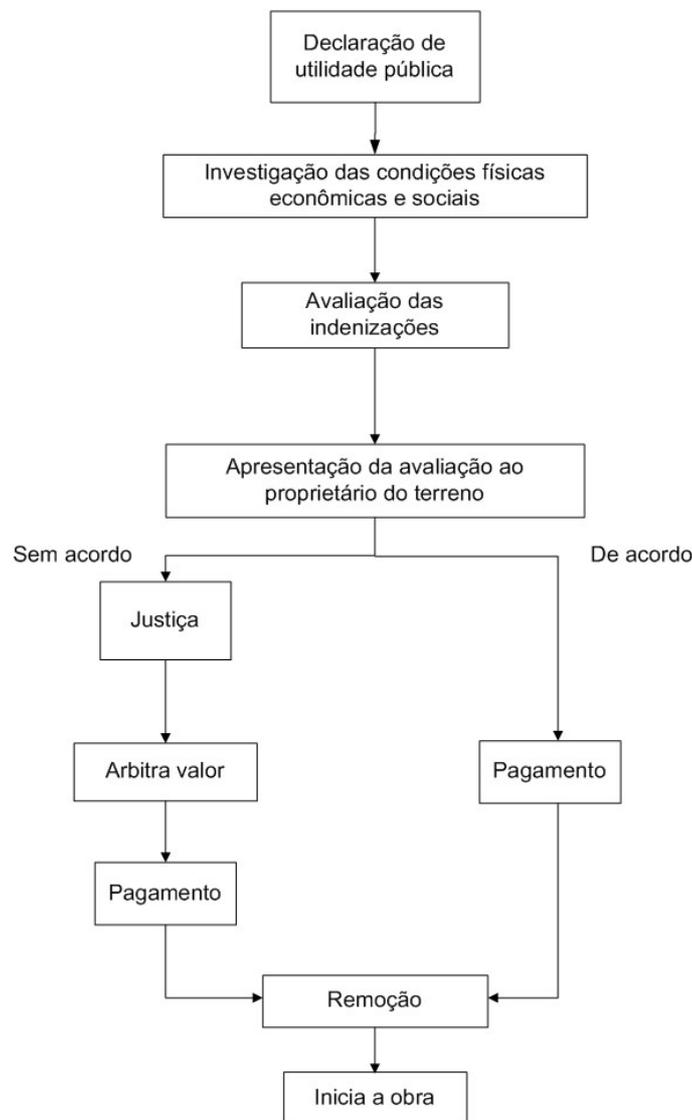


Figura 17.7-1 Fluxograma de procedimento de desapropriação e reassentamento

### 17.7.3. ESTIMATIVA DE DESAPROPRIAÇÃO

Quando questões de reassentamento ou realocação surgem no projeto de infraestrutura de grande porte, uma indenização completa deve ser providenciada antes de qualquer atividade de construção. Baseado no desenho básico do projeto proposto de sistema viário e de ônibus foi estimado o número de casas a serem desapropriadas. A seguir temos as principais diretrizes e/ou previsões usadas nesta estimativa.

- 1) A casa a ser desapropriada deve ser classificada dentro dessas quatro categorias: (i) Área total da terra,  $A$ , é menor do que  $25 \text{ m}^2$ , (ii)  $25 < A < 41 \text{ m}^2$ , (iii)  $A \geq 41 \text{ m}^2$  e (iv) construção especial (escola, hospital, fábrica e outras construções de grande porte).
- 2) Foi assumido que o proprietário da casa classificada nas categorias 1 e 2, descritas acima, ( $A < 41 \text{ m}^2$ ) escolherá o plano de reassentamento. Caso contrário, a indenização monetária será escolhida.
- 3) O Governo do Estado do Pará irá preparar locais de reassentamento em volta da área do projeto.
- 4) O proprietário que escolher plano de reassentamento será transferido para os locais de reassentamento mais próximo.
- 5) A desapropriação dos lotes e imóveis atingidos pela construção de quatro faixas da Avenida Independência, ora em andamento, foi excluído do projeto proposto.

Em geral, é melhor ter uma pesquisa social relacionada ao reassentamento, visando quantificar número de famílias que desejam se mudar e para qual local de reassentamento. Entretanto, devido ao fato de que esta questão de indenização seria muito sensível e controversa para as comunidades em volta da área, é muito difícil ter essa pesquisa social nesta fase. Portanto, com base nas experiências da COHAB/PA e outras agências governamentais, de desapropriações anteriores; a previsão mencionada acima no item 2 foi adotada por conveniência.

Com base nessas previsões foi obtido que aproximadamente 1.818 casas devem ser desapropriadas dentro neste Estudo (Tabela 17.7-1). Dentre estas, 601 famílias mudarão para locais de reassentamento.

Tabela 17.7-1 Quantidade de Casas a serem Desapropriadas

	$A \leq 25 \text{ m}^2$	$25 < A < 41 \text{ m}^2$	$A \geq 41 \text{ m}^2$	Prédio Especial	Sub total
1. Independência	154	290	705	15	1.164
2. Marinha	10	15	87	2	110
3. Yamada	26	35	154	12	227
4. Primeiro de Dezembro	17	45	166	7	235
5. Prolongamento da Avenida Mário Covas	2	7	61	12	82
Total	209	392	1.173	48	1.818

### 17.7.4. PLANO DE REASSENTAMENTO

É essencial preparar o programa de reassentamento visando anteceder o projeto embora seja difícil implementar quaisquer programas de ação relacionado com o projeto de infraestrutura nas atuais condições de Belém. Dentro deste Estudo, o Governo do Estado do Pará irá preparar nove locais de reassentamento em volta da área do projeto (Figura 17.7-2).

A Tabela 17.7-2 apresenta o perfil destes nove locais de reassentamento.

Tabela 17.7-2 Locais de Reassentamento preparados pelo Governo do Estado do Pará

Número da Área <sup>(1)</sup>	Nome	Área (m2)	Capacidade da área (casas)
4	Terreno da Marinha	80.581	302
7	Granja do Japonês Benguí	54.909	206
13	Campos de Futebol Tapanã	16.146	61
40	Sucata Icoaraci	6.285	24
15	Canteiro Independência	76.563	287
20	Fundos Granja Icuí	87.044	326
34	Guajará PAAR	54.861	206
25	Terreno Galpão Guanabara	15.059	56
31	Terreno Próximo a R Borges	22.003	83
<b>Total</b>		<b>413.451</b>	<b>1.551</b>

Nota: <sup>(1)</sup> é o número de identificação de terras públicas pertencentes à COHAB/PA.

O custo de construção de todos os locais de reassentamento está resumido no Capítulo 16. Novamente, é recomendável ter pesquisas de reassentamento mais intensas antes do início das atividades de construção deste projeto.

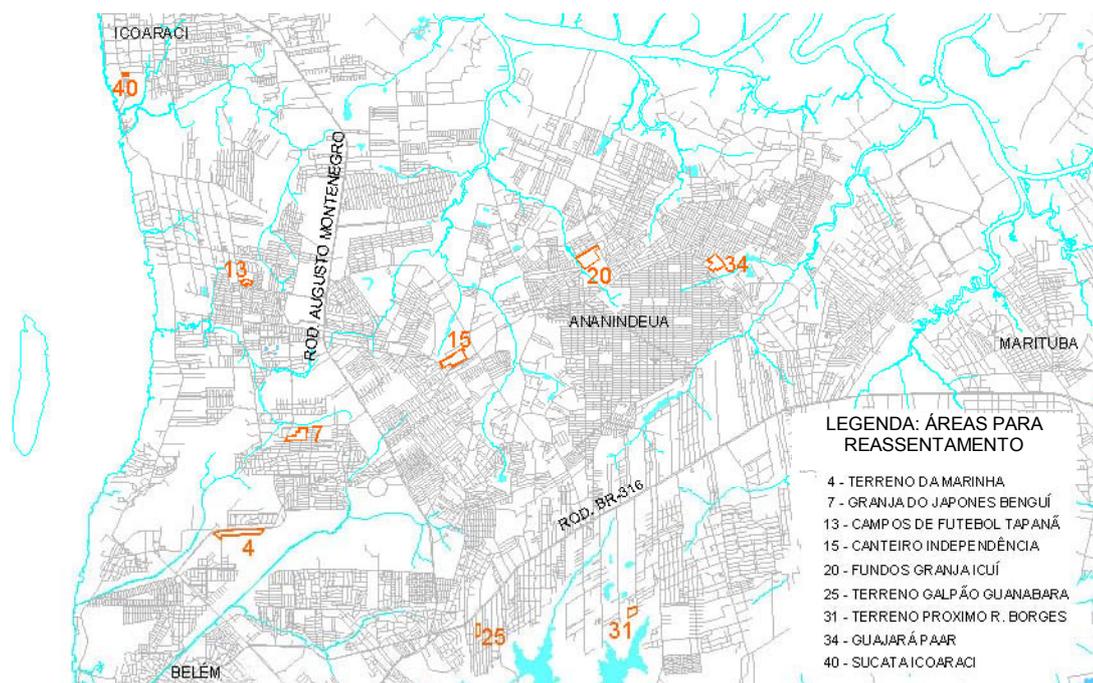


Figura 17.7-2 Localização das Áreas para Reassentamento

## **17.8. MONITORAMENTO AMBIENTAL**

### **17.8.1. INTRODUÇÃO**

Os principais objetivos do monitoramento ambiental são fornecer um retorno contínuo na implementação do projeto para identificar os sucessos e/ou problemas reais e potenciais na fase preliminar, e implementar ajustamentos adequados para todo o trabalho de gerenciamento do projeto. O monitoramento é uma prática contínua da implementação do projeto e deve ser parte integrante de um bom gerenciamento por parte do engenheiro durante a construção.

### **17.8.2. OBJETIVOS**

O objetivo do sistema de monitoramento é dar assistência ao gerenciamento do projeto através de:

- 1) Definição de exigências e procedimentos para o monitoramento ambiental (tipo de equipamento a ser usado, programa de monitoramento, parâmetros a serem monitorados, e outros);
- 2) Identificação de objetivos para a implementação do projeto;
- 3) Manutenção de registros ambientais para a avaliação do projeto;
- 4) Identificação dos problemas surgidos no projeto, e procedimentos para remediar problemas ambientais, nos casos de poluição ou incidentes similares; e
- 5) Fornecimento imediato de resultados disponíveis relacionados à análise ambiental para tomada de decisões.

### **17.8.3. ESCOPO DO PLANO DE MONITORAMENTO**

O escopo do plano de monitoramento é:

- 1) Identificar as tarefas de monitoramento a serem executadas pelo monitoramento ambiental durante a fase de construção;
- 2) Identificar a natureza e o programa de monitoramento; e
- 3) Identificar amostras a serem tomadas para análise e parâmetros a serem medidos.

### **17.8.4. METODOLOGIA**

A abordagem básica para preparar esse plano de monitoramento inclui:

- 1) Revisões do plano de mitigação discutido no capítulo anterior, e em particular, das exigências de monitoramento identificadas para a fase de construção do projeto;
- 2) Discussões com a equipe de engenharia encarregada do desenho e planejamento do projeto; e
- 3) Considerações das experiências de monitoramento ambiental.

A empresa coordenadora é notificada, e a coordenação do programa de monitoramento em andamento, tais como pesquisa mensal de qualidade de água na APA Belém pela COSANPA é vital no desenvolvimento do sistema de monitoramento pós-EIA. Os objetivos do monitoramento devem estar relacionados aos impactos antecipados da ação. Pode ser planejado um monitoramento compreensivo e/ou objetivo. Várias interações devem ser necessárias para obter um sistema de monitoramento praticável. A Figura 17.8-1 identifica vários elementos de trabalho associados ao desenvolvimento de um sistema de monitoramento.

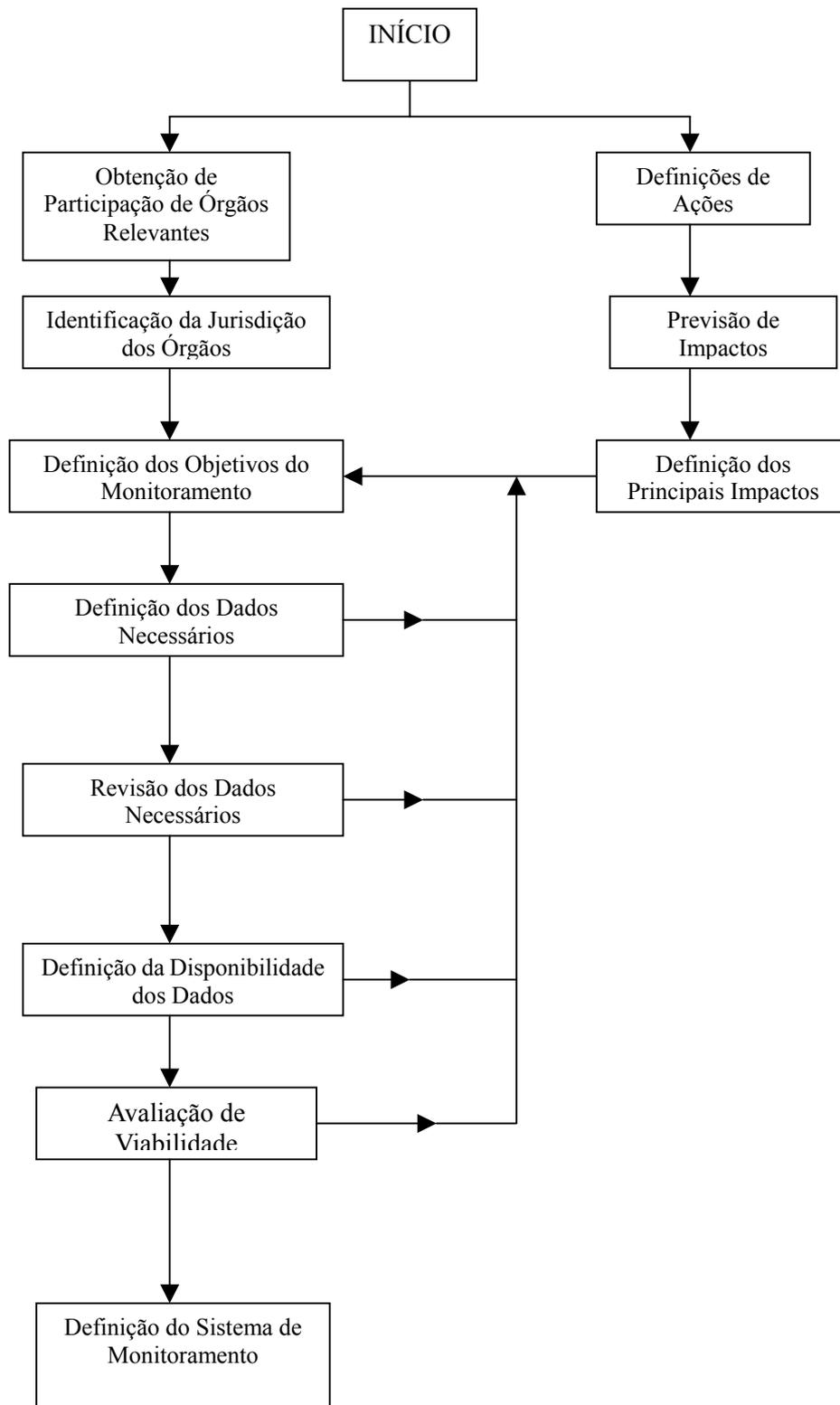


Figura 17.8-1 Fluxograma da Metodologia de Monitoramento, Fase I – Desenvolvimento de um Sistema de Monitoramento (Canter, 1996)

### 17.8.5. MONITORAMENTO AMBIENTAL

O objetivo do plano de monitoramento é desenvolver uma abordagem de custo efetivo para monitorar a performance ambiental do contratante. Certos parâmetros (qualidade do ar na margem da via, ruído e vibração, qualidade da água de superfície e subterrânea em volta da

área do projeto e outros) podem ser monitorados através de medições, e outras podem ser monitoradas somente através de observação (cortes de árvores, atropelamentos, morte anormal de espécies). Observações cuidadosas realizadas através deste trabalho de monitoramento, estabelecidas por um planejamento futuro, é a chave para um gerenciamento bem sucedido para prevenção de problemas (ou pelo menos para limitar seus efeitos).

Os dados-base a serem resumidos neste projeto ajudarão a definir as exigências para a restauração do local e fornecerá a base para a comparação dos efeitos durante a construção. Uma auditoria posterior do projeto deverá ser realizada para examinar o sucesso da restauração do local e avaliar precisão das medidas mitigatórias adotadas.

### 17.8.6. EXIGÊNCIAS DE MONITORAMENTO

As exigências de monitoramento para o Programa de Monitoramento foram identificadas no Plano de Mitigação. O engenheiro deve ser responsável pelo monitoramento das atividades do contratante, e o monitoramento ambiental e o assistente de monitoramento ambiental devem auxiliar o engenheiro no monitoramento que requer medições, baseado nas responsabilidades listadas no capítulo anterior.

As atividades de monitoramento podem ser divididas em dois grupos; (i) o que possa ser realizado através de medidas, e (ii) o que será realizado através de observações. A Figura 17.8-2 mostra a relação sugerida entre cliente, engenheiro a equipe do contratante.

A Figura 17.8-2 fornece descrições mais detalhadas das atividades a serem realizadas para cada uma das exigências de monitoramento. É fortemente recomendado que cláusulas correspondentes sejam desenvolvidas para a inclusão nos documentos de concorrência. As exigências de monitoramento para a qualidade do ar, ruído e vibração, nível de água do solo, e qualidade da água de superfície e subterrânea a serem seguidas é de responsabilidade do monitoramento ambiental.

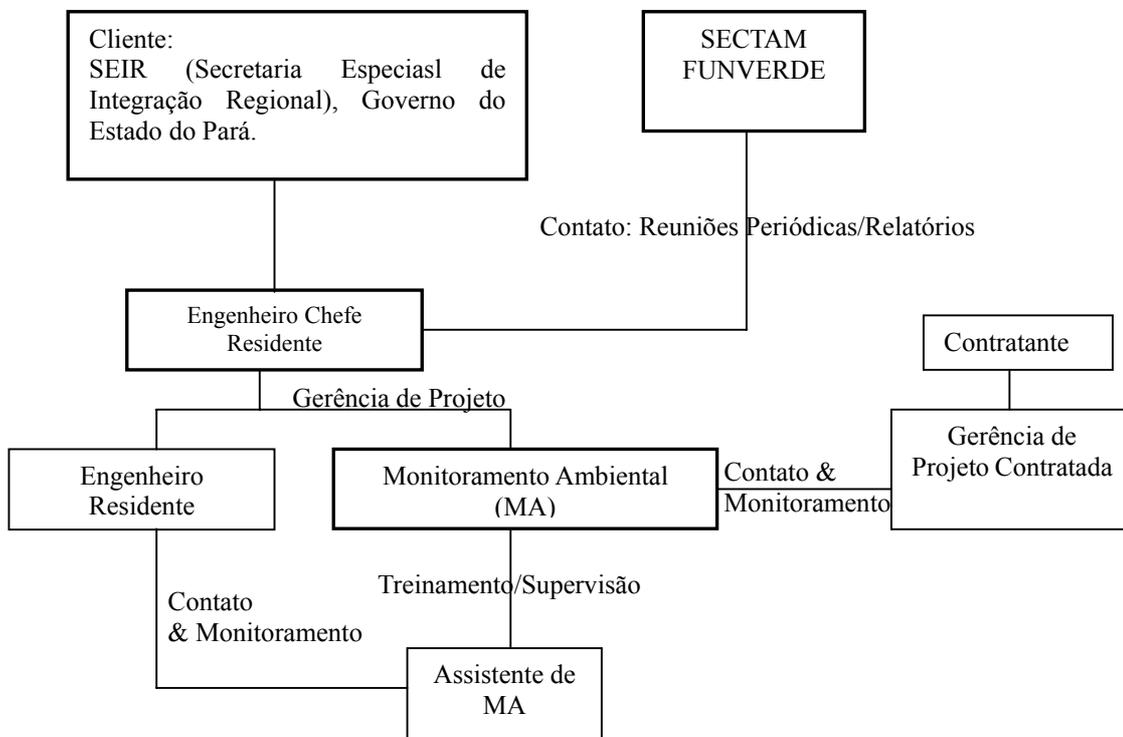


Figura 17.8-2 Relacionamento entre cliente, engenheiro e equipe de contratantes

Tabela 17.8-1 Atividade de Monitoramento e Indicadores

Questões de Monitoramento	Método de Monitoramento	Indicator Positivo
Solo	O engenheiro deve fazer uma inspeção diária dos trabalhos de terra, e assegurar que os declives estão nivelados. Uma vez que os trabalhos de terra estão completos, o engenheiro deve monitorar as medidas de restauração implementadas pela firma consultora, como o replantio ou uso de geotêxtil.	Ausência de indicadores de erosão em córregos, sarjeta ou outros.
Vegetação	O engenheiro assegura que deve ser evitado o excesso de clareira na vegetação. A firma consultora tem que solicitar a aprovação do engenheiro antes do desmatamento. O replantio ou realocação de árvores deve ser feito sob a coordenação da FUNVERDE/SECTAM e/ou IBAMA.	Diminuição de área de desmatamento. A realocação/ou replantio deve ser coordenado com a FUNVERDE/SECTAM e/ou IBAMA.
Pássaros/vida vegetal/espécies aquáticas	O engenheiro deve analisar o tempo, tipo e o tamanho da operação para evitar procriação ou estação de ninho e árvores, protegendo recursos hídricos, de alimentação e cobertura. Devem ser contados os números animais mortos na rodovia e a morte incomum de espécies aquáticas.	Não há vestígios de morte nas rodovias, morte incomum de qualquer espécie.
Sedimentação do rio	O engenheiro deve monitorar a sedimentação dos principais afluentes e geração de banco de areia no lado do córrego de novas vias para controle de segurança de enchentes.	Não há indícios de significativa sedimentação e nova geração de banco de areia. Assegurar o leito do rio para livre fluxo.
Sistema de Drenagem Regional	O engenheiro deve monitorar o desenvolvimento de nova inundação ou enchentes em torno do local do projeto.	Não há indícios de inundação permanente ou enchente. Não há reclamações acerca do cheiro proveniente de decomposição de plantas aquáticas.
Nível do lençol de água	O engenheiro deve monitorar periodicamente a distribuição do nível do lençol de água e aumentar a consolidação causada pela redução do nível do lençol de água,	Não há grande flutuação de nível do lençol de água. A vegetação regional não muda e/não aumenta a consolidação aquática.
Retirada de terra	O engenheiro deve assegurar que a firma consultora previna qualquer retirada de terra ou demolição. O Governo do Estado é responsável pela indenização do terreno onde for necessário. Novas casas serão construídas antes da demolição	Diminuição de retirada de terra e demolição. Preparação do programa de realocação e indenização.

Segurança da Via	O engenheiro deve monitorar a condição de chegada dos caminhões no local e conservar um registro de tráfego noturno.	Não há acidentes registrados relacionados ao projeto. Tráfego noturno mínimo.
Entulho	O engenheiro deve assegurar o local para jogar o material de entulho como solo e outros.	Inexistência de disposição legal.
Ruído e Vibração	A medida de ruído deverá ser realizada no entorno e dentro do local de trabalho perto de sensor receptor. A medida de vibração deve ser realizada dentro da área histórica e /ou área residencial.	Níveis de ruído próximo ao sensor receptor não pode ultrapassar o padrão ambiental brasileiro.
Poluição do Ar	Observações podem ser realizadas no nível de geração de poeira durante as atividades de construção. Deverá reduzir o nível de poeira caso atinja o nível inaceitável. Futuros detalhes no método a ser usado são providos nos itens seguintes.	Diminuição dos índices de particulados.
Recursos Hídricos	O engenheiro deve monitorar a ocorrência de poços secos causados pelo nível de água subterrânea durante o período de construção.	Não há degradação da qualidade de água significativa e/ou poços secos encontrados no período de construção.
APA Belem	O engenheiro deve monitorar a qualidade da água dos Lagos Bolonha e Água Preta, e afluentes que correm no APA Belém durante a atividade de construção. Deverão ser contados os números de morte na via e de morte incomum das espécies aquáticas.	Não há degradação da qualidade de água encontrada no período de construção
Paisagismo	O engenheiro deve realizar inspeção visual do trabalho de terra para assegurar que não está sendo feita escavação excessiva. A triagem temporária talvez seja apropriada em alguns casos.	Alteração do paisagismo reduzido ao mínimo. Melhoria na paisagem da cidade.
Questionamentos	O engenheiro deve inspecionar o registro de reclamações feito pelos residentes locais, que deverão ser arquivadas pela firma consultora, e deverá ser verificado se as mesmas foram atendidas rapidamente e se o número das reclamações não cresceram significativamente.	Número de reclamações decresce.

### (1) Ruído e Vibração

O propósito do monitoramento de ruído e vibração é limitar os transtornos aos residentes locais, às propriedades históricas e à mão de obra; o ruído deve ser medido freqüentemente durante a construção. Os veículos e as construções de prédios de grande porte são fontes de ruído em potencial. Uma abordagem para este caso deve ser tomada, dependendo do tipo de atividade em andamento e sua localização em relação aos sensores. Os níveis de ruído e de vibração existentes deverão ser medidos antes do início do projeto. Os parâmetros a serem monitorados para ruído e vibração são Leq (dBA) e L10 (dB). As medidas corretivas serão tomadas quando o valor Leq exceder os padrões ambientais brasileiros. No Brasil, ainda não existem padrões ambientais estabelecidos para vibrações (Capítulo 6), porém prejuízos à

propriedades causados por vibrações originadas pelo tráfego foram reportadas nos atuais relatórios do Estudo. Portanto, é aconselhável usar outros padrões de vibração baseados no ISO tais como o implementado no Japão para o monitoramento de vibração (Capítulo 6).

## **(2) Poeira**

O objetivo do monitoramento de poeira é controlar o transtorno dos residentes locais e da mão de obra no local. O lugar do monitoramento deve estar localizado em áreas onde haja sensores. Geralmente, a geração de poeira é a mais severa ao longo das vias sem pavimentação e em áreas onde material de descarte são manipulados (local de lixo industrial, estocagem e outros). Baseado nestes fatos, o local da estação de monitoramento deve ser determinado. O parâmetro a ser monitorado é PM-10 e/ou o peso da poeira acumulado dentro de um período específico de tempo (uma semana a um mês). O nível de poeira existente deverá ser medido antes do início do projeto, e medidas corretivas serão tomadas onde ocorrer mais de 50% de aumento de nível de poeira ou quando o valor PM-10 exceder o padrão ambiental brasileiro.

## **(3) Nível da Água do Solo**

O objetivo do monitoramento da água do solo é observar mudança no equilíbrio da água da região durante a implantação do projeto. Vários poços de monitoramento devem ser instalados visando estabelecer uma rede apropriada de monitoramento, e o monitoramento determinará se existe forte redução ou aumento do nível da água, que levará a consolidação regional aquífera ou mudança de vegetação.

## **(4) Qualidade da Água do Solo**

O monitoramento pode ser feito pelo sistema de monitoramento descrito anteriormente. Os parâmetros a serem monitorados incluem: condições organolépticas, tais como cor e odor; características físico-químicas, tais como turbidez, condutividade, volume de sulfato e alumínio; substâncias indesejáveis, tais como nitratos e hidrocarbonos; substâncias tóxicas, tais como cromo, chumbo e pesticida. Descargas poluentes vindas da superfície da via podem ser avaliadas tanto pelo volume de metal pesado, óleo ou material suspenso. Também, vazamentos de efluentes domésticos não tratados podem ser detectados pelo BOD, COD, Coliforme, gordura e outros parâmetros comuns.

## **(5) Qualidade da Água de Superfície**

É essencial realizar testes periódicos de qualidade de água durante a fase de construção do projeto para checar a qualidade da água bombeada de escavações e descargas de locais de construção, e monitorar os efeitos de qualquer poluição localizada devido atividades humanas e vazamentos. Particularmente, intenso programa de monitoramento da qualidade da água deve ser implementado em volta da área de mananciais da APA Belém. O monitoramento da qualidade da água do ambiente irá determinar se existem problemas na jusante, enquanto que o monitoramento dos afluentes ajudará a identificar a fonte do problema e a ação corretiva. Os parâmetros a serem monitorados devem refletir o tipo de contaminação a ser detectada. Por exemplo, contaminação causada por concreto pode ser detectada através do crescimento dos níveis de pH.

### **17.8.7. IMPLEMENTAÇÃO E OPERAÇÃO DE PROGRAMA DE MONITORAMENTO**

Em geral, implementar um sistema de monitoramento requer esforços consideráveis em obter acordo específico entre as empresas e obter fundos necessários. Este estágio envolve principalmente coleta de dados, análises, e avaliação. A avaliação dos impactos envolverá a pré-determinação dos critérios a serem usados para a interpretação. Esses critérios devem ser baseados em limites institucionais legais, julgamentos profissionais e/ou opinião pública. O desenvolvimento do plano apropriado de resposta para previsão de impactos pode consumir tempo e ser tecnicamente difícil, e pode requerer consideráveis esforços de coordenação. É importante que tais planos sejam desenvolvidos antes da implementação do sistema de

monitoramento. É também muito importante que relatórios periódicos de resumos sejam preparados visando documentar dados e resultados do programa de monitoramento do pós-EIA. A Figura 17.8-3 delinea a implementação e operação do sistema de monitoramento.

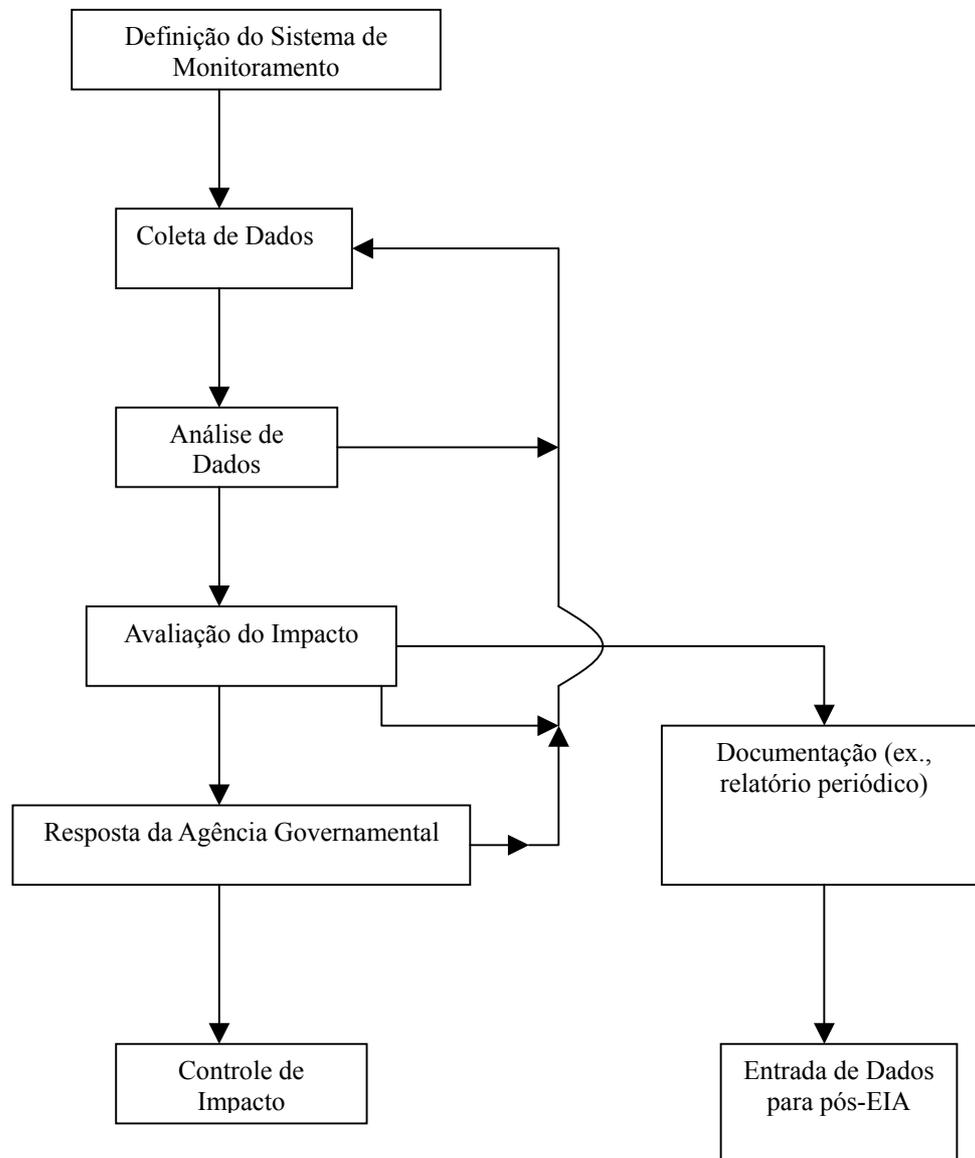


Figura 17.8-3 Implementação e Operação de Sistema de Monitoramento (Canter, 1996)

### 17.8.8. MÃO-DE-OBRA E ORÇAMENTO

É subentendido que um engenheiro realizará o programa de monitoramento ambiental como parte do contrato durante todo o trabalho de construção, que será em tempo integral, assim como o assistente e este relatará para o engenheiro. O custo do plano de implementação e monitoramento incluirá o salário de tempo integral do engenheiro e do assistente. Poderá ser necessário consultoria ambiental para o treinamento inicial do programa de monitoramento ambiental e posteriormente para atender as auditorias.

### 17.8.9. INDICAÇÃO DE CUSTOS DE GERENCIAMENTO AMBIENTAL

Os custos de proteção ambiental são de dois tipos: (i) subcomponentes de estruturas viárias e sistemas de ônibus (dreno, vegetação, passagem de animal, cerca e rede), e (ii) suporte técnico e gerenciamento. Geralmente o custo de medidas diretas de proteção, tais como obra

de construção de passagem de animais, está incluído na estimativa de custos de construção direta. O custo do último item está resumido como custos de gerenciamento ambiental, e é geralmente incluído dentro dos custos administrativos, descritos no Capítulo 16.

O suporte técnico ambiental para o projeto consiste dos cinco seguintes componentes: (1) empregar pessoal de meio ambiente, (2) consultoria local, (3) reuniões de treinamento e coordenação, (4) facilitação, e (5) equipamento de pesquisa.

A consultoria local consiste em desenvolver e implementar um sumário para o pessoal do contratante, e preparação/implementação de *workshops* para funcionários públicos locais. A coordenação de treinamento e de reuniões envolve *workshops*, e reuniões trimestrais para troca de informações e tomadas de decisões compatíveis por funcionários públicos e peritos de diferentes departamentos. Custos adicionais serão solicitados para facilitar diversas atividades, atividades de projeto de divergência, incluindo monitoramento ambiental.

Do ponto de vista econômico, é altamente recomendável executar monitoramento local periódico, tais como, pesquisa de qualidade de ar na margem da via, ruído/vibração e pesquisa da qualidade da água não por outra empresa contratada, mas pela própria EMs. Além do mais, estes instrumentos manufaturados recentemente são bastante portáteis e precisos, de modo que o retorno destes resultados de pesquisas para programa de monitoramento ambiental será rápido. O custo total deste equipamento é de R\$160.000,00 (custaria mais de R\$1.000.000,00<sup>1</sup>) se esse trabalho de monitoramento periódico fosse contratado por uma outra empresa de pesquisa).

---

<sup>1</sup> Este custo estimado foi baseado no custo atual necessário para a pesquisa ambiental na margem da via, realizada neste Estudo.