

3.3.2. RESULTADOS

A modelagem descrita no item anterior gerou a distribuição de viagens expressa graficamente através das “linhas de desejo” para os modos auto/ todos os motivos e transporte coletivo/ todos os motivos, no pico da manhã, nos anos 2000, 2010 e 2020 (FIGURAS 3.3-4 e 3.3-5).

Tais figuras evidenciam a grande concentração dos fluxos de auto e de transporte coletivo para as zonas da Primeira Léguas, tanto no momento presente, como nos anos 2010 e 2020. No entanto, percebe-se também uma discreta intensificação de trocas de viagens entre as zonas periféricas nos anos 2010 e 2020, com destaque para a macrozona 12 (Cidade Nova). Estes dados reforçam a necessidade da ampliação das ligações entre a área de expansão e a Primeira Léguas, assim como, da consolidação de anéis periféricos à estas áreas.

Com vistas a testar a capacidade da rede atual em relação à demanda de tráfego futura (2020) foi realizada a simulação de alocação do tráfego, e nestas condições calculado o V/C (nº de veículos / capacidade) para cada link da rede (FIGURA 3.3-6).

Nesta figura são apresentados três padrões de capacidade, conforme é descrito na legenda. Observando que os corredores Almirante Barroso a partir da Dr. Freitas e BR-316 até a entrada do conjunto Júlia Seffer, apresentam níveis de saturação 50% superior a capacidade de seus links; nestas condições a velocidade média fica em torno de 5km/h. Com nível de saturação de até 50% da capacidade da via, aparecem o restante da Avenida Almirante Barroso, a BR-316 até a Ananindeua e a Augusto Montenegro em toda sua extensão.

Os resultados de V/C demonstrados na alocação do tráfego 2020 sobre a rede atual, evidenciam a necessidade de ampliação desta rede, principalmente no que se refere às ligações entre a Primeira Léguas e a Área de Expansão.

A TABELA 3.3-1 e a FIGURA 3.3-7, a apresentadas a seguir ilustram os resultados das alocações do tráfego em geral, confrontando rede atual e as redes propostas para os horizontes de 2005, 2010, 2015 e 2020, com a demanda atual e as projeções feitas para os mesmos horizontes. Os resultados apresentados são referentes à hora de pico e expressam:

- a quilometragem rodada pela frota de automóveis, táxis e caminhões da RM (veículo x km);
- o tempo total gasto por estes veículos na hora de pico (veículo x hora);
- a velocidade média de operação do conjunto de veículos considerado (velocidade média, em km/h).

TABELA 3.3-1 - Alocações do Tráfego em Geral

REDE	MATRIZ 2000			MATRIZ 2005			MATRIZ 2010			MATRIZ 2015			MATRIZ 2020		
	Veículo x Km	Veic. x h	Veloc. Média	Veículo x Km	Veic. x h	Veloc. Média	Veículo x Km	Veic. x h	Veloc. Média	Veículo x Km	Veic. x h	Veloc. Média	Veículo x Km	Veic. x h	Veloc. Média
2000	191.592	4.319	45,52	306.066	6.656	45,98	420.080	9.398	44,57	502.620	12.294	41,69	587.927	16.197	38,85
2005	187.742	4.155	46,51	301.536	6.363	47,63									
2010	185.924	4.044	46,96				407.963	8.441	47,81						
2015	185.630	4.001	47,24							486.487	10.230	47,05			
2020	185.756	3.999	47,08										556.976	12.106	45,36

A alocação do transporte coletivo, nas mesmas situações, é sintetizada considerando as duas redes de coletivos analisadas (2005 e 2020) na TABELA 3.3-2, a seguir.

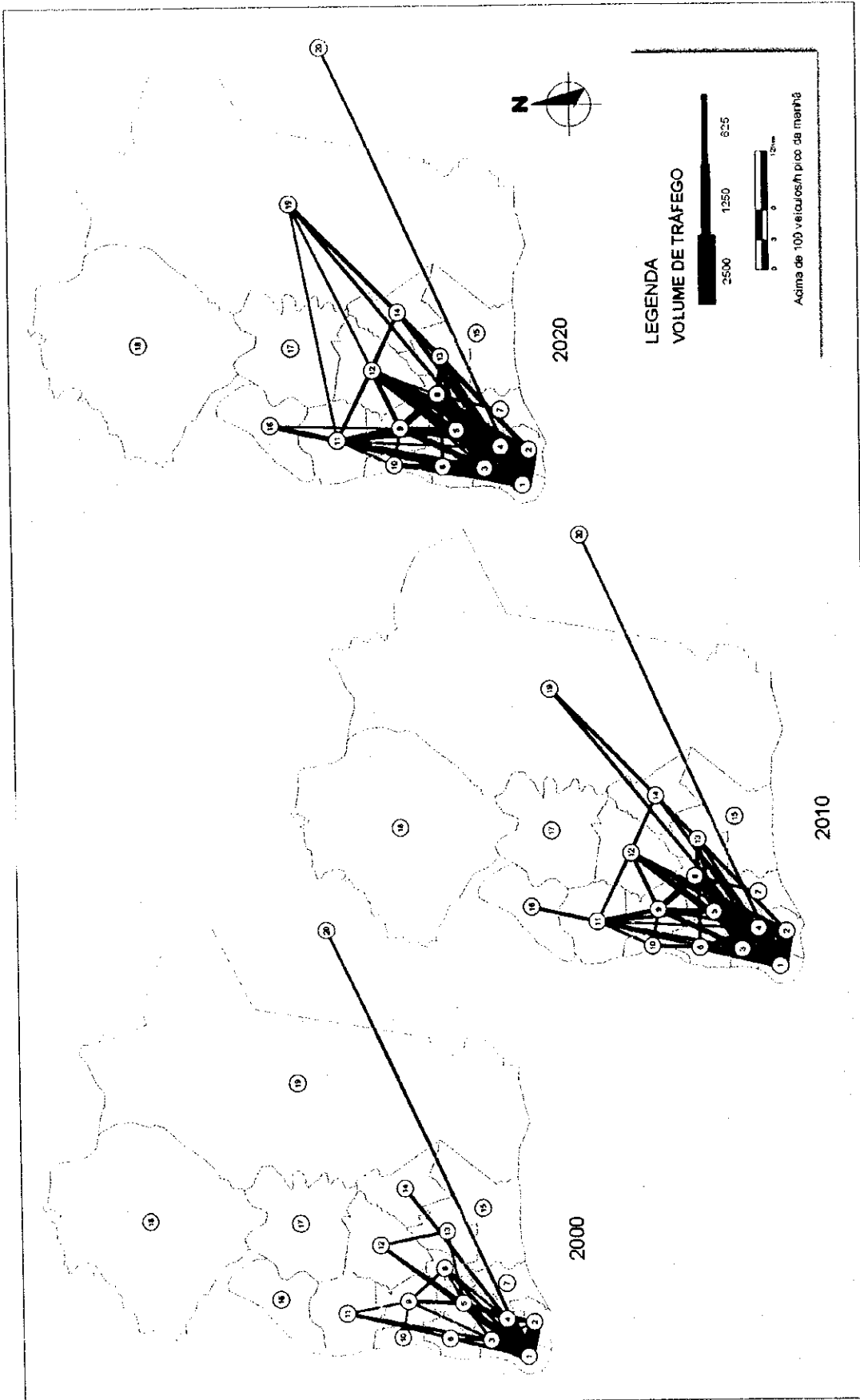


FIGURA 3.3-4 - Linhas de Desejo - Modo Auto / Todos os Motivos

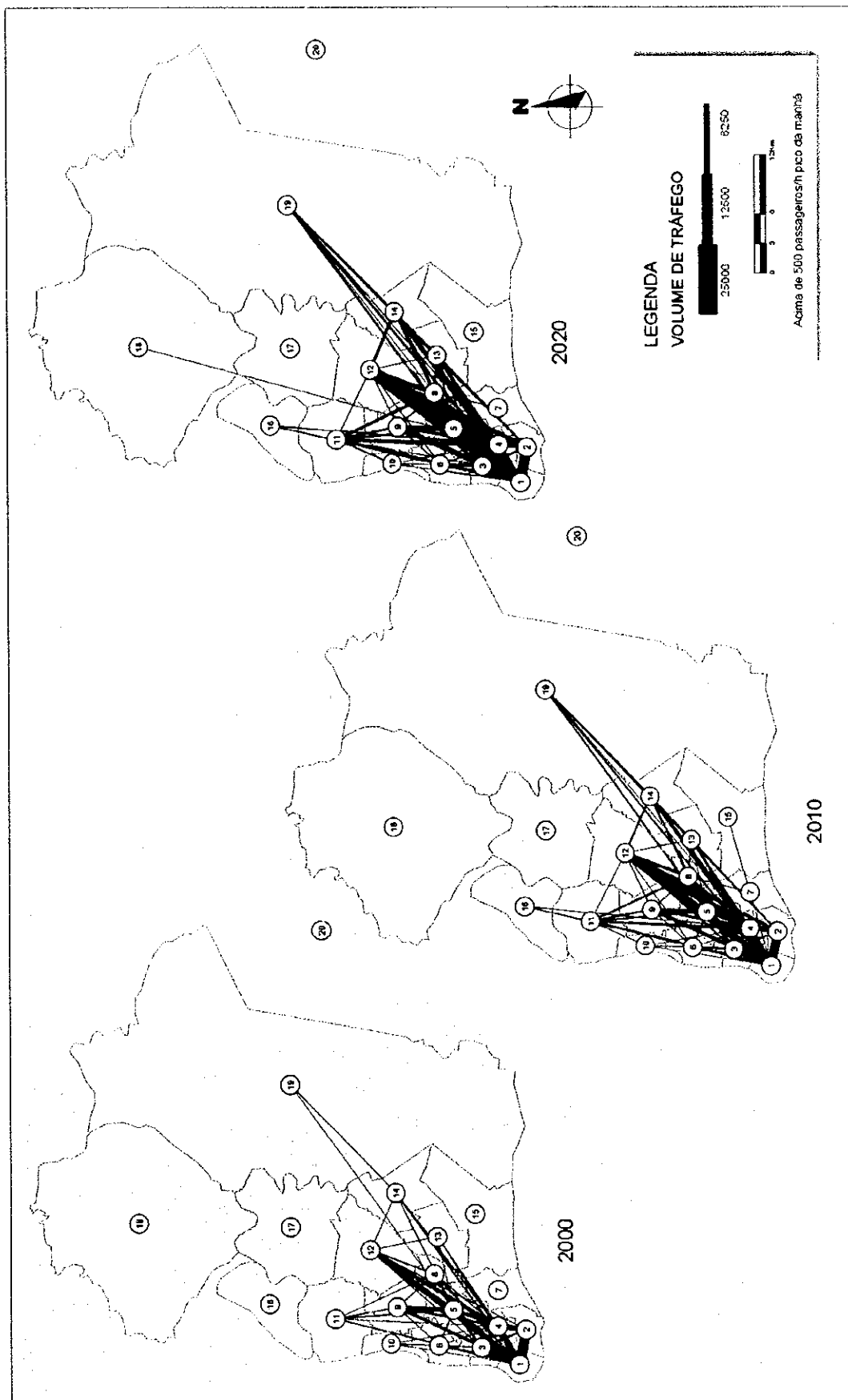


FIGURA 3.3-5 - Linhas de Desejo - Modo Transporte Coletivo / Todos os Motivos

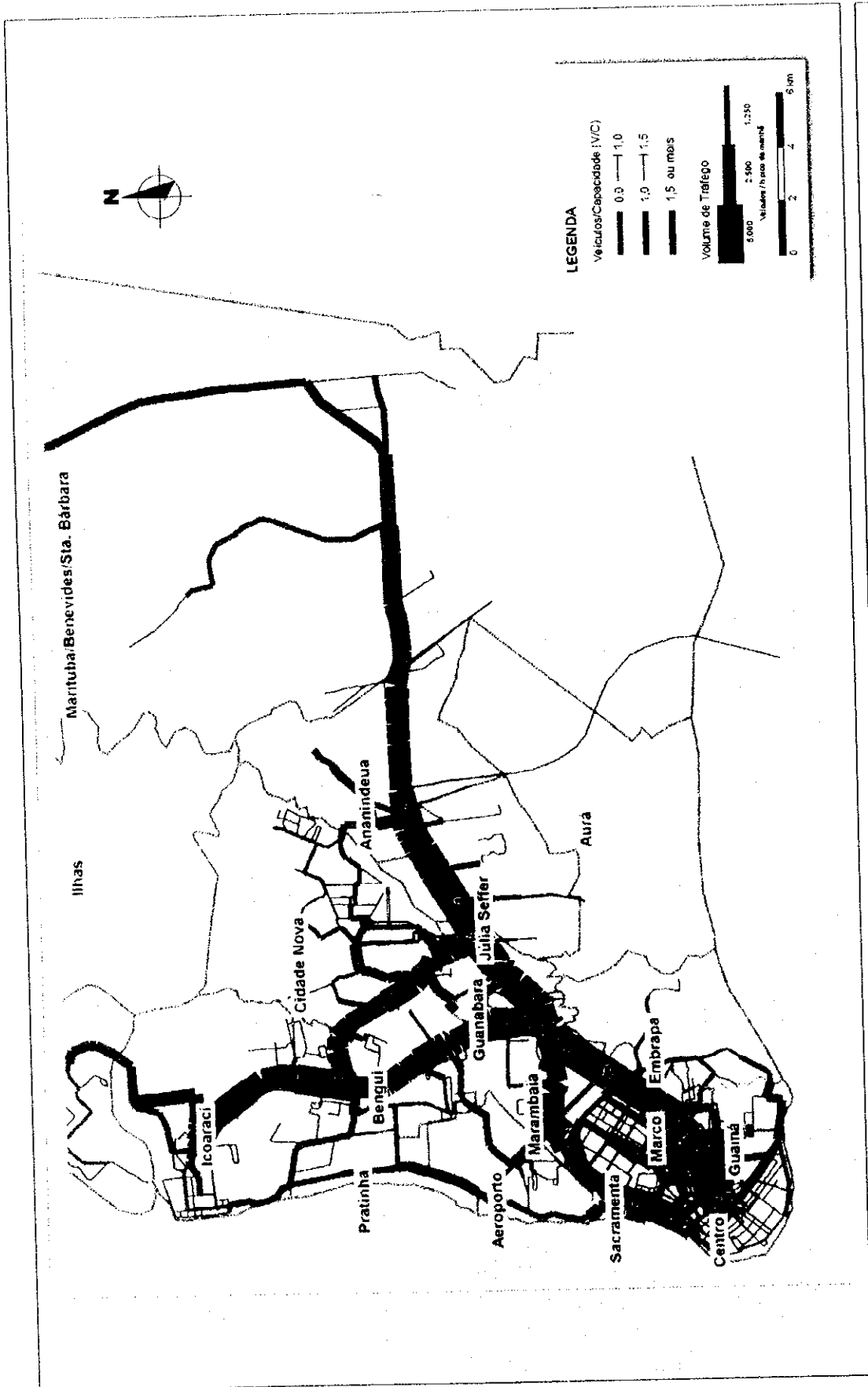


FIGURA 3.3-6 - Volume de Tráfego e V/C por trecho - Rede 2000 x Matriz 2020

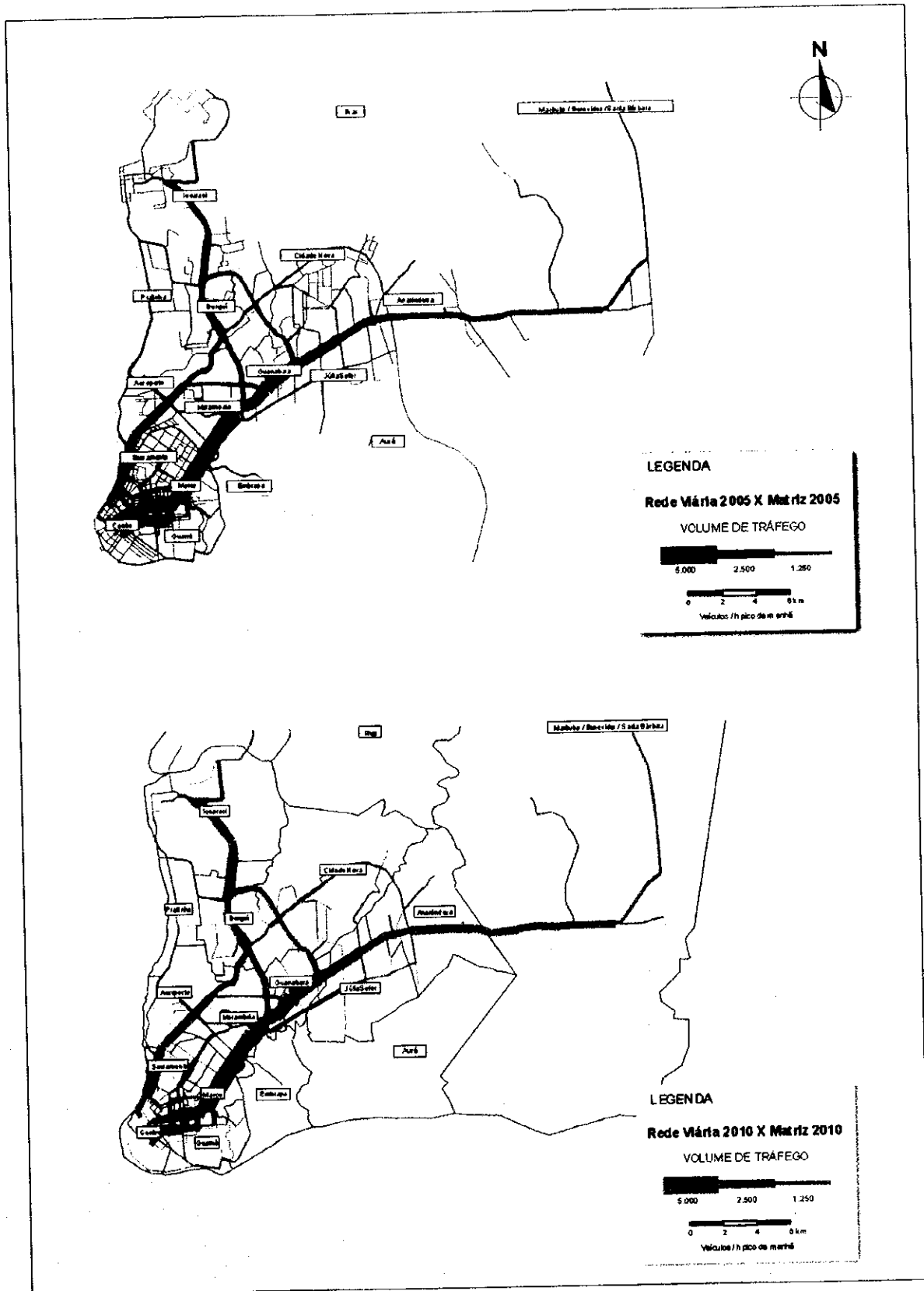


FIGURA 3.3-7 - Abcação de Tráfego - 2005 e 2010

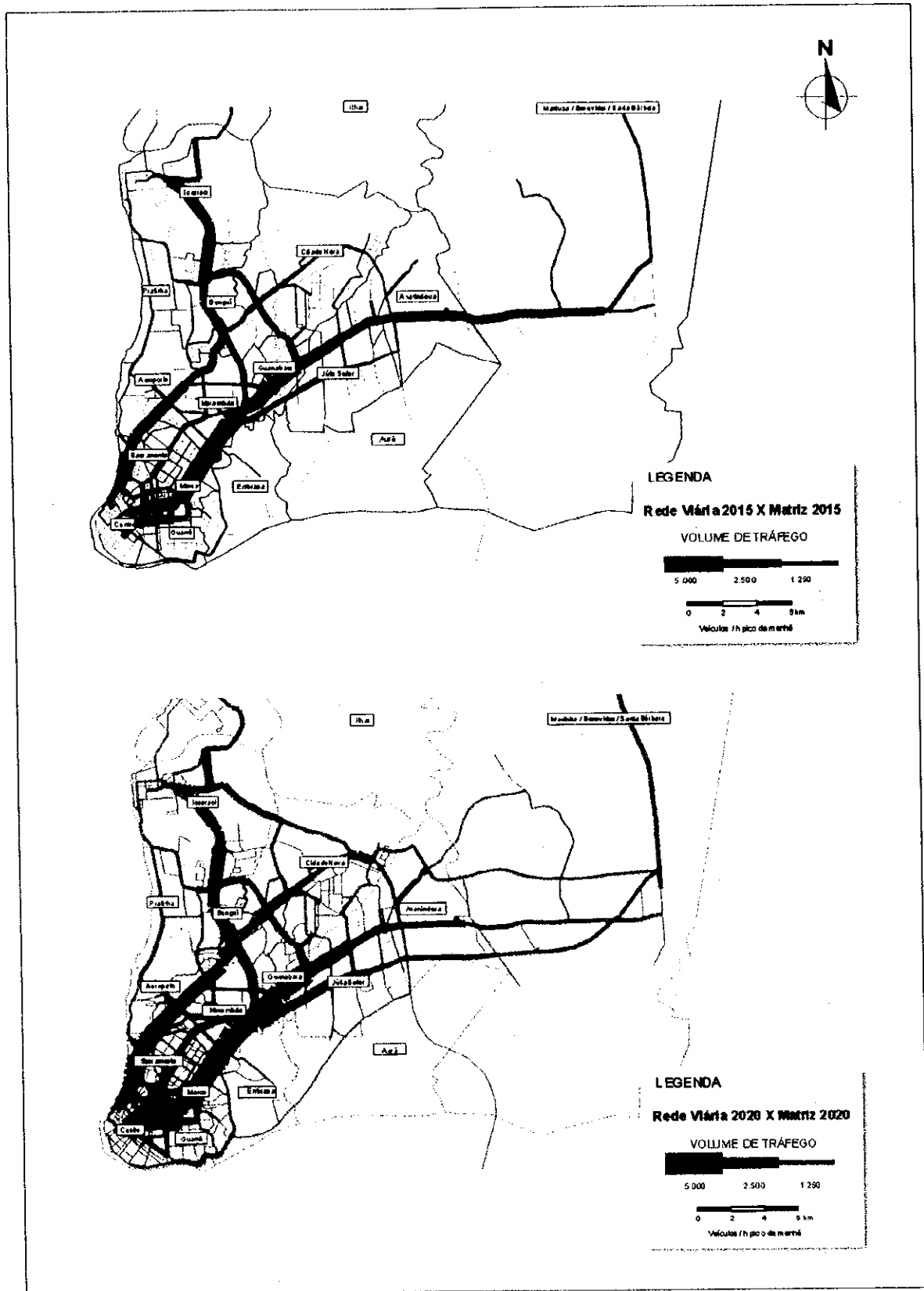


FIGURA 3.3-8 - Alocação de Tráfego - 2015 e 2020

TABELA 3.3-2 – Alocação de Transporte Coletivo - Índices de PassageirosxKm, Passageirosxhora e Velocidade Média de Operação

REDE	MATRIZ 2000			MATRIZ 2005			MATRIZ 2010			MATRIZ 2015			MATRIZ 2020		
	Pass. x Km	Pass. x H	Veloc. Média	Pass. x Km	Pass. x h	Veloc. Média	Pass. x Km	Pass. x h	Veloc. Média	Pass. x Km	Pass. x h	Veloc. Média	Pass. x Km	Pass. x h	Veloc. Média
ATUAL	580.341	25.474	23,15	839.421	35.802	23,80	1.118.111	47.007	24,17	1.339.068	58.066	24,33	1.591.866	66.253	24,46
FUTURA 1	533.297	16.873	34,48	688.008	22.108	34,02	850.168	27.541	33,80	978.094	31.579	33,87			
FUTURA 2	570.484	17.049	35,07										1.223.640	36.905	35,19

As TABELAS 3.3-3 a 3.3-8 apresentam os resultados das alocações, expressos em passageiros x km e passageiros x hora, desagregados para cada tecnologia existente e prevista de transporte coletivo:

TABELA 3.3-3 – Alocação da Matriz 2000 na Rede Futura 1

Tecnologia	Pass. x km	Pass. x h
Alimentador	213.922,77	8.556,91
Articulado	297.280,54	7.432,01
Convencional	22.093,61	883,74
Total da Rede	533.297	16.873

TABELA 3.3-4 - Alocação da Matriz 2005 na Rede Futura 1

Tecnologia	Pass. x km	Pass. x h
Alimentador	299.632,04	11.985,28
Articulado	360.795,18	9.019,88
Convencional	27.580,86	1.103,23
Total da Rede	688.008	22.108

TABELA 3.3-5 - Alocação da Matriz 2010 na Rede Futura 1

Tecnologia	Pass. x km	Pass. x h
Alimentador	385.018,62	15.400,74
Articulado	431.041,83	10.776,05
Convencional	34.107,91	1.364,32
Total da Rede	850.168	27.541

TABELA 3.3-6 - Alocação da Matriz 2015 na Rede Futura 1

Tecnologia	Pass. x km	Pass. x h
Alimentador	436.828,20	17.473,13
Articulado	503.010,46	12.575,26
Convencional	38.255,15	1.530,21
Total da Rede	978.094	31.579

TABELA 3.3-7 - Alocação da Matriz 2000 na Rede Futura 2

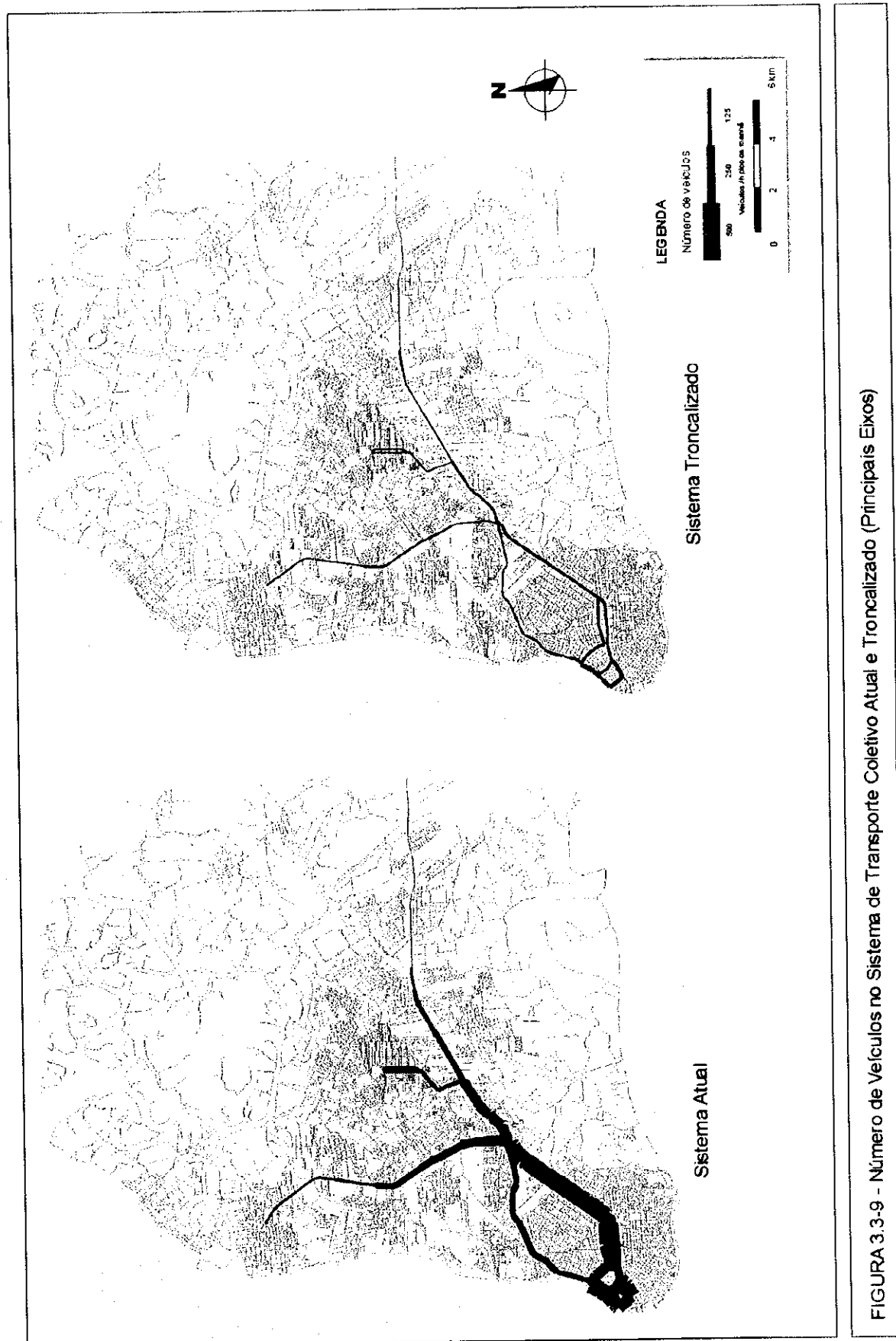
Tecnologia	Pass. X km	Pass. X h
Alimentador	174.190,77	6.750,55
Articulado	159.806,67	3.995,17
Bi-articulado	194.020,79	4.850,52
Convencional	20.934,70	837,39
Hidroviário	21.531,10	615,17
Total da Rede	570.484	17.049

TABELA 3.3-8 - Alocação da Matriz 2020 na Rede Futura 2

Tecnologia	Pass. x km	Pass. x h
Alimentador	429.267,86	16.324,25
Articulado	326.247,26	8.156,18
Bi-articulado	373.961,59	9.349,04
Convencional	33.728,00	1.349,12
Hidroviário	60.434,82	1.726,71
Total da Rede	1.223.640	36.905

A alocação do tráfego de ônibus em 2000 e 2020 nos principais corredores na hora de pico é apresentada na FIGURA 3.3-9. Através dela verifica-se a sensível redução do volume de ônibus nestes corredores. Esta redução só será possível mediante a troncalização do sistema juntamente com a mudança da tecnologia dos atuais ônibus convencionais para veículos de maior capacidade como os ônibus articulados e bi-articulados, e possibilitará um significativo aumento da capacidade do sistema viário, sem prejudicar a mobilidade do usuário de transporte coletivo.

A FIGURA 3.3-10, mostra a alocação do tráfego de 2020 na rede proposta para o mesmo ano, e através dela pode se verificar que existem apenas algumas aproximações de interseções críticas com V/C superior a 1,5. No entanto extensos trechos das Avenidas Independência, Almirante Barroso, 1º de Dezembro e da Rodovia BR-316, atingem a faixa de 1 a 1,5 na relação V/C. Estes dados indicam que no ano horizonte do projeto, a rede proposta estará atingindo o limite de sua capacidade, havendo portanto, nesse momento, a necessidade de revisão do plano. Cabe destacar porém, que medidas corretivas do processo espontâneo de concentração de usos terciários na Área Central amenizarão os efeitos apresentados nesta figura.



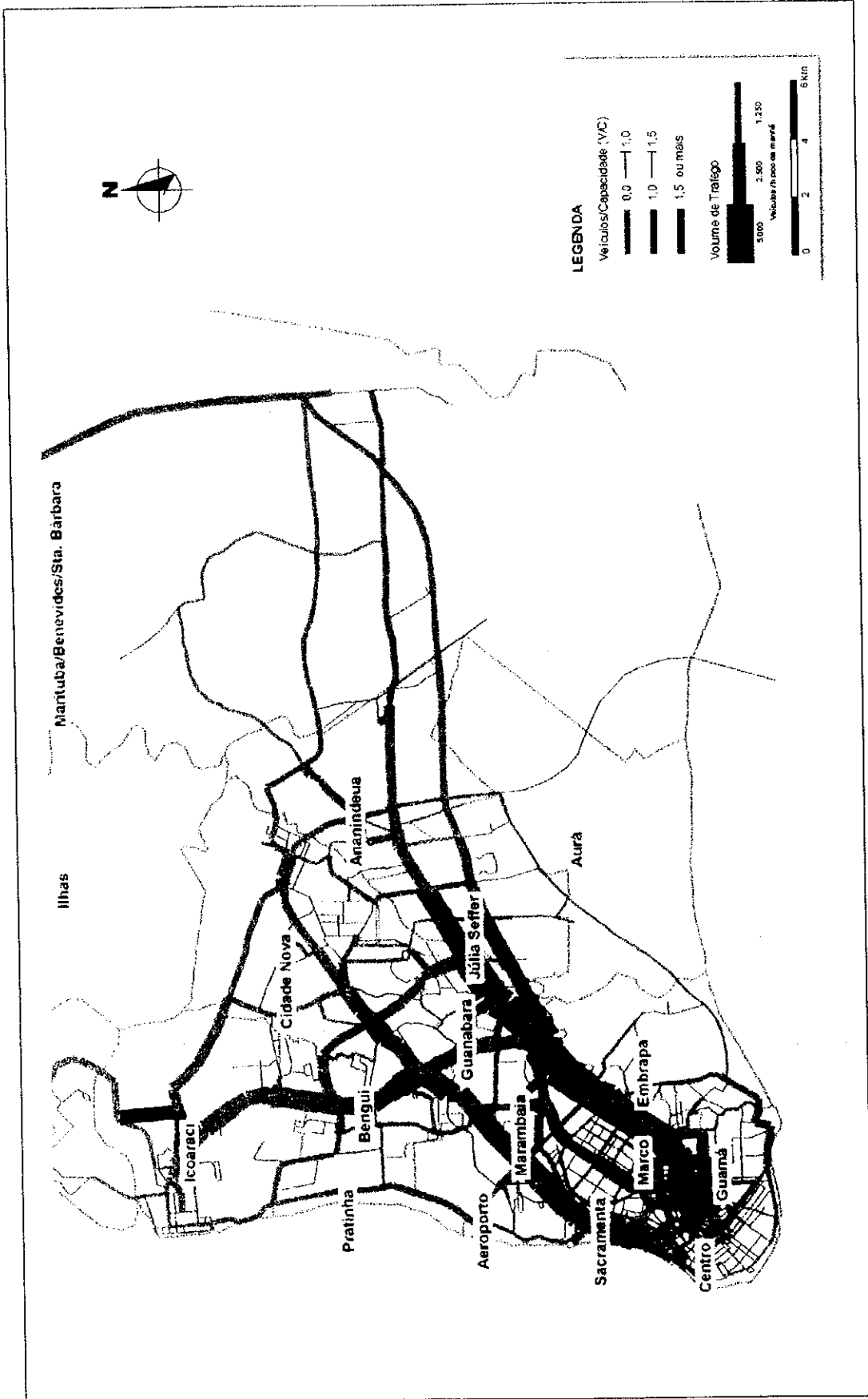


FIGURA 3.3-10 - Volume de Tráfego e V/C por trecho - Rede 2020 x Matriz 2020

3.4. AVALIAÇÃO E PROGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DAS PROPOSIÇÕES

3.4.1. ESTIMATIVA DE CUSTO DE INFRA-ESTRUTURA DOS PROJETOS VIÁRIOS E DE TRANSPORTES

Para estimar o custo de projetos viários, foram considerados os seguintes itens:

- Custo de execução da obra viária excetuando obras de arte – dada a diversidade de condições para execução dos projetos viários, seus custos foram estimados considerando dois valores diferenciados. O primeiro atingiu o valor de US\$ 307.690,00/km, obtido com base na planilha da primeira etapa de execução da Avenida Independência, (trecho BR-316 à Rodovia Augusto Montenegro) considerando-se apenas uma pista com duas faixas de tráfego, acostamento, meio fio e calçada. O segundo, atingiu o valor de US\$ 520,000,00/km, considerando uma pista com plataforma de 11,80m, com duas faixas, acostamento e calçada, e foi obtido através de orçamento da Avenida Independência (trecho da Marginal do Canal São Joaquim). Estes custos foram utilizados de acordo com as características de cada projeto proposto.
- Custo de execução de obras de arte – obtido com base nos custos da primeira etapa da Avenida Independência, foi estimado um valor médio para execução de uma ponte com plataforma de 10,40m de largura que chegou ao valor de US\$1,027,500.00/km. Para a estimativa do número de obras de arte, foram utilizadas fotografias aéreas que possibilitaram identificar a necessidade de transposição de rios e igarapés, além da necessidade levantada nos estudos preliminares de interseções de grande complexidade.
- Custos de Desapropriação – Obtidos com base em valores praticados no Projeto da Macro Drenagem, nas recentes desapropriações realizadas pela COHAB e nos padrões de densidade e área construída observados através do levantamento aéreo fotográfico realizado pela COHAB/PA, estabeleceu-se quatro valores médios de custo de desapropriação/km, considerando a plataforma da via de 12,00m:
 - 1) Áreas de maior densidade e padrões construtivos mais elevados como as marginais do canal do Uma e da Avenida Bernardo Sayão US\$ 170,000.00/km;
 - 2) Áreas de alta densidade e padrões construtivos mais baixos, como o prolongamento da 1.º de Dezembro na altura do conjunto Júlia Seffer US\$ 126,000.00/km;
 - 3) Áreas de densidade e padrão construtivo baixo, como no Icuí Guajará US\$ 107,000.00;
 - 4) Terrenos sem edificação com faixa de domínio de 50m, como no prolongamento da Avenida da 1º de Dezembro próximo a sede municipal de Benevides US\$ 20,000.00/km.

A composição desses custos por grupo de projeto resultou nos custos apresentado na TABELA 3.4-1:

TABELA 3.4-1 - Custo por Projeto Viário

Grupos de Projetos		Extensão (km)	Custo de Obra de Arte (US\$ x 1.000)	Custo de Desapropriação (US\$/Km) x 1.000	Custo Via (US\$ x 1.000)	Custo Total (US\$ x 1.000)	Custo por km (US\$ x 1.000)
N.º	Nome						
1	Independência	39,52	6.160,00	3.405,80	15.019,72	24.585,52	622,10
2	1.º de Dezembro	38,57	16.440,00	2.023,60	14.177,54	32.641,14	846,28
3	Liberdade	22,30	6.165,00	427,40	10.496,23	17.088,63	766,31
4	Pedro Miranda	18,42	3.082,50	1.057,30	14.689,26	18.829,06	1.022,21
5	Curuçambá-Benevides	35,63	18.495,00	885,95	14.835,53	34.216,48	960,33
6	Ananindeua - Icoaraci	14,92	9.247,50	1.031,40	5.709,61	15.988,51	1.071,62
7	Bernardo Sayão	23,98	5.137,50	2.655,00	11.446,82	19.239,32	802,31
TOTAL		193,34	64.727,50	11.486,45	86.374,71	162.588,66	840,95

Os projetos de transporte foram orçados separadamente, e seus custos se dividem basicamente em quatro grandes grupos de projetos:

- Corredores estruturais de transporte coletivo, rodovias BR-316, Augusto Montenegro e Avenida Almirante Barroso, que serão totalmente modificados com a implantação de via exclusiva de transporte coletivo (*busway*), sendo estes orçamentos realizados com base em projetos semelhantes já implantados em outras cidades brasileiras.
- Terminais de Integração, neste item existem terminais novos a serem edificados e terminais existentes a serem reformados, seus orçamentos diferem, e os valores também foram obtidos com base em custos de terminais implantados em outras cidades brasileiras.
- Demais vias da Área Central, nestas vias, embora não exista a previsão de implantação de *busway*, será necessário intervenções como reforço de pavimento, sinalização e algumas correções de geometrias, que também resultam em custos.
- Binário Senador Lemos-Pedro Álvares Cabral, este projeto atende fundamentalmente às linhas troncais secundárias, e embora não esteja previsto pista exclusiva, a implantação do binário exige um volume de recursos superior ao das vias da Área Central em função de desapropriações e de obras de arte, sendo portanto apresentado em separado.

A TABELA 3.4-2 - mostra a composição desses custos por projeto.

TABELA 3.4-2 - Custo por Projeto de Transporte

Projeto	Extensão (km)	Custo Via (US\$)x1.000	Obras de Arte (US\$)x1.000	Desaprop. (US\$)x1.000	Total (US\$)x1.000	Custo/km (US\$)x1.000
Rodovia BR-316	10,29	7.690,00	2.085,00	0,00	9.775,00	949,95
Avenida Almirante Barroso	6,85	5.580,00	695,00	0,00	6.275,00	916,06
Rodovia Augusto Montenegro	15,88	3.477,20	2.085,00	0,00	5.562,20	350,26
Sistema Viário Área Central	15,01	6.724,48	0,00	0,00	6.724,48	448,00
P. Alv. Cabral c/ Binário Sen. Lemos	13,94	10.928,96	1.390,00	0,00	12.318,96	883,71
Terminal Marituba (novo)		8.234,24	0,00	0,00	8.234,24	
Terminal Cidade Nova (novo)		8.298,00	0,00	25,00	8.323,00	
Terminal Icoaraci (novo)		6.168,00	0,00	72,00	6.240,00	
Terminal Porto da Palha (novo)		7.817,45	0,00	43,00	7.860,45	
Terminal Entroncamento (novo)		2.141,44	0,00	0,00	2.141,44	
Terminal São Braz		1.344,00	0,00	0,00	1.344,00	
Terminal UFPA		1.344,00	0,00	0,00	1.344,00	
Terminal Marex		1.344,00	0,00	0,00	1.344,00	
Terminal Coqueiro		1.344,00	0,00	0,00	1.344,00	
Terminal BR		1.344,00	0,00	0,00	1.344,00	
TOTAL	61,97	73.779,77	6.255,00	140,00	80.174,77	

3.4.2. PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS VIÁRIOS

Para priorização de implantação dos projetos viários da Região Metropolitana, utilizou-se um processo de avaliação dos impactos resultantes do desempenho de cada um dos sete grupos de projetos referidos no item 3.2.1 e esquematizados na FIGURA 3.2-2.

O procedimento utilizado foi o de avaliar como operaria o sistema viário atual no ano horizonte de projeto – 2020, no que se refere ao custo operacional e tempo de deslocamento dos usuários de veículos em geral (auto+táxi+caminhão), e de comparar esta situação, no mesmo ano, acrescentando ao sistema viário atual, individualmente, cada um dos grupos de projetos propostos.

O critério de prioridade, foi então, o de considerar mais importante o grupo de projetos com uma relação mais favorável entre o benefício de sua implantação (redução de custo operacional e de tempo do usuário) e o custo que será necessário incorrer para essa implantação.

É importante enfatizar que esse processo foi utilizado apenas para a obtenção de um “*ranking*” de conjuntos de projetos, dado que as relações numéricas obtidas entre benefícios e custos, tiveram sentido apenas para obter a posição relativa de cada grupo em relação à sua prioridade, sendo que apenas na análise econômica (item 3.4.3. à frente) é que se considerou a vida útil dos projetos, e os

números servem para estimar economias e ganhos efetivos a serem obtidos com as implantações propostas.

As equações utilizadas para o exercício de priorização de projetos foram:

a) Benefícios de Redução de Custos Operacionais

$$COa = Cc \cdot PecC \cdot \Sigma dij + Aa \cdot \Sigma dij$$

Onde:

COa = custo operacional de ucp, em R\$

Cc = consumo de combustível (gasolina), em l/km

PecC = preço econômico do combustível (R\$/l) = 1,73

Σdij = somatório das extensões dos trechos ij percorridos, em km

Aa = custo médio unitário dos itens de consumo dependentes da extensão percorrida (R\$/km) = 0,138573446, obtido através de dados da planilha de táxi de Juiz de Fora, de fevereiro de 2001:

Lubrificantes	0,003368644
Peças e Acessórios	0,117846045
Rodagem	0,017358757
Total	0,138573446

$$Cc = 0,0954 + (1,2664 / V) - (0,00029 \cdot V), \text{ sendo } V < 72 \text{ km/h}$$

Onde:

V = velocidade comercial de ucp, nada fazer, em km / h

V = velocidade comercial de ucp, PDTU, em km / h

Os resultados obtidos na simulação realizada na modelagem quanto à quilometragem total rodada na hora de pico foram:

Grupos de Projetos	veic x km
Situação Atual	598.125
Grupo 1	596.997
Grupo 2	588.632
Grupo 3	608.877
Grupo 4	599.568
Grupo 5	603.667
Grupo 6	600.334
Grupo 7	605.176

Para expansão foram utilizados, os seguintes parâmetros:

Participação do pico em relação ao volume diário	0,136
Nº. de dias úteis/mês	26
Cotação do dólar em R\$	2

Os resultados gerados da comparação dos custos operacionais dos diferentes grupos de projetos encontram-se sintetizados a seguir:

TABELA 3.4-3 - Custos Operacionais por Projeto

Nada Fazer - 2020		Grupo de Projetos	PDTU - 2020		Custo Operacional (US\$milhão)		Benefício (US\$milhão)
Σdij (milhão)	V (km/h)		Σdij (milhão)	V (km/h)	Nada Fazer	PDTU	
1.372,169	38,422	Grupo 1	1.369,582	42,40	234,202	228,736	5,467
		Grupo 2	1.350,392	41,72		226,328	7,874
		Grupo 3	1.396,835	41,43		234,473	-0,270
		Grupo 4	1.375,480	39,95		232,741	1,462
		Grupo 5	1.384,884	38,95		235,647	-1,445
		Grupo 6	1.377,236	39,21		234,006	0,197
		Grupo 7	1.388,345	39,27		235,807	-1,605

a) Benefício de Redução de Tempos de Viagem

2.1. Passageiros de Veículos em Geral

$$CTV = S [RM (TVtn + 0,5 \cdot TVo) \times EF(1+ES)]$$

CTV = custo de tempo de viagem, R\$

RM = renda média individual, em R\$/hora

TVtn = tempo de viagem por motivo trabalho ou negócios, em horas/ano

TVo = tempo de viagem por outros motivos, em horas/ano

EF = percentual de emprego formal na RMB 53,09% Fonte: Pesquisa Domiciliar do PDTU/2001

ES = encargos sociais 35% Fonte: COHAB/PA

Os resultados obtidos da simulação através da modelagem quanto ao tempo de deslocamentos de veículos na hora de pico foram

Grupo de Projetos	veic x h
Situação Atual	16.801
Grupo 1	14.182
Grupo 2	14.219
Grupo 3	14.914
Grupo 4	15.950
Grupo 5	16.914
Grupo 6	16.659
Grupo 7	16.831

Para expansão, foram utilizados os seguintes parâmetros:

Taxa ocupação	2,11
Motivo trabalho/negócios (%)	0,188
Outros motivos(%)	0,812
Participação do pico em relação ao vol. diário	0,136
No. de dias úteis / mês	26
Cotação do dólar	2

Os resultados gerados da comparação dos tempos de viagem dos diferentes grupos de projetos são sintetizados a seguir:

TABELA 3.4-4 Resultados da Redução do Tempo de Viagem por Projeto

Renda média (R\$/hora)*	Nada Fazer - 2020			Com-junto Viário	PDTU - 2020			Benefício (US\$ milhões)
	TVtn (horas/ano) milhões	Tvo (horas/ano) milhões	Custo de Tempo de Viagem (US\$milhão)		TVtn (horas/ano) milhões	Tvo (horas/ano) milhões	Custo de Tempo de Viagem (US\$milhões)	
3,58	15,290	66,039	61,977	Conj. 1	12,90570153	55,741647	52,313	9,664
				Conj. 2	12,93989007	55,8893124	52,452	9,525
				Conj. 3	13,57223402	58,6205001	55,015	6,962
				Conj. 4	14,51525001	62,6935266	58,837	3,139
				Conj. 5	15,39215173	66,4809958	62,392	-0,415
				Conj. 6	15,16028938	65,4795477	61,452	0,525
				Conj. 7	15,31669927	66,1551053	62,086	-0,109

* Fonte: Relatório Intermediário – PDTU/2001

A tabela a seguir sintetiza o total de benefícios no ano 2020, associados à implantação isolada de cada um dos sete grupos de projetos (US\$ X 1000.000) :

TABELA 3.4-5 - Síntese dos Benefícios no ano 2000

Nada Fazer - Custos - 2020			2020	PDTU - Custos - 2020			Benefício
COa	TVa	Total		COa	TVa	Total	
234	62	296	Grupo 1	229	52	281	15
			Grupo 2	226	52	279	17
			Grupo 3	234	55	289	7
			Grupo 4	233	59	292	5
			Grupo 5	236	62	298	-2
			Grupo 6	234	61	295	1
			Grupo 7	236	62	298	-2

A avaliação comparativa entre os diversos projetos, definiu o seguinte "ranking" de desempenho econômico (US\$ 1.000.000):

TABELA 3.4-6 - Avaliação Comparativa dos Projetos Viários

2020	PDTU					
	Custo Financeiro	Custo Econôm. (*)	Benefício	B-C	B/C	Ranking
Grupo 1	24,590	22,967	15,130	-2	0,658794806	1
Grupo 2	32,641	30,487	17,399	-2	0,570714716	2
Grupo 3	17,089	15,961	6,692	-1	0,419258978	3
Grupo 4	18,829	17,586	4,601	-1	0,261633132	4
Grupo 5	34,216	31,958	-1,860	-2	-0,058204258	6
Grupo 6	15,989	14,933	0,722	-1	0,048318674	5
Grupo 7	19,239	17,970	-1,714	-1	-0,09539585	7

Observação:

O custo econômico considera:

- 100% de nacionalização de equipamentos e materiais e um "custo sombra" = custo financeiro, considerando a participação desses itens em 40% do custo total das intervenções
- um "custo sombra" de mão de obra estimado segundo a equação de Haveman:

"custo sombra" = (remuneração de mercado) x (1,25 - taxa de desemprego / 0,2),

Sendo a taxa de desemprego = 7,2% (fonte: Pesquisa Domiciliar do PDTU/2001) e considerando a participação da mão de obra em cerca de 20% do custo total das intervenções, conforme levantamento feito na RMB:

Custo econômico = [20%(custo sombra) + 80%] x custo financeiro

Custo econômico = [20%(1,25 - 0,072/0,2) + 80%] x custo financeiro

Custo econômico = 0,978 x custo financeiro

3.4.4. AVALIAÇÃO ECONÔMICA DO PDTU/2001

A avaliação econômica do conjunto de proposições integrante do PDTU/2001 foi realizada a partir dos resultados das simulações feitas na modelagem, cotejando-se o custo econômico das intervenções com os benefícios, em situações com e sem o projeto, decorrentes das reduções de:

- custos operacionais de veículos em geral;
- custos operacionais do transporte coletivo;
- tempos de viagem de passageiros de veículos em geral;
- tempos de viagem de passageiros de transporte coletivo.

Considerou-se duas alternativas tecnológicas distintas para o sistema de transporte coletivo: o sistema de ônibus diesel, operado por veículos convencionais, articulados e bi-articulados; e um sistema de ônibus híbrido (elétrico-diesel), operado por veículos com as mesmas capacidades.

Para efeito de quantificação dos benefícios advindos da redução de tempo de viagem dos usuários, trabalhou-se duas hipóteses distintas:

HIPÓTESE 1

- Benefício 100% de economia do valor da hora média do usuário, nas viagens com motivo trabalho ou negócios;
- Benefício de 50% de economia do valor da hora média do usuário para as viagens com outros motivos.

HIPÓTESE 2

- Benefício 50% de economia do valor da hora média do usuário, nas viagens com motivo trabalho ou negócios;
- Nenhum benefício na redução dos tempos de viagens por outros motivos.

Ao final, foi feita análise de sensibilidade considerando oscilações de até 20% de acréscimo nos custos e 20% de decréscimo nos benefícios.

3.4.4.1. BENEFÍCIOS DE REDUÇÃO DE CUSTO OPERACIONAIS

a) Veículos em Geral (auto+táxi+caminhão)

Os benefícios de redução de custos operacionais de veículos em geral foram estimados pela equação:

$$COa = Cc \cdot PecC \cdot \sum dij + Aa \cdot \sum dij$$

Onde:

COa = custo operacional de ucp, em R\$

Cc = consumo de combustível (gasolina), em l/km

PecC = preço econômico do combustível (R\$/l) = 1,73

$\sum dij$ = somatório das extensões dos trechos ij percorridos, em km

Aa = custo médio unitário dos itens de consumo dependentes da extensão percorrida (R\$/km) = 0,138573446.

$$Cc = 0,0954 + (1,2664 / V) - (0,00029 \cdot V), \text{ sendo } V < 72 \text{ km/h}$$

Onde:

V = velocidade comercial de ucp, em km / h

O valor de US\$ utilizado para conversão foi de R\$ 2,00 e a participação da hora pico em relação ao volume de tráfego diário foi de 10%, em todos os modos.

O parâmetro Aa foi obtido através da Planilha de Táxi de Juiz de Fora, fev/2001, a saber:

Lubrificantes	0,003368644
Peças e Acessórios	0,117846045
Rodagem	0,017358757
Total	0,138573446

Os resultados obtidos por ano encontram-se discriminados na TABELA 3.4-8:

TABELA 3.4-8 - Resultado dos Benefícios Alcançados por Ano

Ano	Nada Fazer		PDTU		Custo Operacional (R\$1000)		Benefício (US)
	Σd_{ij} (mil)	V (km/h)	Σd_{ij} (mil)	V (km/h)	Nada Fazer	PDTU	
2.001	498.139	45,52	498.139	45,52	163.842	163.842	0
2.002	572.547	45,64	569.603	46,05	188.213	186.882	665.395
2.003	646.955	45,75	641.066	46,58	212.558	209.814	1.371.981
2.004	721.364	45,87	712.530	47,10	236.876	232.639	2.118.635
2.005	795.772	45,98	783.994	47,63	261.169	255.360	2.904.285
2.006	855.059	45,70	839.336	47,67	280.999	273.342	3.828.626
2.007	914.346	45,42	894.678	47,70	300.884	291.317	4.783.355
2.008	973.633	45,13	950.020	47,74	320.825	309.287	5.768.827
2.009	1.032.921	44,85	1.005.362	47,77	340.822	327.252	6.785.404
2.010	1.092.208	44,57	1.060.704	47,81	360.877	345.210	7.833.457
2.011	1.135.129	43,99	1.101.536	47,66	376.117	358.744	8.686.447
2.012	1.178.050	43,42	1.142.369	47,51	391.457	372.297	9.579.906
2.013	1.220.970	42,84	1.183.201	47,35	406.901	385.870	10.515.291
2.014	1.263.891	42,27	1.224.034	47,20	422.450	399.462	11.494.140
2.015	1.306.812	41,69	1.264.866	47,05	438.110	413.074	12.518.082
2.016	1.351.172	41,12	1.301.520	46,71	454.348	425.704	14.321.991
2.017	1.395.531	40,55	1.338.175	46,37	470.703	438.377	16.163.077
2.018	1.439.891	39,99	1.374.829	46,04	487.181	451.095	18.042.970
2.019	1.484.251	39,42	1.411.483	45,70	503.784	463.857	19.963.409
2.020	1.528.610	38,85	1.448.138	45,36	520.519	476.666	21.926.239

b) Transporte Público – Alternativa Diesel

$$CO_o = CC_d \cdot PecD \cdot \Sigma d_{ij} + A_o \cdot S_{dij} + B_o \cdot \Sigma t_{ij}$$

Onde:

CO_o = custo operacional do transporte coletivo, em R\$

CC_d = consumo unitário de óleo diesel, em l/km

$PecD$ = preço econômico do litro de óleo diesel, em R\$ = 0,7631

Σd_{ij} = somatório das extensões dos trechos ij percorridos, em km

A_o = custo médio unitário de pneus, câmaras e manutenção, em R\$/km (custo variável)

B_o = custo médio unitário de administração, mão de obra de operação e depreciação, em R\$/veic.hora (custo fixo)

Σt_{ij} = somatório dos tempos de operação do transporte coletivo no link ij

$$CC_{dhp} = 0,4978 + (1,3791 / V) - (0,0071 V) + (0,00008 V^2)$$

Onde:

CC_{dhp} = consumo unitário de óleo diesel, em l/km, na hora de pico

V = velocidade média de operação (comercial, inclui tempos de parada), em km/h

A capacidade adotada para os ônibus foi de 80 passageiros, para o convencional, 150 para o articulado e 260 para o bi-articulado.

Os parâmetros A_o e B_o apresentados a seguir foram obtidos através da planilha de cálculo tarifário de Belém, para o caso do convencional, e de informações da Volvo, para o articulado e o bi-articulado, considerando-se vida útil de 7 anos para o convencional e de 10 anos para os outros dois tipos de veículos.

Ao		
Conv.(1)	Articul.(2)	Bi-art.(3)
0,0311	0,0381	0,0483 <i>pneus</i>
0,0778	0,0833	0,0875 <i>câmaras</i>
0,2389	0,2719	0,2675 <i>manutenção</i>
0,3478	0,3933	0,4033 <i>total</i>

Bo		
Conv.(1)	Articul.(2)	Bi-art.(3)
3,677492	12,01846	18,86308 <i>administração</i>
3,044215	3,044215	3,044215 <i>mão de obra</i>
27,69	27,69	27,69 <i>depreciação</i>
2,044246	2,044246	2,044246 <i>remuneração</i>
36,45595	44,79692	51,64154 <i>total</i>

Os resultados obtidos encontram-se sintetizados na TABELA 3.4-9 a seguir:

TABELA 3.4-9 - Benefícios da Rede de Transporte Público - Alternativa Diesel

Ano	Nada Fazer			PDTU									Custo Operacional (R\$1000)		Benefício (US\$)		
	Convencional			Convencional			Articulado			Bi-articulado			Nada Fazer	PDTU			
	Δdij	V (km/h)	Δtj	Δdij	V (km/h)	Δtj	Δdij	V (km/h)	Δtj	Δdij	V (km/h)	Δtj					
2.001	7,254	23,15	318	7,254	23,15	318									43,016	43,016	
2.002	8,084	23,31	351	6,463	25,67	280	601	25,67	15						47,492	40,625	3.433,510
2.003	8,874	23,46	383	5,872	28,59	241	1.203	28,59	30						51,965	38,277	6.843,777
2.004	9,663	23,64	415	4,861	31,30	202	1.804	31,30	45						56,435	35,967	10.234,218
2.005	10,493	23,80	448	4,090	34,02	164	2.405	34,02	60						60,902	33,688	13.607,379
2.006	11,189	23,87	476	4,320	33,98	173	2.499	33,98	62						64,776	35,387	14.694,393
2.007	11,886	23,95	504	4,550	33,93	182	2.593	33,93	65						68,648	37,086	15.780,763
2.008	12,583	24,02	532	4,780	33,89	191	2.686	33,89	67						72,518	38,785	16.866,491
2.009	13,280	24,10	560	5,009	33,84	200	2.780	33,84	69						76,388	40,485	17.951,581
2.010	13,976	24,17	588	5,239	33,80	210	2.874	33,80	72						80,257	42,185	19.036,057
2.011	14,620	24,20	610	5,379	33,81	215	2.970	33,81	74						83,309	43,401	19.984,044
2.012	15,061	24,23	633	5,519	33,83	221	3,066	33,83	77						86,481	44,617	20,931,878
2.013	15,634	24,27	656	5,659	33,84	226	3,161	33,84	79						89,593	45,833	21,879,542
2.014	16,186	24,30	678	5,799	33,86	232	3,257	33,86	81						92,704	47,050	22,827,034
2.015	16,738	24,33	701	5,939	33,87	238	3,353	33,87	84						95,814	48,266	23,774,356
2.016	17,370	24,36	726	6,082	34,13	247	3,118	34,13	78	288	34,13	7	99,333	50,253	24,539,799		
2.017	18,002	24,38	752	6,785	34,40	257	2,882	34,40	72	575	34,40	14	102,851	52,240	25,305,614		
2.018	18,634	24,41	777	7,208	34,66	266	2,646	34,66	66	863	34,66	22	106,369	54,225	26,071,779		
2.019	19,286	24,43	803	7,831	34,93	276	2,411	34,93	60	1.151	34,93	29	109,886	56,210	26,838,273		
2.020	19,896	24,46	828	8,054	35,19	286	2,175	35,19	54	1.438	35,19	36	113,404	58,193	27,605,076		

c) Transporte Público – Alternativa Híbrida

As equações utilizadas para o híbrido foram semelhantes à do diesel, alterando-se os parâmetros Ao e Bo pela consideração de 20% de acréscimo de custo do veículo e de 30% de economia em relação à operação, conforme informação do fabricante, a ELETRA de São Paulo:

Ao			Bo		
Conv.(1)	Articul.(2)	Bi-art.(3)	Conv.(1)	Articul.(2)	Bi-art.(3)
0,0311	0,02667	0,03381 <i>pneus</i>	3,677492	12,01846	18,86308 <i>administração</i>
0,0778	0,05831	0,06125 <i>câmaras</i>	3,044215	3,044215	3,044215 <i>mão de obra</i>
0,2389	0,19033	0,18725 <i>manutenção</i>	27,69	33,228	33,228 <i>depreciação</i>
0,3478	0,27531	0,28231 <i>total</i>	2,044246	2,453095	2,453095 <i>remuneração</i>
			36,45595	50,74377	57,58839 <i>total</i>

Os resultados obtidos para a alternativa híbrido, encontram-se na TABELA:

TABELA 3.4-10 - Benefícios da Rede de Transporte Público - Alternativa Híbrido

Ano	Nada Fazer			Convencional			PDTU			Bi-articulado			Custo Operacional (R\$1000)		Benefício (R\$)
	Convencional			Articulado			Bi-articulado			Nada Fazer	PDTU				
	Δdij	V (km/h)	Δtj	Δdij	V (km/h)	Δtj	Δdij	V (km/h)	Δtj			Δdij	V (km/h)	Δtj	
2.001	7,254	23,15	318	7,254	23,15	318	0	0,00	0	0	0	0	43,016	43,016	0
2.002	8,064	23,31	351	6,463	25,87	280	601	25,87	15	0	0	0	47,492	40,673	3.409,525
2.003	8,874	23,48	383	5,672	28,59	241	1.203	28,59	30	0	0	0	51,985	38,373	6.795,808
2.004	9,683	23,64	415	4,881	31,30	202	1.804	31,30	45	0	0	0	56,435	36,110	10.162,265
2.005	10,493	23,80	448	4,090	34,02	164	2.405	34,02	60	0	0	0	60,902	33,880	13.511,442
2.006	11,189	23,87	476	4,320	33,98	173	2.499	33,98	62	0	0	0	64,776	35,586	14.594,720
2.007	11,896	23,95	504	4,550	33,93	182	2.593	33,93	65	0	0	0	68,648	37,293	15.677,354
2.008	12,583	24,02	532	4,780	33,89	191	2.686	33,89	67	0	0	0	72,518	39,000	16.759,346
2.009	13,290	24,10	560	5,009	33,84	200	2.780	33,84	69	0	0	0	76,388	40,707	17.840,701
2.010	13,976	24,17	588	5,239	33,80	210	2.874	33,80	72	0	0	0	80,257	42,414	18.921,421
2.011	14,529	24,20	610	5,379	33,81	215	2,970	33,81	74	0	0	0	83,369	43,638	19.865,601
2.012	15,081	24,23	633	5,519	33,83	221	3,066	33,83	77	0	0	0	86,481	44,862	20.809,608
2.013	15,634	24,27	656	5,659	33,84	228	3,161	33,84	79	0	0	0	89,593	46,086	21.753,444
2.014	16,186	24,30	678	5,799	33,86	232	3,257	33,86	81	0	0	0	92,704	47,309	22.697,109
2.015	16,738	24,33	701	5,939	33,87	238	3,353	33,87	84	0	0	0	95,814	48,533	23.640,604
2.016	17,370	24,36	726	6,362	34,13	247	3,118	34,13	78	288	34,134	7	99,333	50,523	24,405,096
2.017	18,002	24,38	752	6,785	34,40	257	2,882	34,40	72	575	34,398	14	102,851	52,511	25,169,959
2.018	18,634	24,41	777	7,208	34,66	266	2,646	34,66	66	863	34,662	22	106,369	54,499	25,935,173
2.019	19,266	24,43	803	7,631	34,93	276	2,411	34,93	60	1,151	34,926	29	109,886	56,485	26,700,715
2.020	19,898	24,46	828	8,054	35,19	286	2,175	35,19	54	1,438	35,19	36	113,404	58,470	27,466,567

3.4.4.2. Benefícios de Redução de Tempos de Viagem

a) Veículos em Geral (auto+táxi+caminhão)

$$CTV = \sum [RM (TVtn + 0,5 \cdot TVo) \times EF(1+ES)]$$

Onde:

CTV = custo de tempo de viagem, R\$.

RM = renda média individual, em R\$ / hora.

TVtn = tempo de viagem por motivo trabalho ou negócios, em horas/ano

TVo = tempo de viagem por outros motivos, em horas / ano

EF = percentual de emprego formal na RM = 53,09%, segundo a Pesquisa Domiciliar do PDTU

ES = encargos sociais = 35%(Fonte: COHAB)

Considerando a valoração de 100% nas viagens motivo trabalho e negócios que somam 18,8% do total de viagens, e 50% de valoração nas viagens para os demais motivos que perfazem 81,2% do total, obteve-se o resultado expresso na TABELA 3.4-11.

TABELA 3.4-11 - Benefícios Alcançados por ano no Tráfego Geral – Hipótese 1

Ano	Renda média (R\$/hora)(*)	Nada Fazer			PDTU			Benefício (US\$)
		TVtn (horas/ano)	TVo (horas/ano)	Custo de Tempo de Viagem (R\$)	TVtn (horas/ano)	TVo (horas/ano)	Custo de Tempo de Viagem (R\$)	
2.001	1,92	2.111.127	4.559.136	6.053.234	2.111.127	4.559.136	6.053.234	0
2.002	1,97	2.396.709	5.175.871	7.036.871	2.360.904	5.098.548	6.931.746	52.562
2.003	2,02	2.682.290	5.792.605	8.064.201	2.610.681	5.637.960	7.848.911	107.645
2.004	2,07	2.967.871	6.409.339	9.136.756	2.860.458	6.177.371	8.806.076	165.340
2.005	2,11	3.253.453	7.026.074	10.256.112	3.110.234	6.716.783	9.804.633	225.739
2.006	2,17	3.588.525	7.749.687	11.583.653	3.364.166	7.265.167	10.859.428	362.112
2.007	2,22	3.923.598	8.473.301	12.968.964	3.618.098	7.813.551	11.959.172	504.896
2.008	2,27	4.258.670	9.196.915	14.414.053	3.872.029	8.361.935	13.105.415	654.319
2.009	2,33	4.593.742	9.920.529	15.920.990	4.125.961	8.910.320	14.299.753	810.619
2.010	2,38	4.593.742	9.920.529	16.302.769	4.125.961	8.910.320	14.642.655	830.057
2.011	2,48	4.947.634	10.684.783	18.291.539	4.344.577	9.382.437	16.062.021	1.114.759
2.012	2,58	5.301.525	11.449.038	20.417.920	4.583.192	9.854.554	17.574.358	1.421.781
2.013	2,69	5.655.416	12.213.292	22.689.934	4.781.808	10.326.671	19.184.957	1.752.489
2.014	2,80	6.009.307	12.977.546	25.116.034	5.000.424	10.798.788	20.899.384	2.108.325
2.015	2,92	6.009.307	12.977.546	26.164.295	5.000.424	10.798.788	21.771.656	2.196.320
2.016	3,04	6.486.254	14.007.548	29.419.585	5.229.671	11.293.864	23.720.126	2.849.730
2.017	3,17	6.963.200	15.037.550	32.901.029	5.458.918	11.788.941	25.793.316	3.553.856
2.018	3,30	7.440.147	16.067.552	36.621.833	5.688.166	12.284.017	27.998.244	4.311.795
2.019	3,44	7.917.094	17.097.553	40.595.913	5.917.413	12.779.094	30.342.293	5.126.810
2.020	3,58	7.917.094	17.097.553	42.290.254	5.917.413	12.779.094	31.608.682	5.340.786

Valorando apenas 50% das horas economizadas de viagens por motivo trabalho e negócios, e não valorando as demais, o resultado é apresentado na TABELA 3.4-12:

TABELA 3.4-12 - Benefícios Alcançados por ano no Tráfego Geral – Hipótese 2

Ano	Renda média (R\$/hora)(*)	Nada Fazer			PDTU			Benefício (US\$)
		TVtn (horas/ano)	TVo (horas/ano)	Custo de Tempo de Viagem (R\$)	TVtn (horas/ano)	TVo (horas/ano)	Custo de Tempo de Viagem (R\$)	
2.001	1,92	1.055.564	0	1.455.253	1.055.564	0	1.455.253	0
2.002	1,97	1.198.354	0	1.691.728	1.180.452	0	1.666.456	12.636
2.003	2,02	1.341.145	0	1.938.708	1.305.340	0	1.886.950	25.879
2.004	2,07	1.483.936	0	2.196.560	1.430.229	0	2.117.062	39.749
2.005	2,11	1.626.726	0	2.465.864	1.555.117	0	2.357.124	54.270
2.006	2,17	1.794.263	0	2.784.817	1.682.083	0	2.610.706	87.055
2.007	2,22	1.961.799	0	3.117.858	1.809.049	0	2.875.095	121.382
2.008	2,27	2.129.335	0	3.465.271	1.936.015	0	3.150.662	157.304
2.009	2,33	2.296.871	0	3.827.553	2.062.980	0	3.437.792	194.880
2.010	2,38	2.296.871	0	3.919.336	2.062.980	0	3.520.229	199.553
2.011	2,48	2.473.817	0	4.397.454	2.172.288	0	3.861.458	267.998
2.012	2,58	2.650.762	0	4.908.656	2.281.596	0	4.225.038	341.809
2.013	2,69	2.827.708	0	5.454.869	2.390.904	0	4.612.240	421.314
2.014	2,80	3.004.654	0	6.038.126	2.500.212	0	5.024.404	506.861
2.015	2,92	3.004.654	0	6.290.137	2.500.212	0	5.234.107	528.015
2.016	3,04	3.243.127	0	7.072.739	2.614.836	0	5.702.537	685.101
2.017	3,17	3.481.600	0	7.909.710	2.729.459	0	6.200.951	854.380
2.018	3,30	3.720.074	0	8.804.226	2.844.083	0	6.731.036	1.036.595
2.019	3,44	3.958.547	0	9.759.631	2.958.706	0	7.294.567	1.232.532
2.020	3,58	3.958.547	0	10.166.966	2.958.706	0	7.599.018	1.283.974

b) Transporte Coletivo

$$CTV = \sum \{ [RM (TVtn + 0,5 \cdot TVo) \times EF(1+ES)]_{conv} + [RM (TVtn + 0,5 \cdot TVo) \times EF(1+ES)]_{art} + [RM (TVtn + 0,5 \cdot TVo) \times EF(1+ES)]_{bi-art} \}$$

Onde:

CTV = custo de tempo de viagem, R\$

RM = renda média individual, em R\$ / hora

TVtn = tempo de viagem por motivo trabalho ou negócios, em horas/ano

TVo = tempo de viagem por outros motivos, em horas / ano

EF = percentual de emprego formal na RM = 53,09%(Fonte: Pesquisa Domiciliar do PDTU)

ES = encargos sociais = 35% (Fonte: COHAB)

conv = ônibus convencional
 art = ônibus articulado
 bi-art = ônibus bi-articulado

Considerando a valoração de 100% nas viagens motivo trabalho e negócios que somam 18,8% do total de viagens, e 50% de valoração nas viagens para os demais motivos que perfazem 81,2% do total, obteve-se o resultado expresso na TABELA 3.4-13 a seguir:

TABELA 3.4-13 - Benefícios Alcançados por ano no Transporte Coletivo – Hipótese 1

Ano	Renda média (R\$/hora)	Nada Fazer			PDTU						Benefício (US\$)	
		Convencional		Custo de Tempo de Viagem (RS)	Convencional		Articulado		Bi-Articulado			Custo de Tempo de Viagem (RS)
		TVn (h/ano)	TVo (h/ano)		TVn (h/ano)	TVo (h/ano)	TVn (h/ano)	TVo (h/ano)	TVn (h/ano)	TVo (h/ano)		
2.001	0,67	12.451.691	26.890.354	12.476.299	12.451.691	26.890.354	0	0	0	0	12.476.299	0
2.002	0,69	13.713.773	29.615.914	14.070.375	10.938.184	23.621.824	1.102.229	2.380.346	0	0	12.353.503	858.436
2.003	0,70	14.975.854	32.341.473	15.733.728	9.424.677	20.353.293	2.204.459	4.760.693	0	0	12.217.644	1.758.042
2.004	0,72	16.237.936	35.067.032	17.468.763	7.911.171	17.084.762	3.306.688	7.141.039	0	0	12.068.166	2.700.298
2.005	0,74	17.500.018	37.792.591	19.277.962	6.397.664	13.816.231	4.408.917	9.521.385	0	0	11.904.494	3.686.734
2.006	0,76	18.595.418	40.158.191	20.975.865	6.757.083	14.592.424	4.580.601	9.892.148	0	0	12.789.049	4.093.408
2.007	0,77	19.690.819	42.523.790	22.744.113	7.116.503	15.368.618	4.752.284	10.262.911	0	0	13.709.182	4.517.466
2.008	0,79	20.786.220	44.889.390	24.585.104	7.475.922	16.144.811	4.923.967	10.633.673	0	0	14.666.090	4.959.507
2.009	0,81	21.881.621	47.254.990	26.501.309	7.835.342	16.921.004	5.095.650	11.004.436	0	0	15.661.007	5.420.151
2.010	0,83	22.977.022	49.620.589	28.495.276	8.194.761	17.697.197	5.267.333	11.375.198	0	0	16.695.206	5.900.035
2.011	0,87	23.862.829	51.533.125	30.828.714	8.413.576	18.169.743	5.443.224	11.755.048	0	0	17.901.938	6.463.388
2.012	0,90	24.748.237	53.445.661	33.307.295	8.632.390	18.642.289	5.619.115	12.134.897	0	0	19.180.318	7.063.488
2.013	0,94	25.633.845	55.358.197	35.939.069	8.851.204	19.114.834	5.795.006	12.514.746	0	0	20.534.225	7.702.422
2.014	0,98	26.519.453	57.270.734	38.732.507	9.070.018	19.587.380	5.970.896	12.894.595	0	0	21.967.735	8.382.386
2.015	1,02	27.405.061	59.183.270	41.696.518	9.288.833	20.059.926	6.146.787	13.274.444	0	0	23.485.137	9.105.691
2.016	1,06	28.400.942	61.333.949	45.015.258	9.665.224	20.872.771	6.314.778	13.641.488	913.962	1.973.769	25.825.798	9.594.730
2.017	1,11	29.396.823	63.484.628	48.538.391	10.041.616	21.685.617	6.486.759	14.008.532	1.827.924	3.947.539	28.320.933	10.108.729
2.018	1,15	30.392.704	65.635.308	52.277.197	10.418.008	22.498.463	6.659.759	14.475.576	2.741.886	5.921.308	30.979.358	10.648.919
2.019	1,20	31.388.585	67.785.987	56.243.543	10.794.399	23.311.309	6.831.750	14.942.620	3.655.849	7.895.077	33.810.357	11.216.593
2.020	1,25	32.384.466	69.936.667	60.449.909	11.170.791	24.124.155	7.003.741	15.409.664	4.569.811	9.868.847	36.823.705	11.813.102

(*) Fonte: Relatório Intermediário - PDTU 2001

Valorando apenas 50% das horas economizadas de viagens por motivo trabalho e negócios, e não valorando as demais, o resultado é apresentado na TABELA 3.4-14:

TABELA 3.4-14 - Benefícios Alcançados por ano no Transporte Coletivo – Hipótese 2

Ano	Renda média (R\$/hora)	Nada Fazer			PDTU						Benefício (US\$)	
		Convencional		Custo de Tempo de Viagem (RS)	Convencional		Articulado		Bi-Articulado			Custo de Tempo de Viagem (RS)
		TVn (h/ano)	TVo (h/ano)		TVn (h/ano)	TVo (h/ano)	TVn (h/ano)	TVo (h/ano)	TVn (h/ano)	TVo (h/ano)		
2.001	0,67	6.225.846	0	2.999.417	6.225.846	0	0	0	0	0	2.999.417	0
2.002	0,69	6.856.886	0	3.382.648	5.469.092	0	551.115	0	0	0	2.969.896	206.376
2.003	0,70	7.487.927	0	3.782.533	4.712.339	0	1.102.229	0	0	0	2.937.234	422.649
2.004	0,72	8.118.968	0	4.199.651	3.955.585	0	1.853.344	0	0	0	2.901.298	649.177
2.005	0,74	8.750.009	0	4.634.599	3.198.832	0	2.204.459	0	0	0	2.861.950	886.325
2.006	0,76	9.297.709	0	5.042.791	3.378.542	0	2.290.300	0	0	0	3.074.605	984.093
2.007	0,77	9.845.410	0	5.467.894	3.558.251	0	2.376.142	0	0	0	3.295.814	1.088.040
2.008	0,79	10.393.110	0	5.910.485	3.737.961	0	2.461.983	0	0	0	3.525.863	1.192.311
2.009	0,81	10.940.810	0	6.371.159	3.917.671	0	2.547.825	0	0	0	3.765.050	1.303.054
2.010	0,83	11.488.511	0	6.850.527	4.097.381	0	2.633.667	0	0	0	4.013.681	1.418.423
2.011	0,87	11.931.315	0	7.411.507	4.206.788	0	2.721.812	0	0	0	4.303.791	1.553.858
2.012	0,90	12.374.119	0	8.007.380	4.316.195	0	2.809.557	0	0	0	4.611.125	1.698.128
2.013	0,94	12.816.923	0	8.640.083	4.425.602	0	2.897.503	0	0	0	4.936.617	1.851.733
2.014	0,98	13.259.726	0	9.311.651	4.535.009	0	2.985.448	0	0	0	5.281.246	2.015.203
2.015	1,02	13.702.530	0	10.024.227	4.644.416	0	3.073.394	0	0	0	5.646.043	2.189.092
2.016	1,06	14.200.471	0	10.822.082	4.832.612	0	3.161.389	0	458.981	0	6.208.760	2.306.661
2.017	1,11	14.698.412	0	11.669.076	5.020.808	0	3.249.384	0	913.962	0	6.808.613	2.430.231
2.018	1,15	15.196.362	0	12.587.919	5.209.004	0	3.337.380	0	1.370.943	0	7.447.723	2.580.098
2.019	1,20	15.894.293	0	13.521.466	5.397.200	0	3.425.375	0	1.827.924	0	8.128.321	2.696.572
2.020	1,25	16.192.233	0	14.532.715	5.585.395	0	3.513.370	0	2.284.905	0	8.852.758	2.839.978

3.4.4.3. Totalização dos Benefícios Alcançados

A totalização dos benefícios alcançados por ano encontra-se expressa na TABELA 3.4-15:

TABELA 3.4-15 - Totalização dos Benefícios por Ano – Hipótese 1

Ano	Benefícios Diesel					Benefício Híbrido					Benefício Adicional
	COa	COo	TVa	TVo	Total	COa	COo	TVa	TVo	Total	
2001											
2002	665.395	3.433.510	52.562	858.436	5.009.903	665.395	3.409.525	52.562	858.436	4.985.919	-23.984
2003	1.371.981	6.843.777	107.645	1.758.042	10.081.445	1.371.981	6.795.808	107.645	1.758.042	10.033.476	-47.969
2004	2.118.635	10.234.218	165.340	2.700.298	15.218.491	2.118.635	10.162.265	165.340	2.700.298	15.146.538	-71.953
2005	2.904.285	13.607.379	225.739	3.686.734	20.424.138	2.904.285	13.511.442	225.739	3.686.734	20.328.200	-95.937
2006	3.828.626	14.694.393	362.112	4.093.408	22.978.540	3.828.626	14.594.720	362.112	4.093.408	22.878.867	-99.673
2007	4.783.355	15.780.763	504.896	4.517.466	25.586.480	4.783.355	15.677.354	504.896	4.517.466	25.483.071	-103.409
2008	5.768.827	16.866.491	654.319	4.959.507	28.249.144	5.768.827	16.759.346	654.319	4.959.507	28.142.000	-107.144
2009	6.785.404	17.951.581	810.619	5.420.151	30.967.754	6.785.404	17.840.701	810.619	5.420.151	30.856.874	-110.880
2010	7.833.457	19.036.037	830.057	5.900.035	33.599.587	7.833.457	18.921.421	830.057	5.900.035	33.484.971	-114.616
2011	8.686.447	19.984.044	1.114.759	6.463.388	36.248.639	8.686.447	19.865.601	1.114.759	6.463.388	36.130.195	-118.443
2012	9.579.906	20.931.878	1.421.781	7.063.488	38.997.054	9.579.906	20.809.608	1.421.781	7.063.488	38.874.783	-122.271
2013	10.515.291	21.879.542	1.752.489	7.702.422	41.849.743	10.515.291	21.753.444	1.752.489	7.702.422	41.723.645	-126.098
2014	11.494.140	22.827.034	2.108.325	8.382.386	44.811.885	11.494.140	22.697.109	2.108.325	8.382.386	44.681.960	-129.925
2015	12.518.082	23.774.356	2.196.320	9.105.691	47.594.448	12.518.082	23.640.604	2.196.320	9.105.691	47.460.696	-133.752
2016	14.321.991	24.539.799	2.849.730	9.594.730	51.306.250	14.321.991	24.405.096	2.849.730	9.594.730	51.171.546	-134.704
2017	16.163.077	25.305.614	3.553.856	10.108.729	55.131.275	16.163.077	25.169.959	3.553.856	10.108.729	54.995.620	-135.655
2018	18.042.970	26.071.779	4.311.795	10.648.919	59.075.463	18.042.970	25.935.173	4.311.795	10.648.919	58.938.857	-136.606
2019	19.963.409	26.838.273	5.126.810	11.216.593	63.145.084	19.963.409	26.700.715	5.126.810	11.216.593	63.007.527	-137.558
2020	21.926.239	27.605.076	5.340.786	11.813.102	66.685.203	21.926.239	27.466.567	5.340.786	11.813.102	66.546.695	-138.509

Considerando a alternativa de menor valorização da economia de tempo dos usuários, o total de benefícios alcançado encontra-se expressos na (TABELA 3.4-16):

TABELA 3.4-16 - Totalização dos Benefícios por Ano – Hipótese 2

Ano	Benefícios Diesel					Benefício Híbrido					Benefício Adicional
	COa	COo	TVa	TVo	Total	COa	COo	TVa	TVo	Total	
2001											
2002	665.395	3.433.510	12.636	206.378	4.317.917	665.395	3.409.525	12.636	206.378	4.293.933	-23.984
2003	1.371.981	6.843.777	25.879	422.649	8.664.286	1.371.981	6.795.808	25.879	422.649	8.616.317	-47.969
2004	2.118.635	10.234.218	39.749	649.177	13.041.778	2.118.635	10.162.265	39.749	649.177	12.969.826	-71.953
2005	2.904.285	13.607.379	54.270	886.325	17.452.259	2.904.285	13.511.442	54.270	886.325	17.356.322	-95.937
2006	3.828.626	14.694.393	87.055	984.093	19.594.167	3.828.626	14.594.720	87.055	984.093	19.494.495	-99.673
2007	4.783.355	15.780.763	121.382	1.086.040	21.771.540	4.783.355	15.677.354	121.382	1.086.040	21.668.131	-103.409
2008	5.768.827	16.866.491	157.304	1.192.311	23.984.933	5.768.827	16.759.346	157.304	1.192.311	23.877.789	-107.144
2009	6.785.404	17.951.581	194.880	1.303.054	26.234.919	6.785.404	17.840.701	194.880	1.303.054	26.124.039	-110.880
2010	7.833.457	19.036.037	199.553	1.418.423	28.487.471	7.833.457	18.921.421	199.553	1.418.423	28.372.855	-114.616
2011	8.686.447	19.984.044	267.998	1.553.858	30.492.348	8.686.447	19.865.601	267.998	1.553.858	30.373.904	-118.443
2012	9.579.906	20.931.878	341.809	1.698.128	32.551.721	9.579.906	20.809.608	341.809	1.698.128	32.429.451	-122.271
2013	10.515.291	21.879.542	421.314	1.851.733	34.667.880	10.515.291	21.753.444	421.314	1.851.733	34.541.782	-126.098
2014	11.494.140	22.827.034	506.861	2.015.203	36.843.238	11.494.140	22.697.109	506.861	2.015.203	36.713.313	-129.925
2015	12.518.082	23.774.356	528.015	2.189.092	39.009.545	12.518.082	23.640.604	528.015	2.189.092	38.875.793	-133.752
2016	14.321.991	24.539.799	685.101	2.306.661	41.853.553	14.321.991	24.405.096	685.101	2.306.661	41.718.850	-134.704
2017	16.163.077	25.305.614	854.380	2.430.231	44.753.302	16.163.077	25.169.959	854.380	2.430.231	44.617.647	-135.655
2018	18.042.970	26.071.779	1.036.595	2.560.098	47.711.443	18.042.970	25.935.173	1.036.595	2.560.098	47.574.836	-136.606
2019	19.963.409	26.838.273	1.232.532	2.696.572	50.730.788	19.963.409	26.700.715	1.232.532	2.696.572	50.593.229	-137.558
2020	21.926.239	27.605.076	1.283.974	2.839.978	53.655.268	21.926.239	27.466.567	1.283.974	2.839.978	53.516.759	-138.509

3.4.4.4. Avaliação Econômica

Para efeito da avaliação econômica global do projeto foi utilizado o custo econômico dos investimentos a serem feitos na RMB. A determinação deste custo considerou:

- 100% de nacionalização de equipamentos e materias e um "custo sombra" = custo financeiro, considerando a participação desses itens em 40% do custo total das intervenções;
- um "custo sombra" de mão de obra estimado segundo a equação de Haveman
"Custo sombra" = (remuneração de mercado) x (1,25 - taxa de desemprego / 0,2).

Sendo a taxa de desemprego = 7,2% (fonte: Pesquisa Domiciliar do PDTU) e considerando a participação da mão de obra em cerca de 20% do custo total das intervenções (Pesquisa na RMB):

$$\text{Custo econômico} = [20\%(\text{custo sombra}) + 80\%] \times \text{custo financeiro}$$

$$\text{Custo econômico} = [20\%(1,25 - 0,072/0,2) + 80\%] \times \text{custo financeiro} = 0,978 \times \text{custo financeiro}$$

A avaliação econômica de todo o conjunto de projetos do PDTU/2001 por ano, apresentou os seguintes resultados, expressos na TABELA 3.4-17, para a hipótese 1:

TABELA 3.4-17 - Avaliação Econômica por ano – Hipótese 1.

Ano	PDTU - Diesel			PDTU - Híbrido		
	Custo	Benefício	B-C	Custo (*)	Benefício	B-C
2001						
2002						
2003	5.929.156	10.081.445	4.152.288	5.929.156	10.033.476	4.104.320
2004	42.037.792	15.218.491	-26.819.301	42.037.792	15.146.538	-26.891.254
2005	57.943.917	20.424.138	-37.519.779	57.943.917	20.328.200	-37.615.716
2006	14.793.561	22.978.540	8.184.979	14.793.561	22.878.867	8.085.306
2007	21.108.624	25.586.480	4.477.855	21.108.624	25.483.071	4.374.447
2008	10.572.106	28.249.144	17.677.038	10.572.106	28.142.000	17.569.894
2009	3.600.460	30.967.754	27.367.294	3.600.460	30.856.874	27.256.414
2010	9.400.803	33.599.587	24.198.784	9.400.803	33.484.971	24.084.168
2011	3.575.707	36.248.639	32.672.931	3.575.707	36.130.195	32.554.488
2012	5.438.310	38.997.054	33.558.743	5.438.310	38.874.783	33.436.473
2013	6.291.562	41.849.743	35.558.181	6.291.562	41.723.645	35.432.083
2014	4.211.082	44.811.885	40.600.802	4.211.082	44.681.960	40.470.877
2015	8.313.411	47.594.448	39.281.038	8.313.411	47.460.696	39.147.285
2016	5.830.918	51.306.250	45.475.332	5.830.918	51.171.546	45.340.629
2017	9.805.844	55.131.275	45.325.432	9.805.844	54.995.620	45.189.777
2018	9.765.027	59.075.463	49.310.436	9.765.027	58.938.857	49.173.830
2019	2.898.939	63.145.084	60.246.146	2.898.939	63.007.527	60.108.588
2020	20.799.751	66.685.203	45.885.452	20.799.751	66.546.695	45.746.943
Resíduo	-110.002.373		110.002.373	-110.002.373		110.002.373
Total	132.314.596	691.950.622	449.633.653	132.314.596	689.885.521	447.568.551

Sendo as figuras de mérito de avaliação econômica expressas na (TABELA 3.4-18):

TABELA 3.4-18 - Figuras de Mérito – Hipótese 1

Alternativas	Figuras de Mérito			
	B-C	B/C	VPL	TIR
PDTU - Diesel	449.633.653	5,23	79.598.594	30,32%
PDTU - Híbrido	447.568.551	5,21	79.011.672	30,13%

Observa-se que os resultados obtidos para as duas diferentes tecnologias de propulsão estudadas são bastante próximos, indicando pelas vantagens de conforto e emissão de poluição da tecnologia híbrida, considerando, que a mesma merece ser estudada mais profundamente quando da elaboração dos Estudos de Viabilidade Econômica, que deverá detalhar os aspectos tecnológicos e ambientais das duas alternativas.

Examinando a sensibilidade dos resultados numa variação de 20%, ainda se obtém boas figuras de mérito na hipótese mais desfavorável conforme indica a TABELA 3.4-19:

TABELA 3.4-19 - Análise de Sensibilidade para Variações de até 20% – Hipótese 1

Custo	Benefício	Alternativas	Figuras de Mérito			
			B-C	B/C	VPL	TIR
		PDTU - Diesel	449.633.653	5,23	79.599.994	30,32%
		PDTU - Híbrido	447.568.551	5,21	79.013.072	30,13%
+5%	-5%	PDTU - Diesel	402.920.273	4,73	66.454.088	25,99%
		PDTU - Híbrido	400.958.427	4,72	65.896.513	25,84%
+10%	-10%	PDTU - Diesel	356.206.894	4,28	53.308.182	22,40%
		PDTU - Híbrido	354.348.302	4,27	52.779.953	22,28%
+15%	-15%	PDTU - Diesel	309.493.514	3,87	40.162.276	19,34%
		PDTU - Híbrido	307.738.178	3,85	39.663.393	19,24%
+20%	-20%	PDTU - Diesel	262.780.134	3,49	27.016.371	16,66%
		PDTU - Híbrido	261.128.053	3,48	26.546.834	16,57%

A avaliação econômica de todo o conjunto do PDTU/2001, segundo a alternativa de menor valorização do tempo de viagem do usuário é apresentada na (TABELA 3.4-20):

TABELA 3.4-20 - Avaliação Econômica por Ano – Hipótese 2

Ano	PDTU - Diesel			PDTU - Híbrido		
	Custo	Benefício	B-C	Custo (*)	Benefício	B-C
2001						
2002						
2003	5.929.156	8.664.286	2.735.130	5.929.156	8.616.317	2.687.161
2004	42.037.792	13.041.778	-28.996.013	42.037.792	12.969.826	-29.067.966
2005	57.943.917	17.452.259	-40.491.657	57.943.917	17.356.322	-40.587.595
2006	14.793.561	19.594.167	4.800.607	14.793.561	19.494.495	4.700.934
2007	21.108.624	21.771.540	662.915	21.108.624	21.668.131	559.507
2008	10.572.106	23.984.933	13.412.827	10.572.106	23.877.789	13.305.683
2009	3.600.460	26.234.919	22.634.459	3.600.460	26.124.039	22.523.579
2010	9.400.803	28.487.471	19.086.668	9.400.803	28.372.855	18.972.052
2011	3.575.707	30.492.348	26.916.640	3.575.707	30.373.904	26.798.197
2012	5.438.310	32.551.721	27.113.411	5.438.310	32.429.451	26.991.141
2013	6.291.562	34.667.880	28.376.318	6.291.562	34.541.782	28.250.220
2014	4.211.082	36.843.238	32.632.155	4.211.082	36.713.313	32.502.230
2015	8.313.411	39.009.545	30.696.135	8.313.411	38.875.793	30.562.382
2016	5.830.918	41.853.553	36.022.636	5.830.918	41.718.850	35.887.932
2017	9.805.844	44.753.302	34.947.458	9.805.844	44.617.647	34.811.803
2018	9.765.027	47.711.443	37.946.416	9.765.027	47.574.836	37.809.809
2019	2.898.939	50.730.786	47.831.848	2.898.939	50.593.229	47.694.290
2020	20.799.751	53.655.268	32.855.517	20.799.751	53.516.759	32.717.008
Resíduo	-110.002.373		110.002.373	-110.002.373		110.002.373
Total	132.314.596	571.500.438	329.183.468	132.314.596	569.435.336	327.118.367

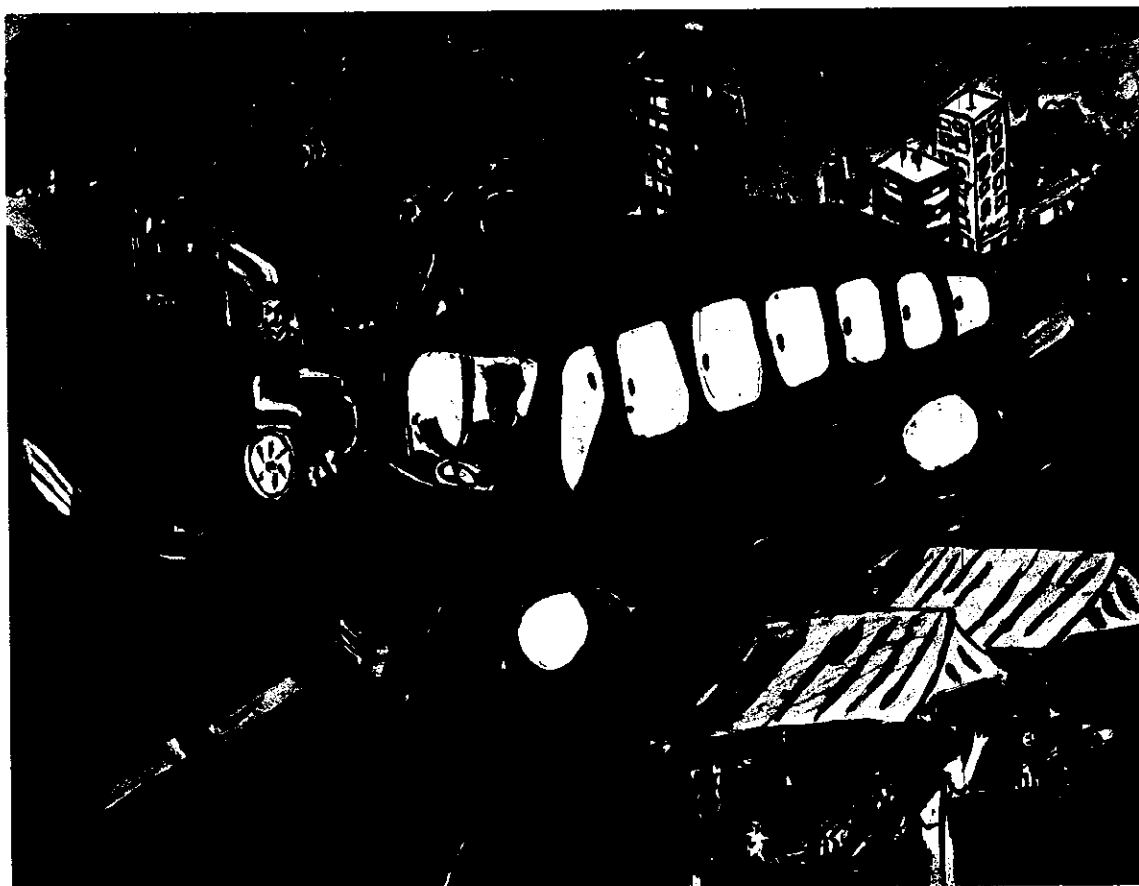
E as figuras de mérito de avaliação econômica (TABELA 3.4-21):

TABELA.3.4-21 - Figuras de Mérito – Hipótese 2

Alternativas	Figuras de Mérito			
	B-C	B/C	VPL	TIR
PDTU - Diesel	329.183.468	4,32	51.527.612	23,43%
PDTU - Híbrido	327.118.367	4,30	50.940.691	23,27%

Mesmo na hipótese mais desfavorável a análise de sensibilidade numa variação de 20% apresenta bons resultados, conforme indica (TABELA 3.4-22):

TABELA 3.4-22 - Análise de Sensibilidade para Variações de até 20% – Hipótese 2



Autor: Anderson da Silva Costa
Título da Obra: Ônibus Amigo
Escola: Prof. Antônio M. Júnior - 8ª. série
Classificação: 4º. lugar

CAPÍTULO 4

DIRETRIZES E RECOMENDAÇÕES

4.1. SISTEMA VIÁRIO

O sistema viário proposto para a RMB foi concebido a partir do diagnóstico do momento presente, onde foram levantados todos os projetos existentes, os problemas atuais, e o comportamento da demanda futura sobre este sistema.

A hierarquização viária, e seu adequado tratamento físico, buscando atender a todos os modos de transporte dentro dos horizontes de projeto previstos no PDTU/2001, deverá trazer os seguintes benefícios:

- Assegurar a fluidez de grande parte do tráfego no sistema viário estrutural, arterial e coletor, através de alterações na circulação, uso e operação, reduzindo consideravelmente os conflitos e aumentando a segurança;
- Atender aspectos ligados à acessibilidade (estacionamento e carga e descarga) no sistema viário local, com tratamento específico adequado a estas funções;
- Melhorar a qualidade de vida dos cidadãos com a diferenciação do uso das vias e a segregação do tráfego de passagem no sistema viário arterial da área central, permitindo que os diferentes interesses de uso do solo sejam respeitados e estimulados;
- Introduzir nos principais corredores o modo cicloviário, através de tratamento físico separando-o do fluxo veicular, visando a diminuição do número de acidentes, e conseqüentemente, estimulando este modo de transporte;
- Atender de maneira prioritária a circulação do transporte coletivo com medidas que não só favoreçam a sua circulação, como também, adotando dispositivos que dêem conforto e segurança ao usuário.

4.1.1 DIRETRIZES PARA OS GRUPOS DE PROJETOS

As recomendações aqui apresentadas visam consolidar um conjunto de novos corredores que tem como funções principais:

- A ampliação de capacidade de tráfego entre a Área de Expansão e a Primeira Léguas, com a implantação e ampliação de eixos alternativos às rodovias BR-316 e Augusto Montenegro, uma vez que estas serão prioritárias para o sistema de transporte público;
- A integração entre estes eixos através de um conjunto de vias coletoras;
- A consolidação de anéis periféricos ao hipercentro, à Primeira Léguas e à Área de Expansão;
- A estruturação viária a partir do último anel (da Área de Expansão), através de eixos complementares ao norte e ao sul da Rodovia BR-316 (FIGURA 4.1-1);
- Melhoria das condições de segurança no trânsito cicloviário.

O programa de implantação expresso no item 3.4, estabeleceu um *ranking* de prioridades com base na avaliação de desempenho de cada grupo de projetos, e de sua importância em relação ao sistema de transporte público, foi estabelecido ainda um cronograma de implantação, destacando porém que cada um desses grupos merecem recomendações específicas:

- Prolongamento da Avenida 1.º de Dezembro até a Alça Viária – Embora tenha alcançado o segundo melhor desempenho na avaliação econômica, este grupo de projetos foi priorizado no cronograma de implantação, tendo em vista sua importância como alternativa de tráfego na implantação dos corredores Almirante Barroso e BR-316. O bom desempenho das funções desta via está diretamente condicionado à consolidação de sua ligação com a Rodovia BR-316 e com áreas situadas ao norte desta, onde se evidenciam vias que acessam o Entroncamento e a Rodovia Augusto Montenegro, o viaduto e a Rodovia do Coqueiro, e o Conjunto Cidade Nova. Este projeto requer também um criterioso estudo de impacto ambiental, tendo em vista sua proximidade com os lagos Bolonha e Água Preta;
- Avenida Independência – Em virtude deste projeto já está sendo executado pelo Governo do Estado, seu cronograma de ampliação foi estabelecido a partir de 2006, embora esta Avenida tenha apresentado melhor desempenho econômico que as demais. A ampliação recomendada no PDTU propõe a adoção de 3 faixas por sentido, possibilitando a utilização deste corredor para operação de linha troncal de transporte coletivo. Neste grupo, merece também destaque, o

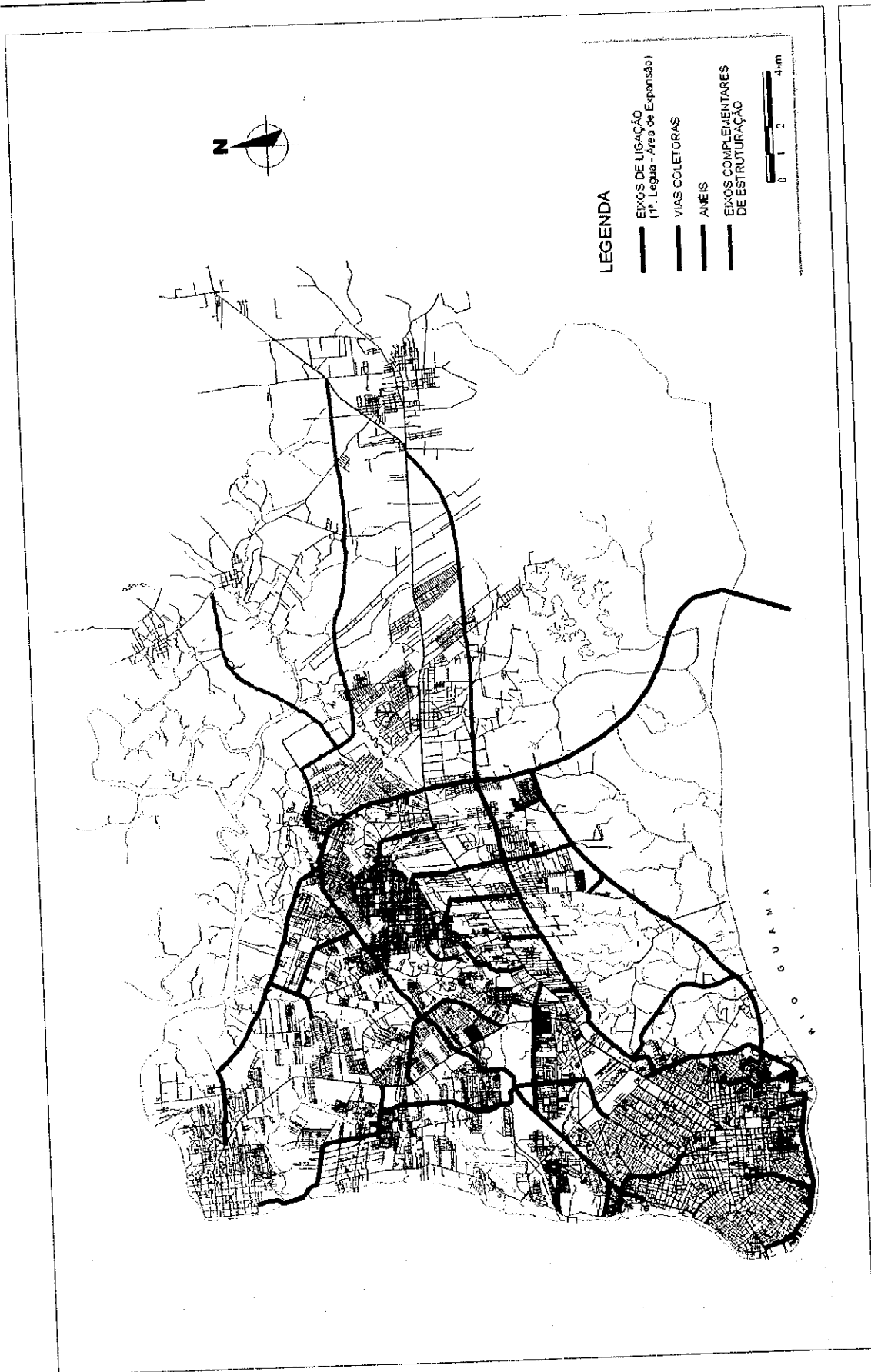


FIGURA 4.1-1 - Modelo Básico de Concepção das Alternativas Viárias

prolongamento e ampliação da rua da Marinha, que está previsto para o ano 2005, como alternativa para dispersão do tráfego que atualmente utiliza as Avenidas Almirante Barroso e Pedro Álvares Cabral;

- Avenida Liberdade – Embora este projeto tenha apresentado o terceiro melhor desempenho na avaliação econômica; foram estimados, nesta fase, apenas os custos necessários a execução das obras viárias, a exemplo dos demais projetos; não considerando portanto, custos inerentes à ações mitigadoras dos prováveis impactos ambientais relacionados à via, como a ocupação indevida de suas margens às proximidades dos mananciais, dentre outras. Tais considerações deverão estar presentes na elaboração do projeto básico da Avenida;
- Prolongamento da Avenida Pedro Miranda – O prolongamento da Avenida Pedro Miranda está previsto no Plano Diretor Urbano do Município de Belém, este projeto contém um trecho de grande complexidade de execução. A ligação da Avenida Pedro Miranda com a Avenida Rodolfo Chermont, prevista no PDTU, é de grande importância para a continuidade de um corredor estrutural entre Belém e Icoaraci; este trecho possibilitará também conexões entre os seguintes corredores: Avenida Dr. Freitas, Avenida Júlio César e Avenida Pedro Álvares Cabral. A execução desta ligação, por tratar-se de via nova, exigirá desapropriações e obras viárias de grande porte, principalmente devido a transposição da pista do Aeroporto Júlio César.

Destacam-se neste projeto viário as seguintes intervenções (FIGURA 4.1-2):

- 1) Interseção Avenida Pedro Miranda com Avenida Dr. Freitas
Em função do greide da Avenida Dr. Freitas encontrar-se elevado em relação à Avenida Pedro Miranda, propõe-se a transposição em níveis diferentes com a execução de trincheira na Avenida Pedro Miranda (FIGURAS 4.1-3 e 4.1-4);
- 2) Transposição da Área do Aeroporto Júlio César
Em continuidade à trincheira da Avenida Pedro Miranda, já dentro da área do aeroporto, esta via prosseguirá através de "Túnel Falso" até as imediações da pista, a partir deste ponto, em Túnel, visando à transposição transversal da pista do aeroporto (FIGURAS 4.1-3 e 4.1-4);
- 3) Interseção com Avenida Júlio César
Após o Túnel, a ligação continua em trincheira passando sob a Avenida Júlio César, e conectando-se a esta através de alças. A partir das alças de ligação com a Avenida Júlio César, a via passa a ter características normais no nível do solo, com duas pistas de tráfego separadas por canteiro central, e passeios laterais (FIGURA 4.1-5);
- 4) Interseção com Avenida Pedro Álvares Cabral e conexão à Avenida Rodolfo Chermont
Nas proximidades da interseção com a Avenida Pedro Álvares Cabral a referida ligação sofre novamente um mergulho médio, transpondo esta avenida através de trincheira até encontrar a Rua Rodolfo Chermont. Devido problemas de cota em relação ao canal da Marambaia, logo após a referida interseção, torna-se necessário a elevação da Avenida Pedro Álvares Cabral. Esta elevação poderá ser executada em corpo de aterro, contido por cortinas do tipo terra armada ou similar (FIGURA 4.1-6).

O grande empecilho à consolidação deste corredor está na transposição de áreas institucionais da Aeronáutica e da Marinha. O PDTU/2001 recomenda que todos os esforços sejam efetuados no sentido de consolidar este eixo, uma vez que ele será a principal alternativa à Rodovia Augusto Montenegro; nesse sentido, os projetos aqui propostos buscam minimizar custos de desapropriação dos equipamentos de grande porte que se encontram em plena utilização, como no caso do aeroporto, e, em relação ao trecho que atravessa as terras da Marinha, onde observa-se que esta área será utilizada também no projeto da Avenida Independência, que tem seu cronograma de implantação anterior ao prolongamento da Avenida Pedro Miranda. Cabe ainda destacar a necessidade de preservação das faixas de domínio da Avenida Yamada e das rodovias Coqueiro / Tapanã e Arthur Bernardes.

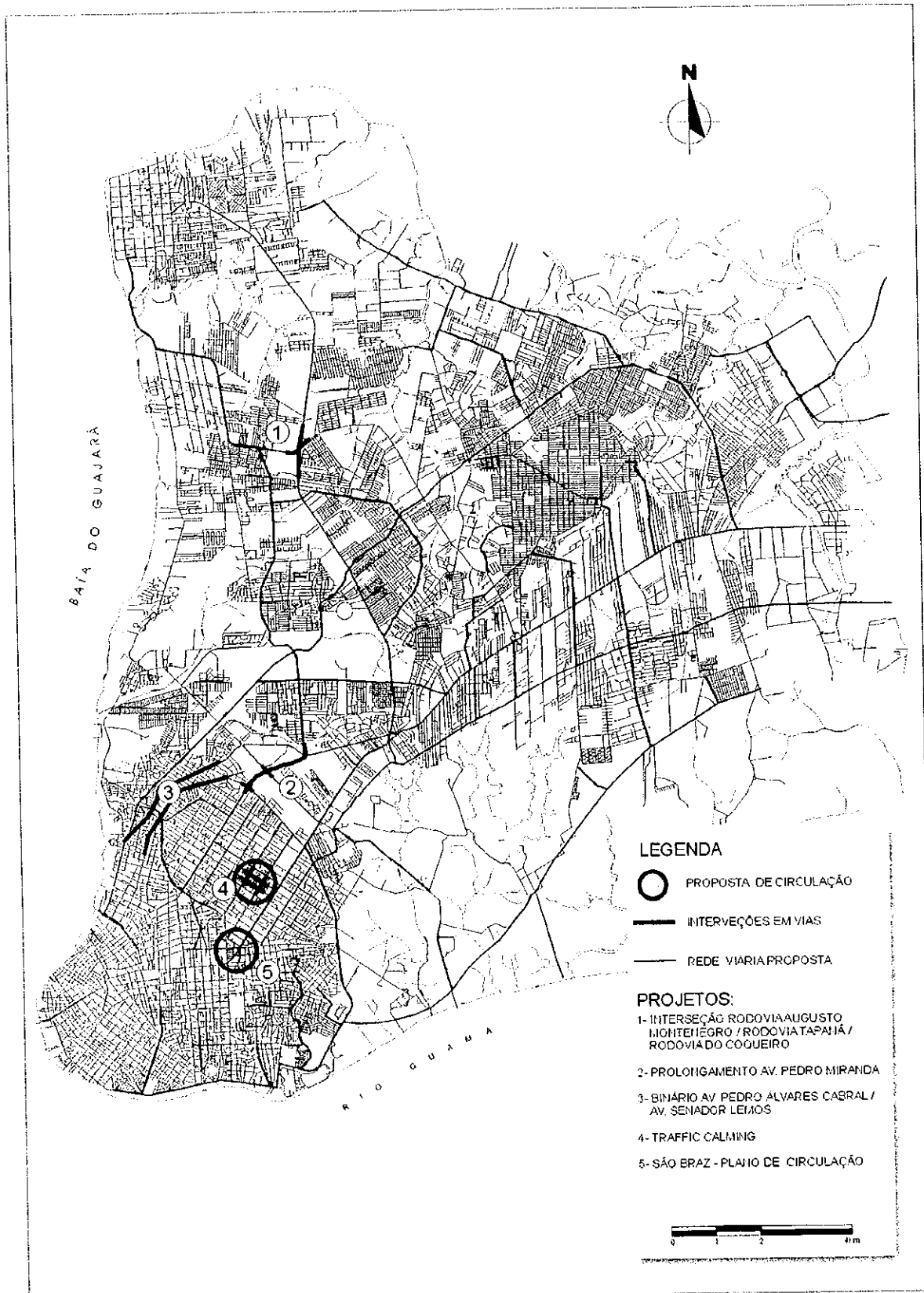


FIGURA 4.1-2 - Localização de Projetos - Sistema de Circulação

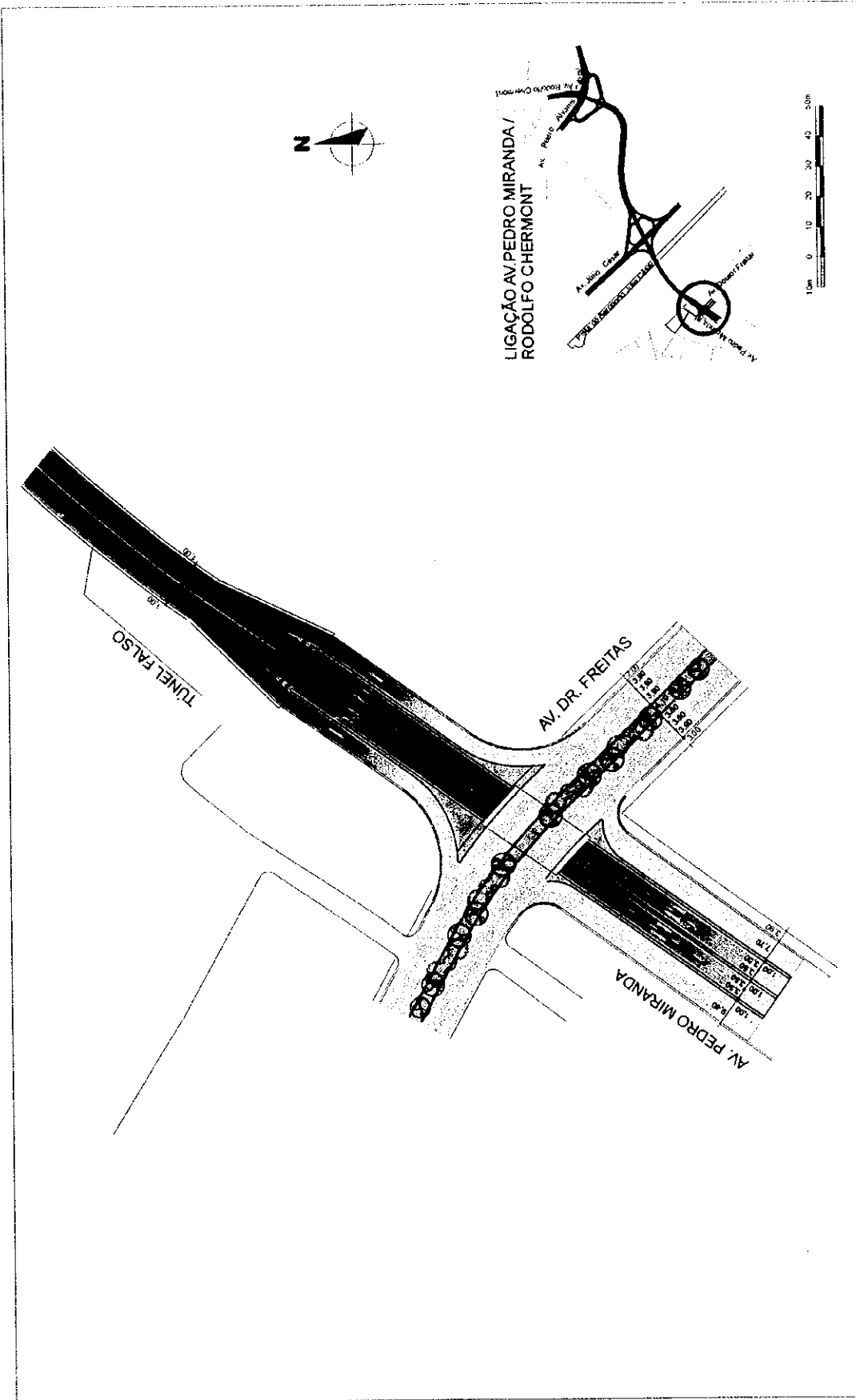


FIGURA 4.1-3 - Ligação Av. Pedro Miranda / Av. Rodolfo Chermont - Detalhe Interseção c/ Av. Doutor Freitas

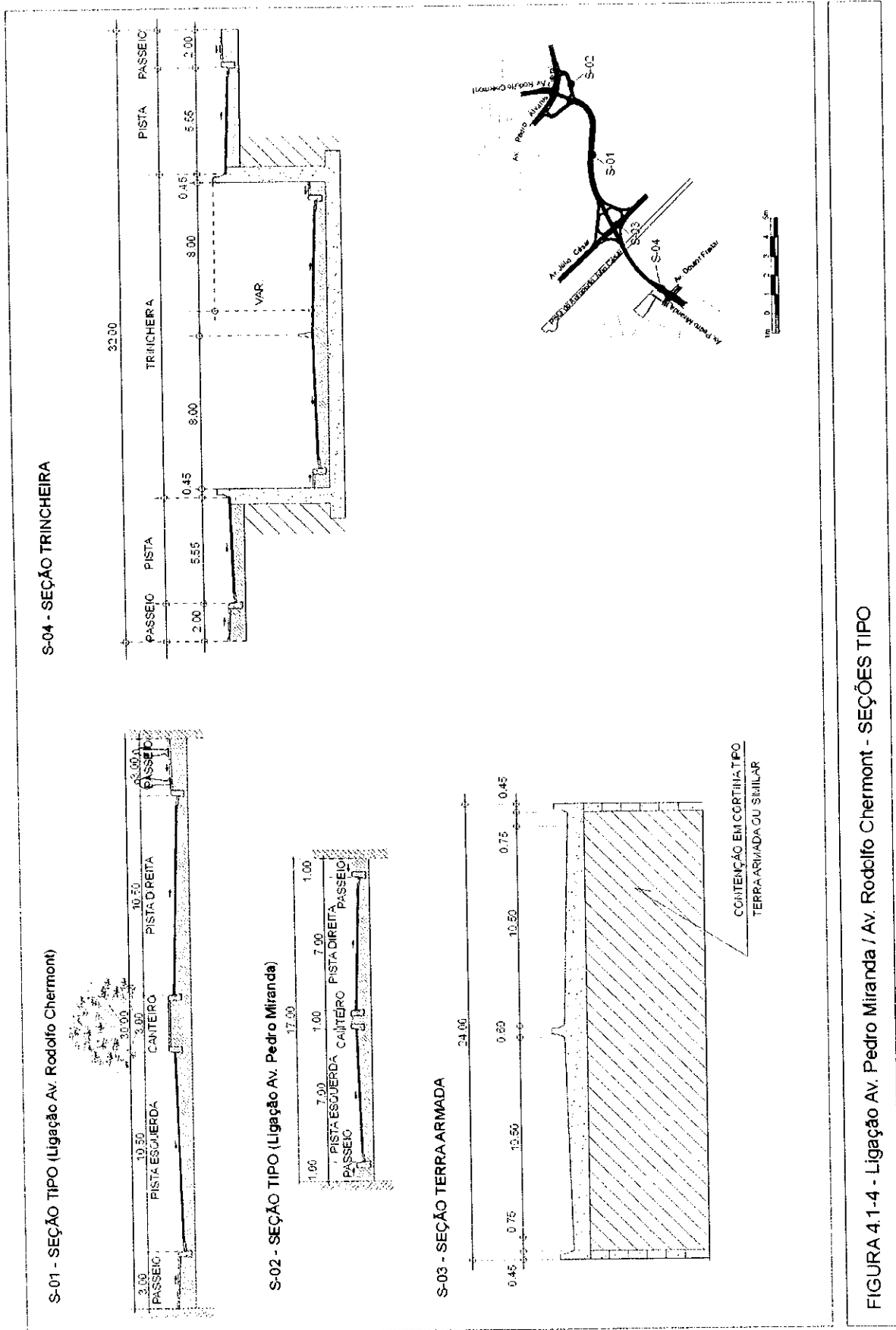


FIGURA 4.1-4 - Ligação Av. Pedro Miranda / Av. Rodolfo Chermont - SEÇÕES TIPO

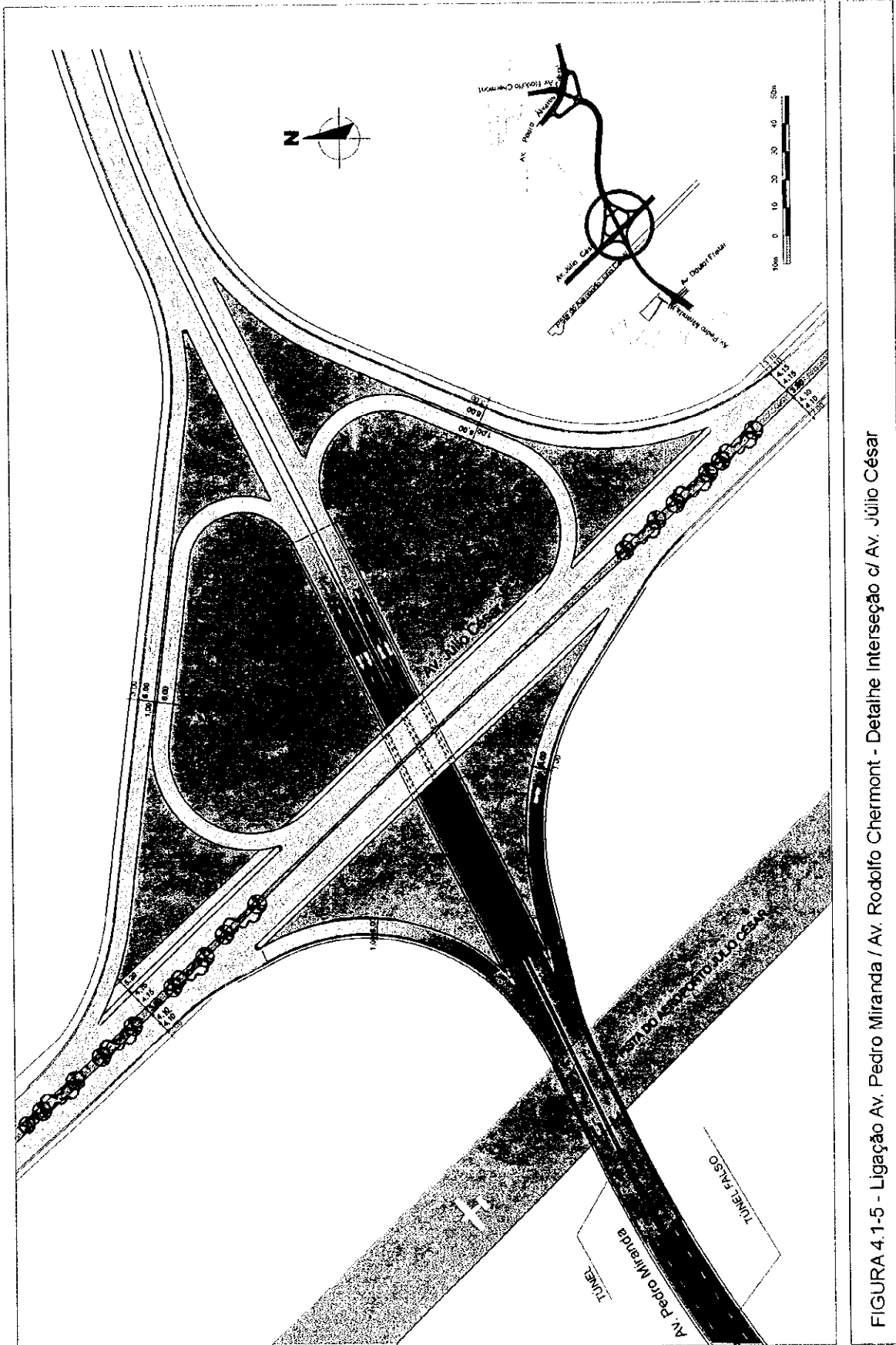


FIGURA 4.1-5 - Ligaçao Av. Pedro Miranda / Av. Rodolfo Chermont - Detalhe Intersecao c/ Av. Julio Cesar

- Duplicação das Avenidas Bernardo Sayão e Perimetral – Tendo em vista o elevado custo de desapropriação e a baixa atratividade em relação aos demais projetos, este projeto apresentou o pior desempenho econômico dentre os avaliados. Na elaboração do projeto básico deve ser considerado no entanto, a efetiva possibilidade de duplicação de alguns trechos de via como forma de melhorar a circulação periférica na Primeira Léguas Patrimonial.
- Os projetos contidos nos grupos 5 e 6 tem como função principal a estruturação viária de áreas periféricas da RMB até 2020, cabendo destacar no entanto, a necessidade de preservação de suas diretrizes desde já.

A FIGURA 4.1-7 apresenta sistema viário proposto no horizonte do projeto, com seu respectivo número de faixas de rolamento, onde se destacam os BR-316, Almirante Barroso, Augusto Montenegro e Independência com 6 faixas, reforçando a ligação entre a 1.^a Léguas e a Área de Expansão. As demais vias foram propostas com 4, 3 e 2 faixas, cabendo ressaltar a continuidade das 3 faixas por sentido da Avenida Pedro Álvares Cabral, com a implantação do binário entre esta e a Avenida Senador Lemos.

Finalmente, propõe-se a hierarquização do sistema viário metropolitano em três níveis, estrutural, arterial e coletora, (FIGURA 4.1-8). Esta hierarquização deverá ser compatível com a legislação urbanística de uso e ocupação do solo de cada município, além de futuramente ser adotada também pelo órgão gestor metropolitano como um dos elementos estruturantes de seu território.

4.1.2. RECOMENDAÇÕES ESPECÍFICAS PARA REDE CICLOVIÁRIA

Outro aspecto que merece destaque, diz respeito à recomendação para implantação de uma rede cicloviária que possibilite uma ligação mais efetiva entre o centro e a periferia (FIGURA 4.1-9). Embora não esteja considerado na previsão de demanda futura, o modo bicicleta merece especial atenção dada sua participação na divisão modal, 7,52% do total de deslocamentos. O crescimento da demanda de tráfego por bicicleta, aliado a ausência de vias adequadas à circulação deste modo, tem como resultado um elevado número de colisões entre auto e bicicleta na RMB, conforme indicam as estatísticas do DETRAN/PA (372 colisões em 1999 e 440 colisões em 2000). Estes dados retificam os resultados da pesquisa de opinião do usuário de bicicleta, onde 54,7% dos entrevistados afirmam que o principal problema enfrentado em seus deslocamentos é “a falta de segurança no trânsito”.

A distância ideal para o transporte utilizando bicicleta é de 2 a 3km, admitindo-se como normal uma viagem casa/trabalho de 5 a 6km. Em bicicletas com o câmbio de marchas, e em cidades com boas condições topográficas, como é o caso de Belém, e existindo infra-estrutura adequada, tais viagens podem atingir de 10 a 15km.

A maior vantagem do deslocamento por bicicleta em relação ao a pé, vem de sua agilidade no tráfego; um ciclista é capaz de andar numa velocidade de até 16km/h em área urbana, o que equivale a aproximadamente quatro vezes a velocidade de um pedestre. Além disso, a bicicleta utilizada em condições ideais, é um meio de transporte saudável, econômico e que não gera danos ambientais à cidade.

A pesquisa domiciliar aponta que em Belém a bicicleta é mais utilizada como meio de transporte nos deslocamentos para “estudo” e “residência”, caracterizando assim, o estudante como principal usuário.

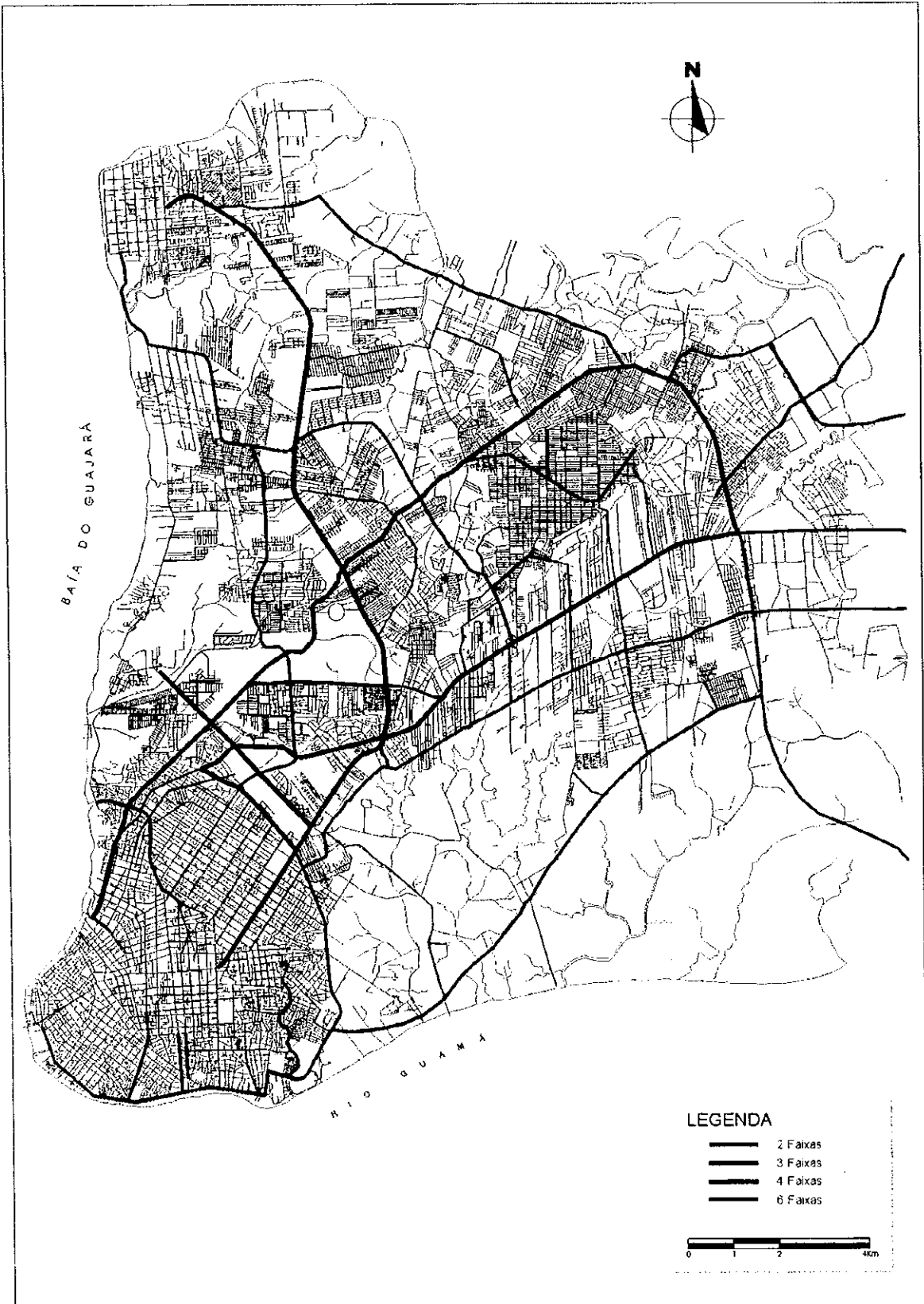


FIGURA 4.1-7 - Número de Faixas de Tráfego - Sistema Viário 2020

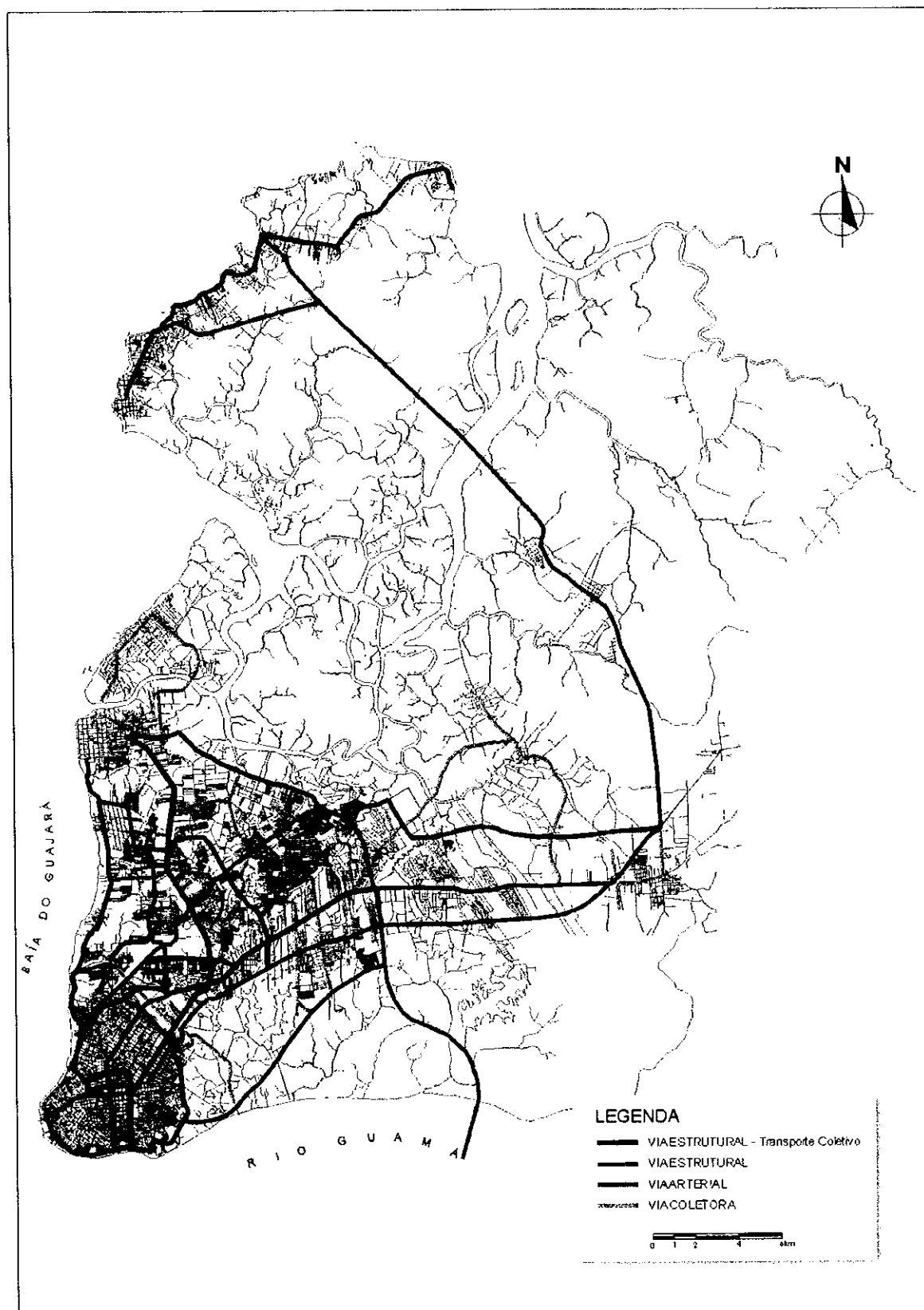


FIGURA 4.1-8 - Hierarquia Viária Proposta para RMB

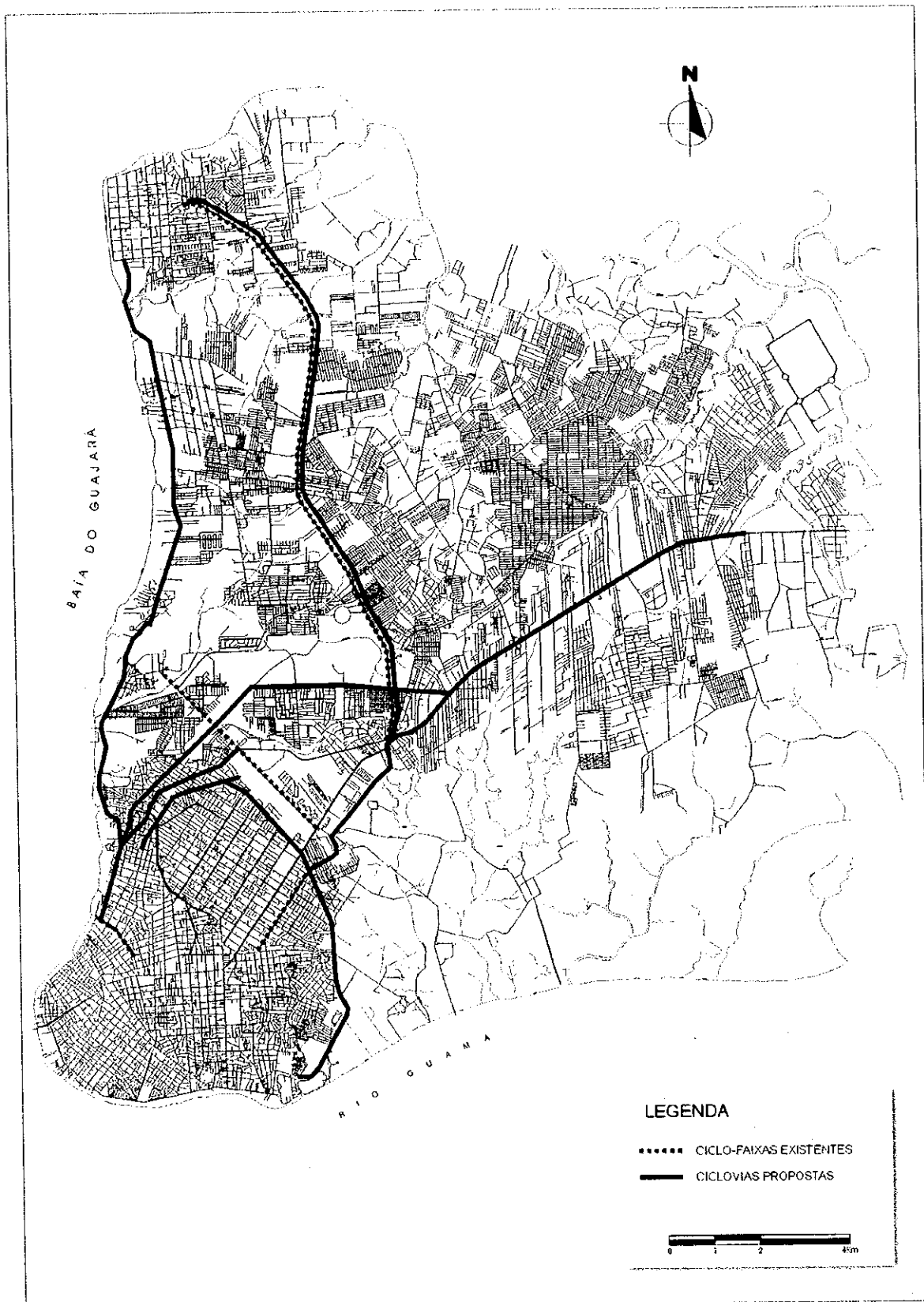


FIGURA 4.1-9 - Redes Ciclovárias Atual e Proposta

No cadastro viário efetuado, foram levantadas ciclofaixas nos corredores: Rodovia Augusto Montenegro, Avenida Júlio César, Avenida Visconde de Souza Franco e Avenida 1.º de Dezembro (FIGURA 4.1-9). Tais ciclofaixas encontram-se subdimensionadas e separadas do tráfego veicular apenas por dispositivos sinalizadores, como pintura horizontal e tachões, o que além de contrariar as normas de segurança existentes, pelo fato de não terem sido implantadas atendendo a origens e destinos previamente avaliados; encontram-se sub-utilizadas, pois a eficiência de um sistema cicloviário como meio de transporte, exceto em casos de ciclovias de lazer, está diretamente ligada às linhas de desejo de seus usuários, e devem ser consideradas e tratadas com integração no contexto do sistema de transporte e viário da cidade. Ressalta-se ainda, a necessidade de dotar o sistema cicloviário de toda a infra-estrutura necessária à segurança do ciclista, tais como, proteções físicas, sinalizações específicas e adequadas ao sentido de circulação da via, estacionamentos seguros, etc. Estas medidas são altamente positivas no sentido de criar facilidades que promovam o uso da bicicleta.

Dentre essas facilidades destaca-se a necessidade de:

- Implantar espaços e equipamentos para estacionamento e guarda de bicicletas;
- Garantir circulação segura, através de intervenções físicas e de sinalização, em especial nos cruzamentos, pois os trechos lineares, geralmente, apresentam melhores condições de tráfego;

Tais ações, aliadas a campanhas educativas, são de fundamental importância para redução do elevado número de acidentes com bicicletas.

- Estacionamentos de Bicicletas

No que se refere aos estacionamentos, as pesquisas realizadas em cidades com alto índice de utilização de bicicletas revelam que, o estacionamento ou bicicletário, é um dos fatores de maior peso no incentivo ao uso de bicicleta, chegando mesmo a superar a própria ciclofaixa ou ciclovia.

Existem dois tipos principais de estacionamento para bicicleta: os de curta duração (utilizados em áreas comerciais e de serviços) e os de longa duração (utilizados em fábricas, escolas, terminais de ônibus, estações de trem, etc.). Normalmente os estacionamentos de longa duração são cobertos e possuem dispositivos de ancoragem da bicicleta, variáveis em função da segurança exigida. Nos estacionamentos de curta duração, usa-se um tipo de suporte simples, tipo cavalete, que permite o ciclista colocar sua bicicleta sem que ela caia, usando também correntes que dificultam o furto.

Visando promover maior segurança, esses suportes devem ser implantados:

- Em áreas de grande movimento, para facilitar o controle social;
- Sob marquises, ou em áreas internas de galerias, de forma que os usuários e suas bicicletas fiquem protegidos das intempéries;
- O mais próximo possível dos destinos mais freqüentes de viagens.
- Com suportes simples e de baixo custo, fáceis de implantar e de utilizar, ocupando pouco espaço e construídos com ferro galvanizado de alta resistência e grande durabilidade.

Apresenta-se a seguir (FIGURA 4.1-10) o espaço e a distribuição das vagas para estacionamento de bicicletas (com suporte tipo cavalete).

Nos projetos cicloviário aqui mencionados, foram considerados os seguintes parâmetros:

- Espaço Útil do Ciclista (Gabarito de projeto)

Admite-se que o ciclista inscreva-se em uma figura com as seguintes dimensões :

- Largura = 1,00m;
- Comprimento = 1,75m
- Altura = 2,25m

A largura de 1,00m resulta do tamanho do guidon (0,60m), acrescido do espaço necessário ao movimento dos braços e das pernas, (0,20m para cada lado). O gabarito a adotar, portanto, será superior em 0,50m na largura, e em 0,25cm na altura (FIGURA 4.1-10).

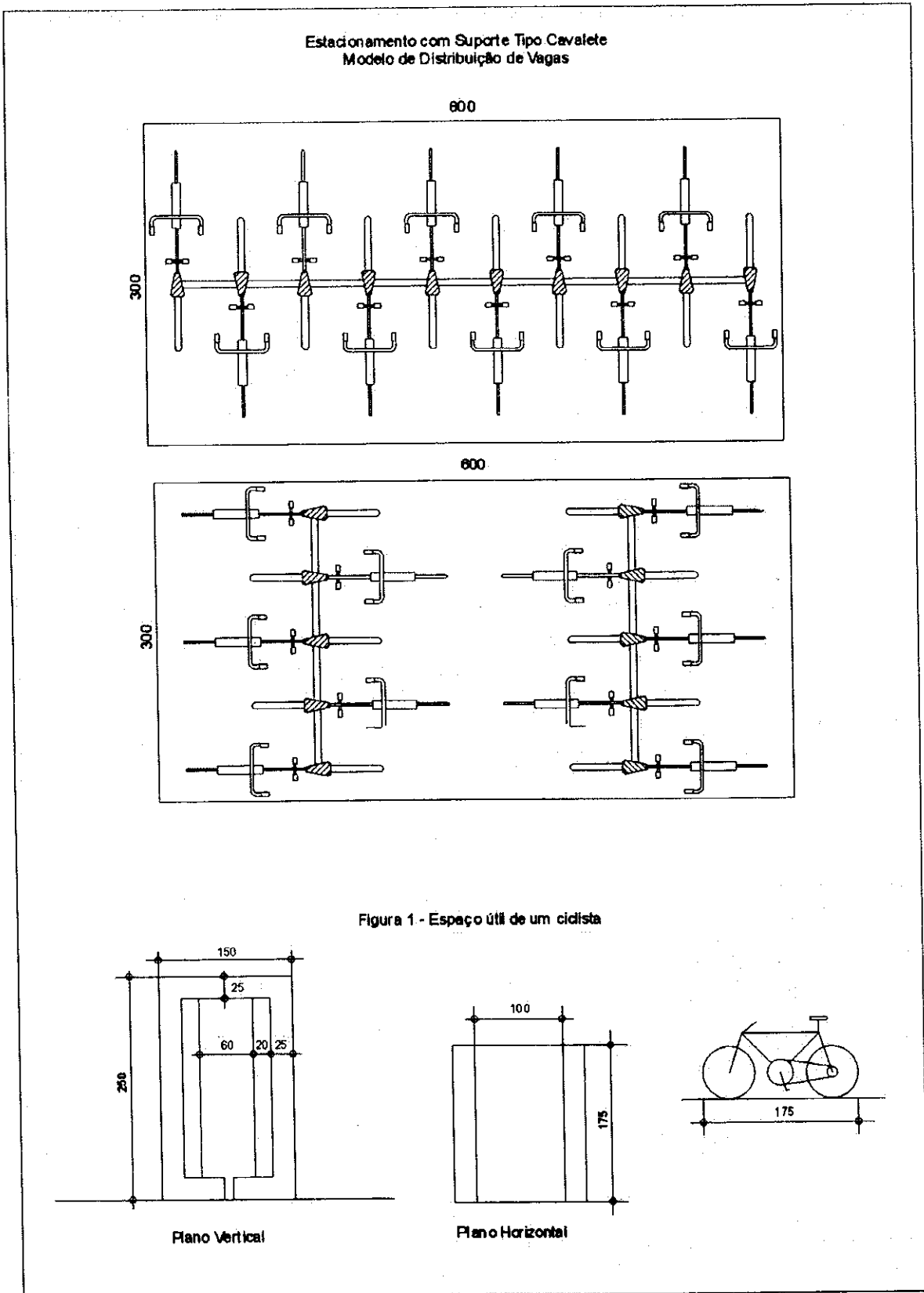


FIGURA 4.1-10 - Distribuição de Vagas e Espaço Útil para ciclistas

- **Pistas e Faixas para Ciclistas**

A pista, sendo uma via destinada exclusivamente à circulação dos ciclistas, deve ser separada da rua por um terrapleno e se situar entre esta e a calçada de pedestres, podendo ser unidirecional ou bidirecional. É aconselhável, sempre que houver espaço, adotar pistas unidirecionais, já que as pistas bidirecionais só devem ser adotadas em casos onde o espaço for exíguo.

Por questões de segurança, a implantação de faixas de ciclistas só é recomendável em casos especiais: para dar continuidade ao sistema cicloviário, como exemplo, no final de uma pista; na passagem desta para o tráfego compartilhado; onde o tráfego ciclístico justificar por seu volume, em áreas onde as interferências laterais sejam pouco numerosas. A separação entre o tráfego ciclístico e o tráfego automobilístico neste caso é feita por pintura horizontal, associado a um pequeno desnível ou a obstáculos transponíveis do tipo tachões.

- **Largura das Pistas Unidirecionais**

A largura mínima da pista unidirecional é de 2,00m. Quando se tem borda desnivelada de mais de 10cm ou obstáculos laterais, há necessidade de um acréscimo de 0,50m (FIGURA 4.1-11). Esta largura deve possuir dimensões em função do volume de tráfego de bicicletas por hora, no dia mais carregado, conforme se verifica na (TABELA 4.1-1).

TABELA 4.1-1 – Largura das Pistas Unidirecionais

Trafego Horário	Largura Efetiva
Até 5.000 bicicletas por hora	2,00 a 2,50 m
Mais de 5.000 bicicletas por hora	2,50 a 2,80 m

- **Largura de Pistas Bidirecionais**

As pistas bidirecionais deverão ter no mínimo 2,80 m de largura efetiva. Em caso de desnível na borda superior a 10 cm (calçada, terraplenos, etc.) ou obstáculo lateral, é necessário uma superlargura de 0,50 m (FIGURA 4.1-11). A largura de uma pista bidirecional deve possuir dimensões em função do volume de tráfego de bicicletas por hora, do dia mais carregado, conforme TABELA 4.1-2.

TABELA 4.1-2 – Largura de Pistas Bidirecionais

Trafego Horário	Largura Efetiva
Até 5.000 bicicletas por hora	2,80 a 3,50 m
Mais de 5.000 bicicletas por hora	3,50 a 4,00 m

- **Largura de Faixas**

As faixas cicloviárias deverão ser sempre unidirecionais. Sua largura mínima é de 2,00 m, adicionando 0,50 m de superlargura, visando amenizar o atrito lateral provocado pelo fluxo de veículos automotores (FIGURA 4.1-11).

- **Sinalização**

No Código de Transito Brasileiro há duas placas de regulamentação referentes ao tráfego de bicicletas; uma proibindo a sua circulação em determinadas vias (R-12), e a outra regulamentando a circulação exclusiva de bicicletas (R-34). Quanto à sinalização de advertência no referido Código, encontramos apenas uma placa, a que alerta o usuário de veículos automotores sobre a presença de ciclistas (A-30). Recomenda-se ainda em uma ciclovia de uso mais intenso, a utilização de placas indicativas, informativas e principalmente educativas.

A sinalização horizontal é extremamente útil, principalmente nas proximidades dos cruzamentos e nos casos de demarcação linear de uma ciclofaixa, onde também podem ser utilizados dispositivos auxiliares como tachas, tachões, tartarugas, delimitadores pré-moldados, etc.

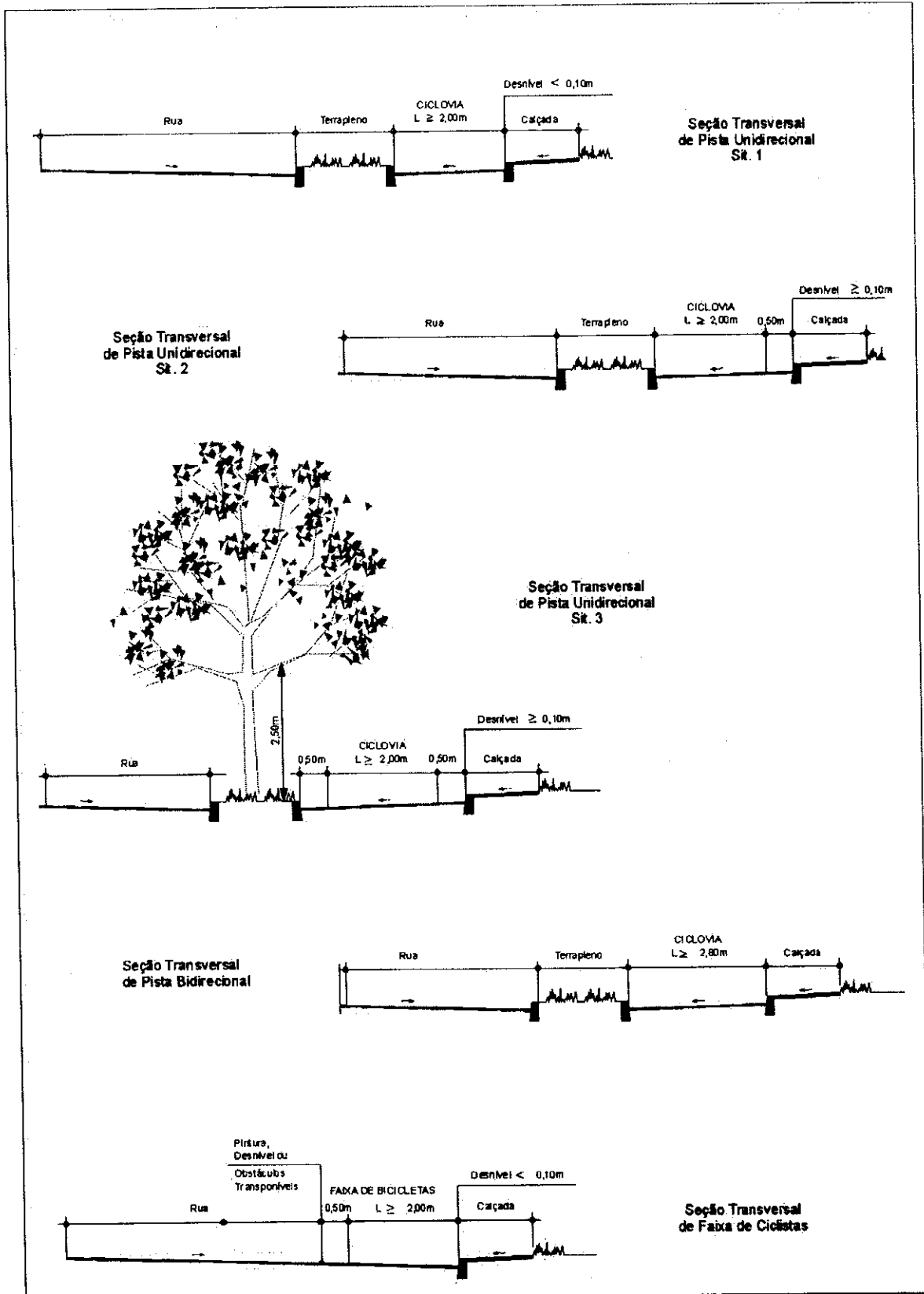


FIGURA 4.1-11 - Largura das Pistas em uma Ciclovia