

Resp. Técnico / Projetista: Percival Bisca
CREA nº: 060025531-5 – PERPLAN Eng e Plan Ltda:

Resp. Técnico / Concessionária

Lote:

07

Rodovia:

SP-083

DE - DER

Trecho:

km 18 ao km 22

Verificado - ARTESP

Objeto:

Estudo de Tráfego: Prolongamento da SP083

Aprovado - ARTESP

Documentos de Referência:

RT-SP0000083-012.018-007-J04/001.

Documentos Resultantes:

Observação:

Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Conces.	DE - DER	Ver - ARTESP	Aprovado - ARTESP

CONTEÚDO

1	INTRODUÇÃO	3
2	DEMANDA ATUAL	5
2.1	PREMISSAS BÁSICAS	5
2.2	ÁREA DE INFLUÊNCIA E REDE VIÁRIA	5
2.3	CONTAGENS VEICULARES	6
3	MODELAGEM DA DEMANDA.....	8
3.1	METODOLOGIA GERAL	8
3.2	ESTIMATIVA DAS MATRIZES OD	8
3.2.1	<i>Definição das Zonas de Tráfego.....</i>	<i>8</i>
3.2.2	<i>Processo de Estimativa</i>	<i>8</i>
3.2.3	<i>Matrizes Semente</i>	<i>9</i>
3.2.4	<i>Matrizes OD e Tráfego Atual</i>	<i>9</i>
4	PROJEÇÕES DO TRÁFEGO	25
4.1	DEMANDA PROJETADA PARA 2020 E 2030	25
4.2	FLUXOS NA REDE: PROJETAÇÕES PARA 2020 E 2030	30
5	AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DO TRECHO	55
6	CÁLCULO DO NÚMERO “N”	56
6.1	CONCEITO DO NÚMERO “N”	56
6.2	CÁLCULO DO NÚMERO “N”	57
7	CONCLUSÕES.....	59
	ANEXO A: CÁLCULO DOS FATORES DE VEÍCULO	60

1 INTRODUÇÃO

A SP083 – Rodovia José Roberto Magalhães Teixeira - também conhecida como Anel Viário de Campinas, deverá ser prolongada nos próximos anos, de acordo com o contrato de Concessão recentemente obtido pela Rota das Bandeiras.

Atualmente, a SP083 tem início no trevo do km 128 da SP065 (Rodovia Dom Pedro) e final no trevo do km 86 da SP330 (Rodovia Anhanguera), tendo aproximadamente 12 quilômetros de extensão.

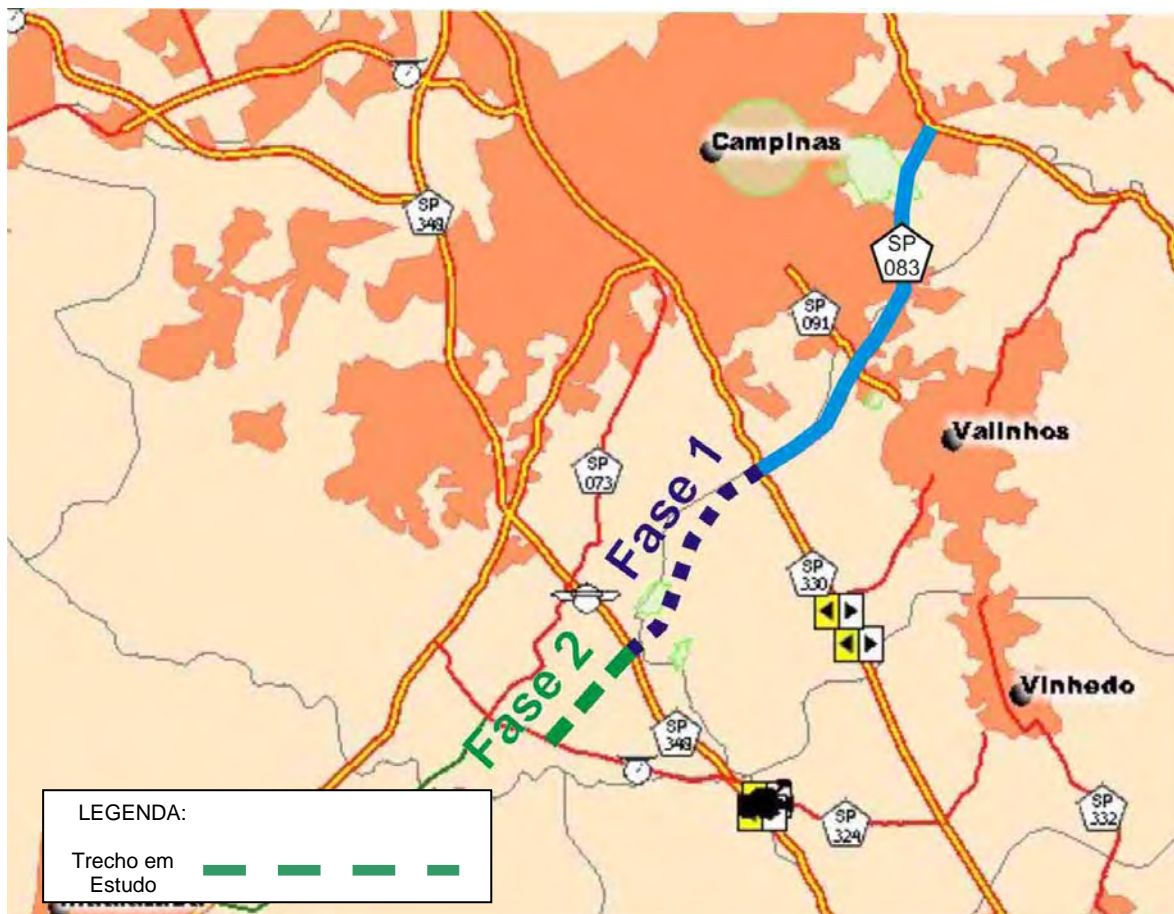
Numa primeira etapa, a rodovia deverá ser prolongada até a SP348, criando uma nova possibilidade de trajeto para viagens desde Campinas e a Rodovia SP340 até São Paulo através da Rodovia dos Bandeirantes. O prolongamento da SP083 até a SP348 foi estudado no trabalho MC-SP0000083-012.018-007-J04/001.

Este trabalho trata particularmente da etapa seguinte do prolongamento da SP083, desde a SP348 até a SP324. A Figura 1.1 apresenta de maneira esquemática o traçado do prolongamento da SP083 e o trecho estudado neste trabalho.

O objetivo desse relatório foi o de realizar estimativas da demanda futura de tráfego para a definição das características de projeto da rodovia, tais como capacidade viária e solicitação do pavimento. Para tanto, foram realizadas as seguintes atividades:

- Estimativa do fluxo do sistema viário, para os anos 2020, 2030 e 2039, incluindo o prolongamento da SP083;
- Avaliação sobre a capacidade da rodovia e das interseções;
- Cálculo do Número N para dimensionamento do pavimento;
- Conclusões.

Figura 1.1: Fases do Prolongamento da SP083



2 DEMANDA ATUAL

2.1 *Premissas Básicas*

Embora este trabalho seja focado nas análises do prolongamento da SP083 no trecho entre a SP348 e a SP324, os capítulos 2 e 3 deste relatório apresentam de forma conjunta o processo de estimativa da demanda desde o trecho inicial do prolongamento, a partir da SP330, até a SP324.

Assim foi feito, já que é impossível considerar o tráfego do trecho em estudo sem levar em conta o trecho a montante do prolongamento que fará a conexão com o segmento existente da SP083, conhecido como Anel de Contorno de Campinas.

2.2 *Área de Influência e Rede Viária*

Ao analisar um sistema viário futuro, considera-se que o tráfego que utilizará esse sistema divide-se em três partes:

- Tráfego Normal: aquele que já utiliza o sistema, e que terá seu crescimento normal ao longo do período de projeto;
- Tráfego desviado: aquele que utiliza outras rotas, mas passará a utilizar o novo sistema, na medida em que este represente uma alternativa mais atrativa;
- Tráfego gerado: aquele que surgirá em função da melhoria da acessibilidade da região, com resultante ocupação por empreendimentos agrícolas, industriais ou residenciais.

Como o prolongamento em estudo constituirá um traçado totalmente novo, não se define o tráfego normal, restando a necessidade de estimar os dois outros tipos de tráfego.

Tendo em vista esses conceitos, é possível definir uma área geográfica dentro da qual, considerando o sistema viário existente, haverá possibilidade de desvios para a nova rota criada pelo projeto. Essa área geográfica é a área de influência do projeto.

No caso específico do projeto aqui estudado, o prolongamento da SP083 será aproximadamente paralelo à SP075 (Rodovia Santos Dumont), de forma que a área de influência do projeto foi definida como limitada às localidades próximas a estas duas rodovias, contemplando as principais rodovias e cidades ao redor, além do Aeroporto de Viracopos, que será o principal atrativo para a utilização do prolongamento da SP083.

A Figura 2.1 mostra a área de influência, as redes utilizadas no estudo e as principais interseções do sistema atual e futuro. Os fluxos das principais interseções serão apresentados juntamente com os resultados, de acordo com a rede analisada.

Figura 2.1: Rede Viária e Principais Interseções



2.3 Contagens Veiculares

Foram realizadas contagens volumétricas classificadas por tipo de veículo nas principais interseções das rodovias na área de influência do estudo. As interseções contadas foram:

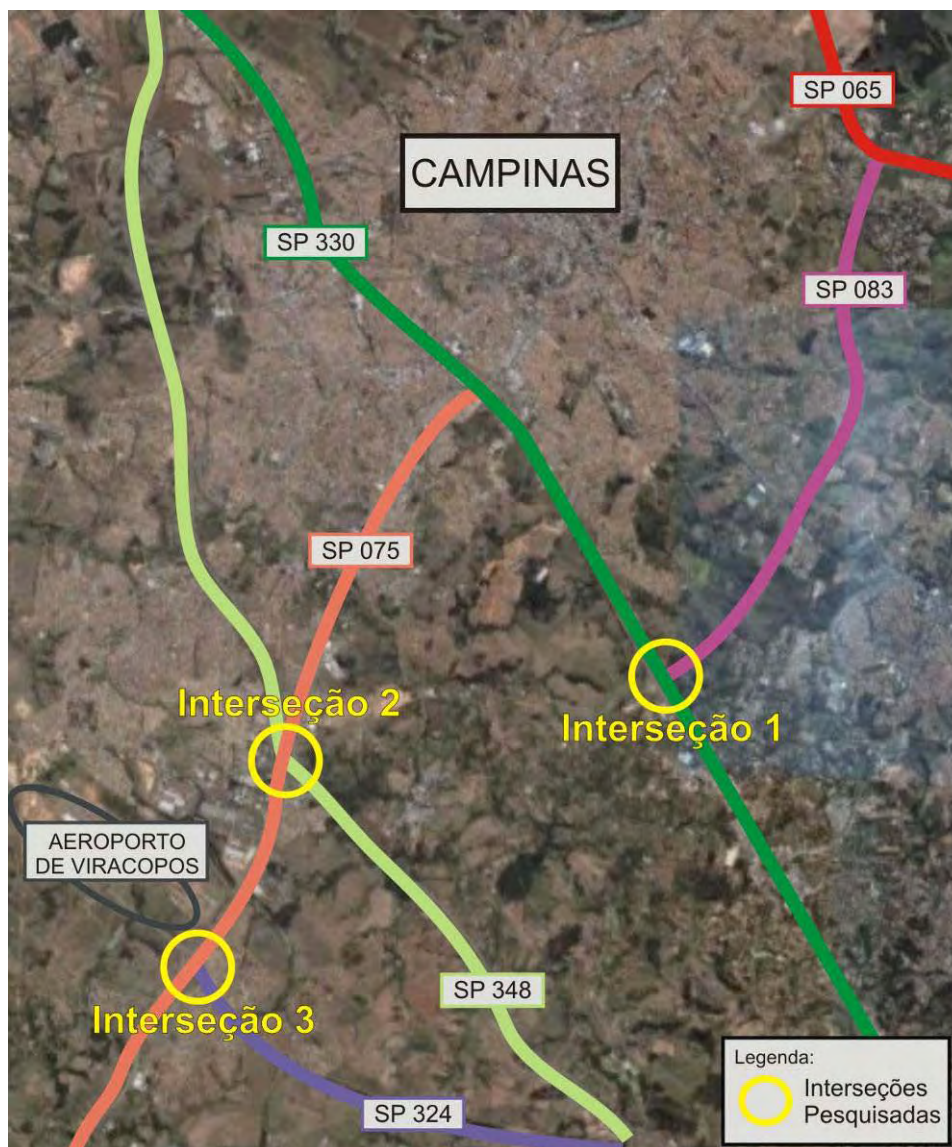
- Interseção 1: Encontro da SP330 com a SP083;
- Interseção 2: Encontro da SP348 com a SP075;
- Interseção 3: Encontro da SP324 com a SP075.

A localização das interseções contadas está apresentada na Figura 2.2.

Essas contagens ocorreram nos dias 6 (quarta-feira), 7 (quinta-feira) e 8 (sexta-feira) de janeiro de 2010, respectivamente, e tiveram duração de 12 horas (das 7:00 às 19:00).

Os resultados das contagens estão apresentados no relatório MC-SP0000083-012.018-007-J04/001.

Figura 2.2: Localização das interseções contadas.



3 MODELAGEM DA DEMANDA

3.1 Metodologia Geral

A metodologia empregada para modelar a demanda que utilizará o prolongamento da SP083 consistiu em:

- Utilização de software especializado em análise de redes de transporte;
- Divisão da área de influência em Zonas de Tráfego;
- Definição da rede viária da região, constituída pelas principais rodovias e avenidas urbanas. Cada trecho é definido por seu traçado e por suas características tais como extensão, tipo e qualidade do pavimento, velocidade diretriz, número de faixas, etc.;
- Estimativa de matrizes de origem e destino (OD) por tipo de veículo;
- Definição de nova rede, constituída pela rede atual mais o novo trecho a ser construído, igualmente definido por suas características;
- Com a introdução desse novo elemento, o software identifica as viagens para as quais o caminho será mais atraente pela nova via, e estima o fluxo que será desviado pelo novo caminho.

3.2 Estimativa das Matrizes OD

3.2.1 Definição das Zonas de Tráfego

A Tabela 3.1 mostra as zonas de tráfego que foram consideradas para o presente estudo.

Tabela 3.1: Zonas de Tráfego

Zona	Nome
1	Rod. D. Pedro
2	Valinhos
3	Vinhedo
4	Jundiaí
5	Grande SP
6	Indaiatuba
7	Jd. Campo Belo
8	Viracopos
9	Campinas
10	Monte Mor
11	Norte
12	Distr. Industrial

3.2.2 Processo de Estimativa

O software especializado utilizado no presente estudo pode estimar uma matriz OD através do seguinte processo:

- Estima-se uma matriz inicial denominada matriz semente. Essa matriz pode ser estimada a partir de uma matriz parcial conhecida, a partir de uma matriz antiga, ou mesmo de uma matriz puramente estimada através de modelos matemáticos;
- Aloca-se essa matriz à rede representativa do sistema viário atual, tendo como resultado a estimativa dos fluxos em cada trecho dessa rede;
- Comparam-se, trecho a trecho, os fluxos alocados com os fluxos conhecidos através de contagens volumétricas;
- O software, através de um processo iterativo de otimização numérica, modifica a matriz semente até que os fluxos alocados resultem compatíveis com os fluxos contados na rede real;
- Findo o processo, ter-se-á uma estimativa mais adequada da matriz OD real;
- O processo é repetido para todos os tipos de veículos.

3.2.3 Matrizes Semente

Inicialmente, foi feita uma tentativa de utilizar como matrizes semente os dados obtidos em pesquisas OD realizadas em 2005 nas praças de pedágio de Campo Limpo e Itupeva (SP348) e Perus (SP330). Verificou-se que esses dados eram pouco adequados, pois os pontos pesquisados situam-se relativamente distantes da área de estudo.

Como alternativa, foram utilizadas como semente matrizes obtidas pelo modelo gravitacional. Segundo a teoria gravitacional, a atração entre duas cidades é diretamente proporcional às populações das cidades e inversamente proporcional a uma função da distância entre elas.

As etapas seguidas para a obtenção da matriz semente foram:

- Estimou-se a população de cada zona, de acordo com dados de população e área, dos últimos censos do IBGE;
- Foram estimados pelo software especializado os caminhos e tempos mínimos para deslocamento entre as zonas;
- Utilizou-se a fórmula teórica da atração gravitacional, dada por:

$$F_{ij} = k * P_i * P_j * e^{-bd}$$

Onde:

- F_{ij} : Fluxo da zona i para a zona j ;
- P_i : População da zona i ;
- P_j : População da zona j ;
- k, b : Fatores de ajuste;
- d : Distância entre zonas i e j .

Essas matrizes semente, como apresentado no item 3.2.2, constituem a primeira aproximação para obtenção das matrizes OD finais.

3.2.4 Matrizes OD e Tráfego Atual

Com base nas matrizes semente, foi realizado o processo descrito no item 3.2.2, com auxílio do software especializado. As Tabelas 3.2 a 3.5 mostram as matrizes OD estimadas através desse processo, em termos de VHP (Volumes de Hora Pico) manhã e tarde de veículos leves e pesados para 2010.

A alocação dessas matrizes à rede viária atual para cada tipo de veículo deve ser ajustada às contagens de tráfego verificadas nos segmentos do sistema viário. Como a escolha dos caminhos utilizados na região não é puramente objetiva, dependendo da preferência de cada motorista, a alocação ao sistema viário foi feita pelo sistema conhecido como **equilíbrio do usuário**, onde a maior parte dos usuários utiliza o caminho mínimo, mas outra parcela utiliza caminhos alternativos, dependendo da qualidade e capacidade desses caminhos.

As Figuras 3.1 a 3.8 apresentam as matrizes OD alocadas à rede viária local através do software especializado. Os resultados são apresentados na forma de fluxo de veículos por hora.

Tabela 3.2: Matriz OD Veículos Leves – Hora Pico Manhã – 2010

Para De	Rod. D. Pedro	Valinhos	Vinhedo	Jundiai	Grande SP	Indaiatuba	Jd. Campo Belo	Viracopos	Campinas	Monte Mor	Norte	Distr. Industrial	Total Geral
Rod. D. Pedro	-	22	9	39	796	227	44	109	212	6	487	28	1.980
Valinhos	23	-	1	3	69	18	4	9	15	4	36	2	185
Vinhedo	6	1	-	3	65	7	0	42	64	4	150	1	344
Jundiai	28	4	3	-	914	30	2	181	286	19	668	3	2.139
Grande SP	543	70	65	928	-	54	10	19	227	16	733	3	2.667
Indaiatuba	221	19	8	33	99	-	20	60	386	9	405	15	1.273
Jd. Campo Belo	38	3	0	2	17	19	-	113	63	1	65	2	322
Viracopos	45	4	19	83	19	24	51	-	79	2	83	3	411
Campinas	82	6	69	311	232	315	61	188	-	261	316	37	1.878
Monte Mor	6	0	2	11	21	6	1	4	5	-	26	0	82
Norte	487	14	161	726	939	271	52	170	316	26	-	14	3.176
Distr. Industrial	59	5	1	2	9	8	1	13	138	2	79	-	318
Total Geral	1.538	147	338	2.142	3.179	979	246	908	1.792	351	3.047	108	14.775

Tabela 3.3: Matriz OD Veículos Leves – Hora Pico Tarde – 2010

Para De	Rod. D. Pedro	Valinhos	Vinhedo	Jundiai	Grande SP	Indaiatuba	Jd. Campo Belo	Viracopos	Campinas	Monte Mor	Norte	Distr. Industrial	Total Geral
Rod. D. Pedro	-	22	7	31	623	260	80	92	196	6	487	51	1.855
Valinhos	23	-	1	3	69	21	6	7	14	4	33	4	186
Vinhedo	7	1	-	3	65	9	0	37	86	4	200	1	413
Jundiai	33	4	3	-	914	37	2	158	382	18	890	3	2.446
Grande SP	642	70	65	928	-	78	21	22	243	30	1.339	5	3.442
Indaiatuba	212	18	6	25	110	-	16	58	423	6	283	9	1.166
Jd. Campo Belo	45	4	0	2	22	23	-	99	91	1	60	2	349
Viracopos	115	10	27	114	45	108	70	-	309	5	215	21	1.038
Campinas	40	3	51	230	155	376	127	153	-	220	316	81	1.751
Monte Mor	6	0	2	8	24	5	2	2	5	-	26	0	81
Norte	487	7	119	536	1.077	247	84	99	316	26	-	21	3.017
Distr. Industrial	59	5	2	8	10	9	5	7	174	1	47	-	326
Total Geral	1.670	143	282	1.888	3.113	1.173	413	734	2.239	321	3.897	197	16.071

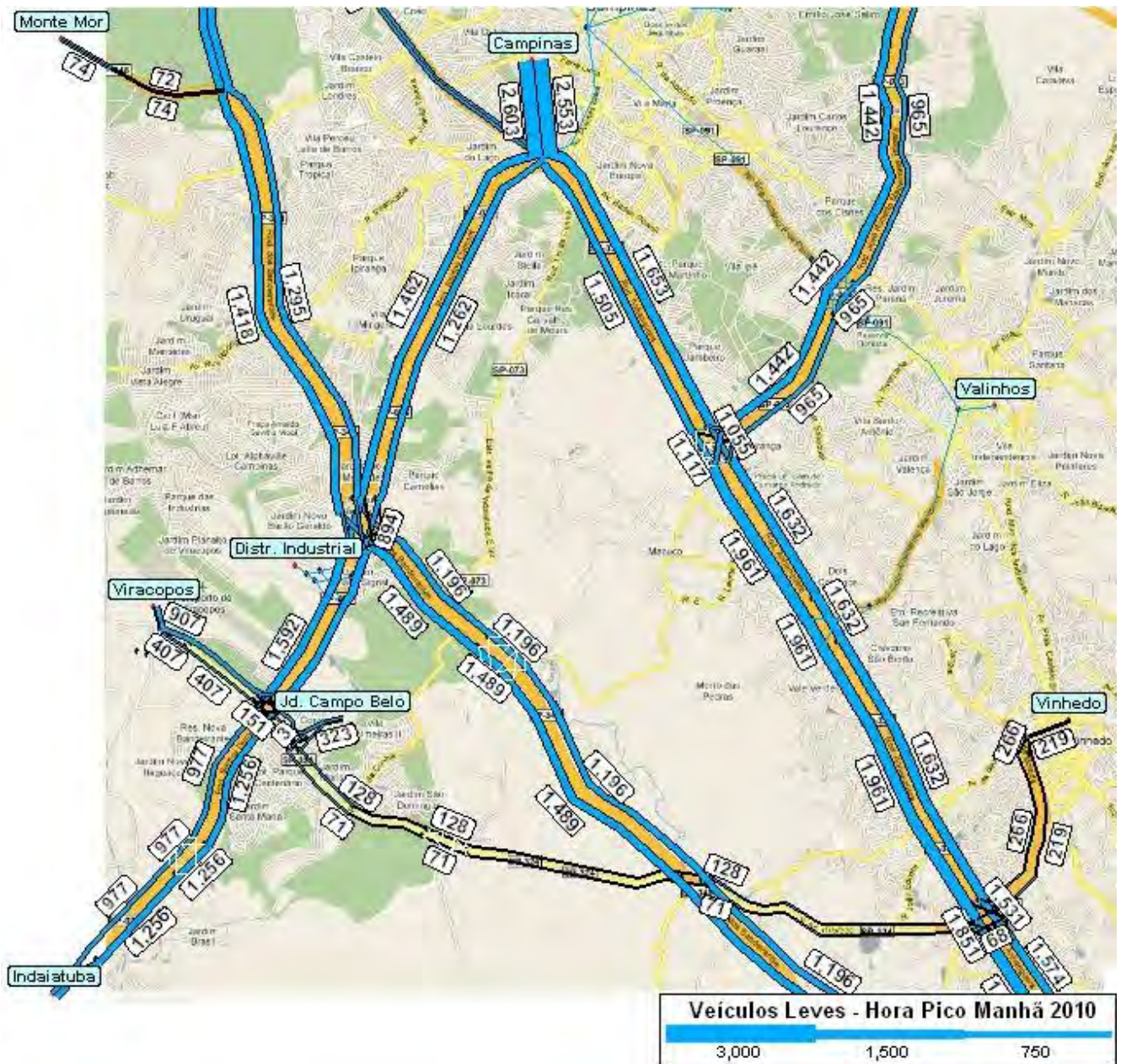
Tabela 3.4: Matriz OD Veículos Pesados – Hora Pico Manhã – 2010

Para De	Rod. D. Pedro	Valinhos	Vinhedo	Jundiaí	Grande SP	Indaiatuba	Jd. Campo Belo	Viracopos	Campinas	Monte Mor	Norte	Distr. Industrial	Total Geral
Rod. D. Pedro	-	6	1	5	94	26	6	5	42	2	122	2	309
Valinhos	6	-	0	1	17	2	0	0	3	1	7	0	38
Vinhedo	2	0	-	1	16	2	0	11	13	1	30	0	76
Jundiaí	7	1	1	-	229	8	1	49	57	4	132	1	489
Grande SP	133	18	16	232	-	15	3	3	66	9	409	0	904
Indaiatuba	27	2	2	9	16	-	6	11	40	1	68	2	184
Jd. Campo Belo	8	1	0	0	4	5	-	31	12	0	22	1	83
Viracopos	6	1	6	26	3	5	16	-	9	0	17	0	89
Campinas	24	2	13	57	40	33	7	6	-	67	79	2	329
Monte Mor	2	0	0	2	8	2	0	0	1	-	6	0	22
Norte	122	4	30	134	352	87	20	15	79	6	-	2	850
Distr. Industrial	13	1	1	5	2	13	3	2	29	1	47	-	119
Total Geral	349	35	71	472	780	197	62	134	351	93	939	9	3.490

Tabela 3.5: Matriz OD Veículos Pesados – Hora Pico Tarde – 2010

Para De	Rod. D. Pedro	Valinhos	Vinhedo	Jundiaí	Grande SP	Indaiatuba	Jd. Campo Belo	Viracopos	Campinas	Monte Mor	Norte	Distr. Industrial	Total Geral
Rod. D. Pedro	-	6	1	5	94	13	6	5	26	2	122	6	285
Valinhos	6	-	0	1	17	1	0	0	2	1	4	0	34
Vinhedo	1	0	-	1	16	2	0	15	18	1	41	0	96
Jundiaí	5	1	1	-	229	8	1	62	79	5	185	1	577
Grande SP	103	18	16	232	-	12	4	3	64	11	501	2	966
Indaiatuba	27	2	3	14	38	-	9	10	73	2	83	2	264
Jd. Campo Belo	7	1	0	0	9	5	-	39	20	1	23	1	105
Viracopos	6	1	9	38	8	12	24	-	18	0	21	1	137
Campinas	2	0	11	51	28	16	8	6	-	91	79	9	301
Monte Mor	2	-	0	2	7	1	1	1	1	-	6	1	22
Norte	122	0	26	118	314	56	35	27	79	6	-	50	834
Distr. Industrial	9	1	0	1	5	1	1	1	41	1	30	-	90
Total Geral	290	29	69	463	766	126	87	169	420	121	1.096	75	3.711

Figura 3.1: Rede Atual + Veículos Leves na Hora Pico Manhã (2010)



**Figura 3.2a: Detalhes das Interseções – Interseção 1: SP083 x SP330
Rede Atual + Veículos Leves na Hora Pico Manhã (2010)**



**Figura 3.2b: Detalhes das Interseções – Interseção 2: SP075 x SP348
Rede Atual + Veículos Leves na Hora Pico Manhã (2010)**



**Figura 3.2c: Detalhes das Interseções – Interseção 3: SP075 x SP324
Rede Atual + Veículos Leves na Hora Pico Manhã (2010)**

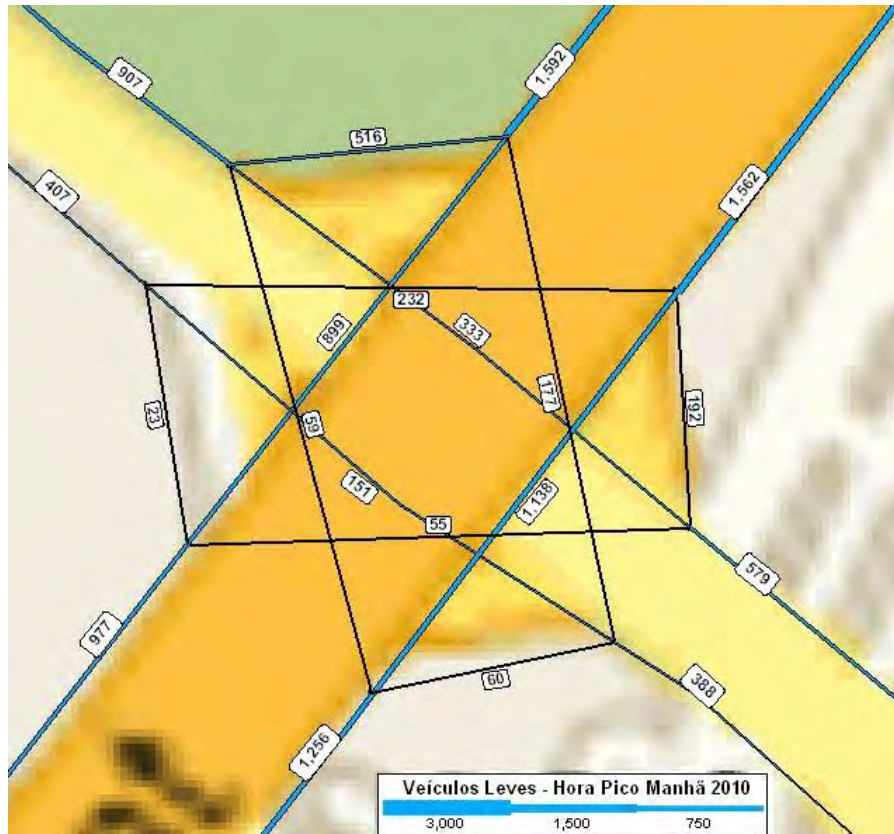
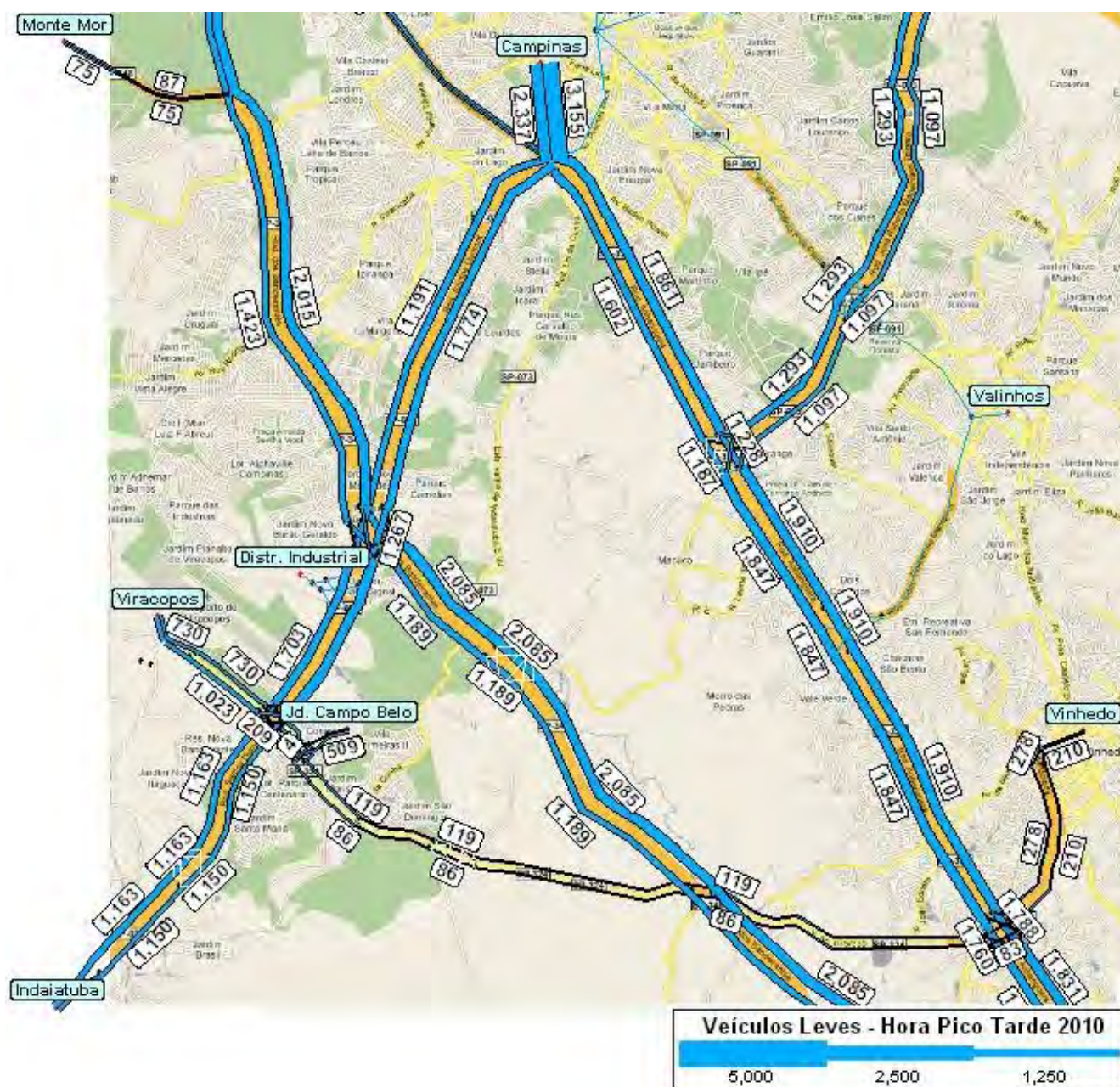


Figura 3.3: Rede Atual + Veículos Leves na Hora Pico Tarde (2010)



**Figura 3.4a: Detalhes das Interseções – Interseção 1: SP083 x SP330
Rede Atual + Veículos Leves na Hora Pico Tarde (2010)**



**Figura 3.4b: Detalhes das Interseções – Interseção 2: SP075 x SP348
Rede Atual + Veículos Leves na Hora Pico Tarde (2010)**



**Figura 3.4c: Detalhes das Interseções – Interseção 3: SP075 x SP324
Rede Atual + Veículos Leves na Hora Pico Tarde (2010)**

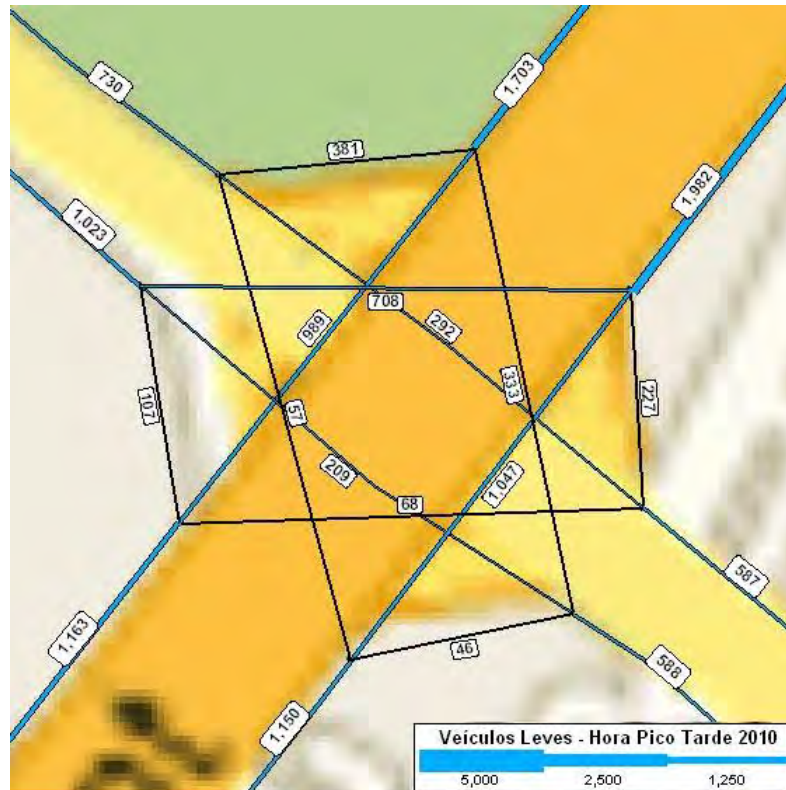
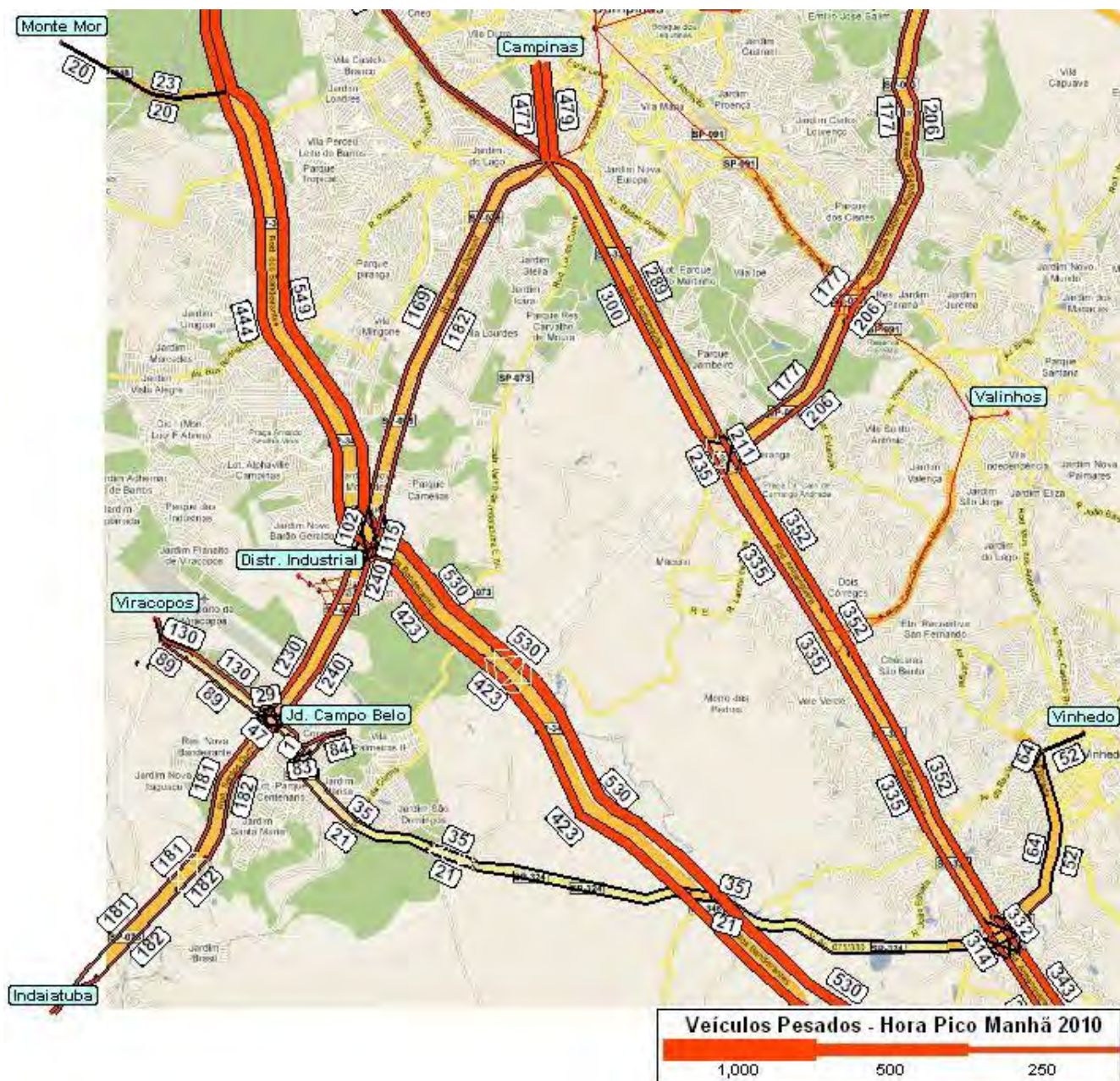
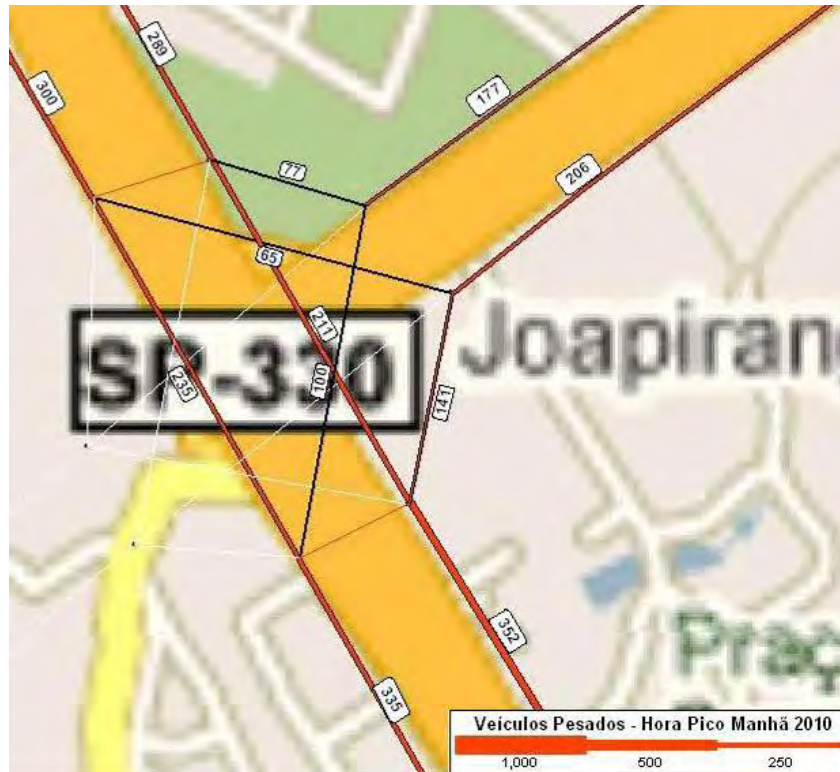


Figura 3.5: Rede Atual + Veículos Pesados na Hora Pico Manhã (2010)



**Figura 3.6a: Detalhes das Interseções – Interseção 1: SP083 x SP330
Rede Atual + Veículos Pesados na Hora Pico Manhã (2010)**



**Figura 3.6b: Detalhes das Interseções – Interseção 2: SP075 x SP348
Rede Atual + Veículos Pesados na Hora Pico Manhã (2010)**



**Figura 3.6c: Detalhes das Interseções – Interseção 3: SP075 x SP324
Rede Atual + Veículos Pesados na Hora Pico Manhã (2010)**

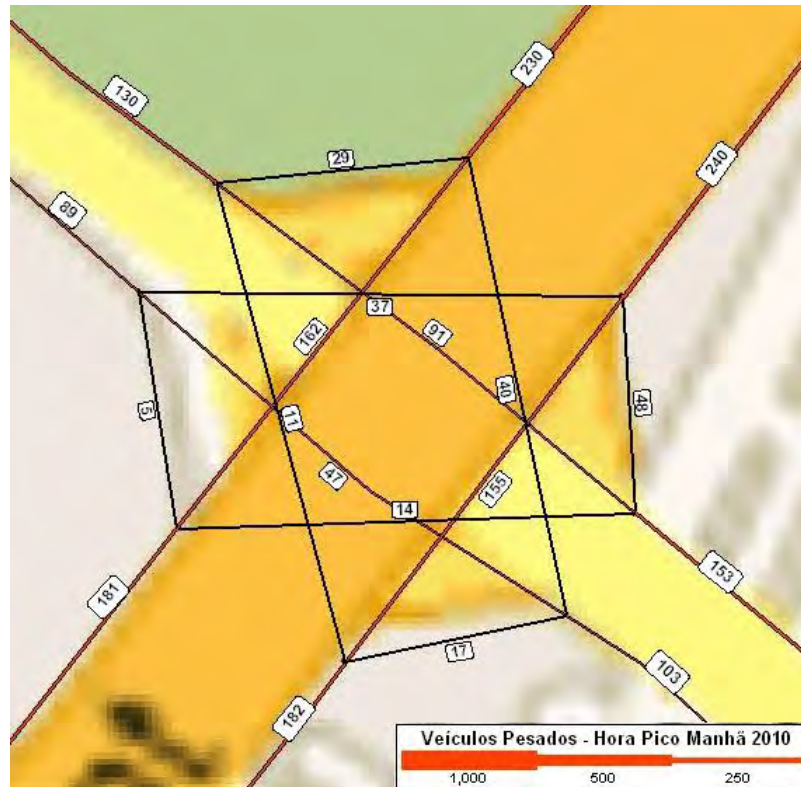
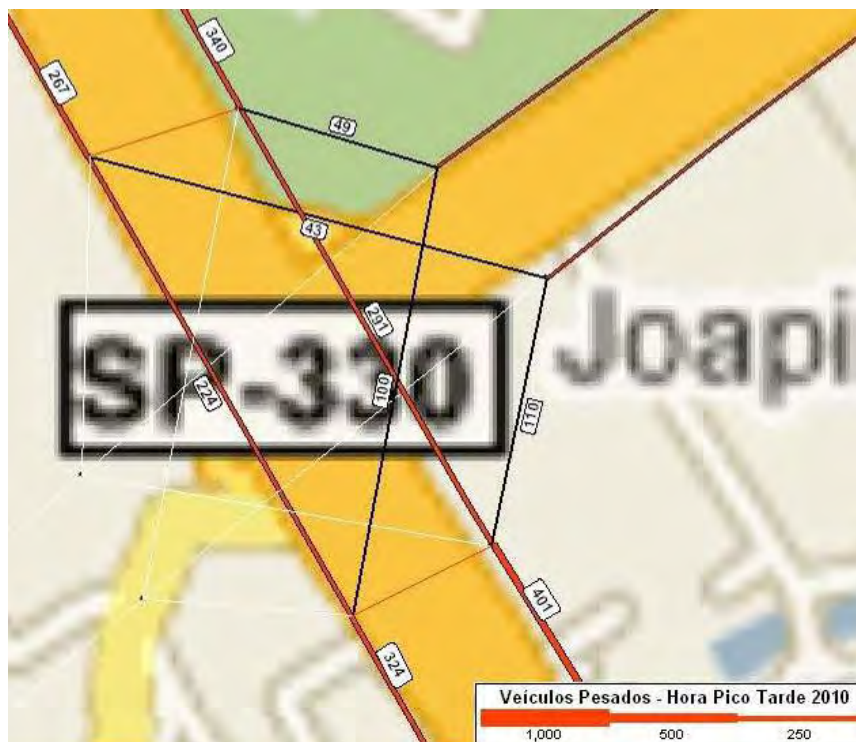


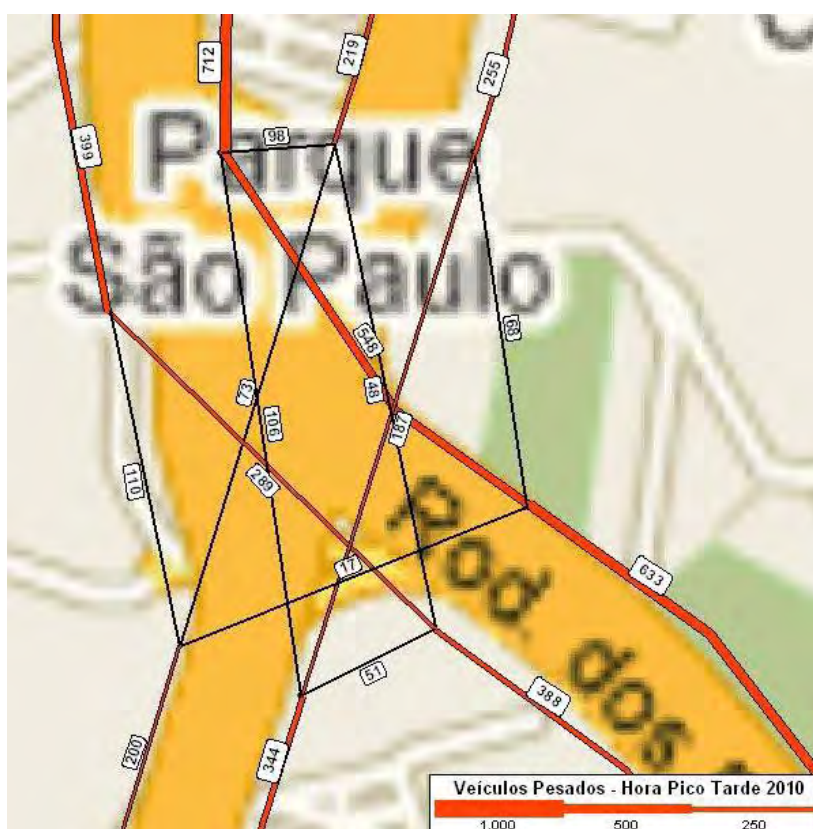
Figura 3.7: Rede Atual + Veículos Pesados na Hora Pico Tarde (2010)



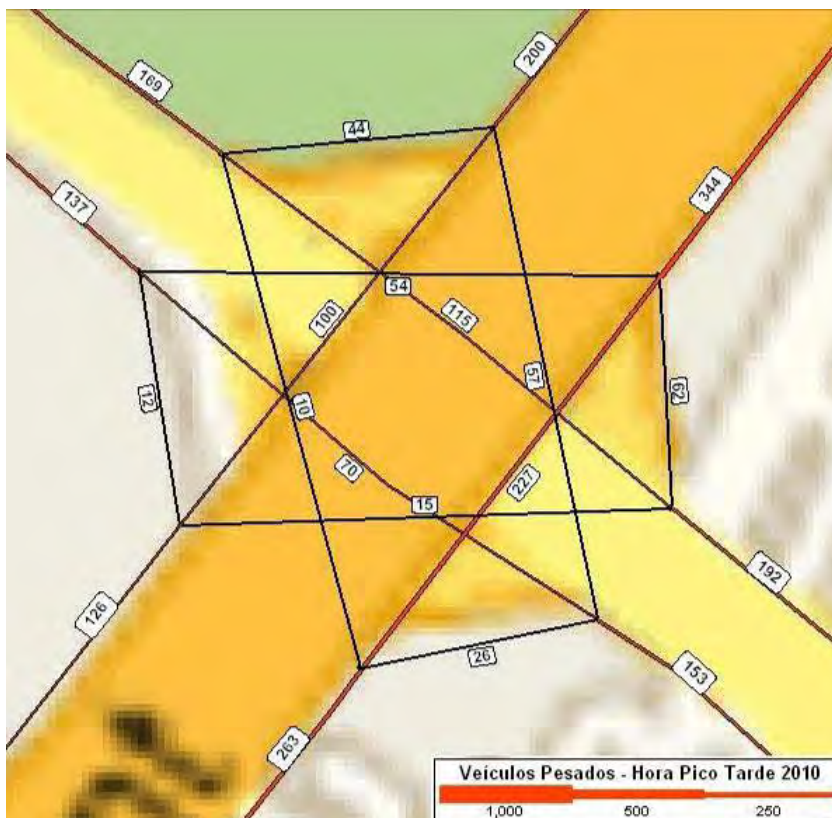
**Figura 3.2a: Detalhes das Interseções – Interseção 1: SP083 x SP330
Rede Atual + Veículos Pesados na Hora Pico Tarde (2010)**



**Figura 3.2b: Detalhes das Interseções – Interseção 2: SP075 x SP348
Rede Atual + Veículos Pesados na Hora Pico Tarde (2010)**



**Figura 3.2c: Detalhes das Interseções – Interseção 3: SP075 x SP324
Rede Atual + Veículos Pesados na Hora Pico Tarde (2010)**



4 PROJEÇÕES DO TRÁFEGO

4.1 Demanda Projetada para 2020 e 2030

Os fluxos atuais determinados através da matriz OD atual foram projetados ao longo de dois horizontes de tempo:

- 2020 (10 anos);
- 2030 (20 anos)¹;
- 2039 (final da concessão).

Todos os estudos realizados na região têm utilizado taxas de crescimento de 2,5% ao ano para o período de 20 anos. Essa taxa reflete a tendência de longo prazo verificada desde o início das concessões em meados da década de 1990. Como exceção, têm sido utilizadas taxas diferentes quando se trata de regiões específicas onde se tem como certo que o desenvolvimento se dará de forma diferente.

No caso do presente estudo, foram utilizadas as seguintes taxas anuais de crescimento:

- Viracopos: 5,0% ao ano (é prevista uma ampliação substancial do aeroporto);
- Jardim Campo Belo (na SP324, próximo a Viracopos): 4,0% ao ano (acessibilidade ampliada e empregos gerados pela expansão de Viracopos);
- Demais zonas: 2,5% ao ano.

A partir de 2030 (até 2039) foi utilizada a taxa de 1,5% ao ano. Essa taxa menor foi adotada levando em consideração que em 2030 a região alcançará grande desenvolvimento e ocupação do solo. Sendo assim, não há justificativas para a manutenção de altas taxas de crescimento como as praticadas no período anterior.

Em termos de suas expressões matemáticas, tem-se:

$$\mathcal{O}_i = O_i * f_i \quad (4.1)$$

$$\mathcal{D}_j = D_j * f_j \quad (4.2)$$

$$f_i = (1 + t_i)^n \quad (4.3)$$

onde:

\mathcal{O}_i : Total de viagens originadas na zona i em certo ano futuro;

O_i : Total de viagens originadas na zona i no ano base;

\mathcal{D}_j : Total de viagens destinadas na zona j em certo ano futuro;

D_j : Total de viagens destinadas na zona j no ano base;

¹ Embora a concessão se estenda além de 2030, considerou-se que, para efeito de dimensionamento de vias, quaisquer projeções além de 20 anos são temerárias, pois a longo prazo podem ocorrer modificações substanciais na urbanização e no sistema de transporte (por exemplo, incremento no uso do modal ferroviário, tanto para cargas como para passageiros).

f_i : Fator de crescimento das origens na zona i no período n ;

f_j : Fator de crescimento dos destinos na zona j no período n ;

t_i , t_j : Taxas anuais de crescimento.

Quando se dispõe de uma matriz OD de fluxos em determinada área de estudo, e as diferentes zonas crescem a diferentes taxas, um dos métodos para estimativa da matriz OD futura é o do **Fator Médio**, que se traduz na seguinte expressão:

$$\mathcal{F}_{ij} = F_{ij} * (f_i * f_j) / 2 * A_i * B_j \quad (4.4)$$

Onde:

- \mathcal{F}_{ij} : Fluxo futuro da zona i para a zona j ;
- F_{ij} : Fluxo atual da zona i para a zona j ;
- f_i : fator de crescimento da zona i no período;
- f_j : fator de crescimento da zona j no período;
- A_i e B_j : Fatores obtidos iterativamente para assegurar as igualdades necessárias:

$$\sum_j \mathcal{F}_{ij} = \mathcal{O}_i \quad (4.5)$$

$$\sum_i \mathcal{F}_{ij} = \mathcal{D}_j \quad (4.6)$$

As Tabelas 4.5 a 4.8 mostram as matrizes para cada tipo de veículo e para cada hora pico projetadas para o ano 2020 pelo método acima. As Tabelas 4.9 a 4.12 mostram as matrizes projetadas para o ano de 2030.

Tabela 4.5: Matriz OD Veículos Leves – Hora Pico Manhã (2020)

Para De	Rod. D. Pedro	Valinhos	Vinhedo	Jundiaí	Grande SP	Indaiatuba	Jd. Campo Belo	Viracopos	Campinas	Monte Mor	Norte	Distr. Industrial	Total Geral
Rod. D. Pedro	-	34	22	108	946	319	64	183	224	11	773	38	2.722
Valinhos	35	-	1	6	55	26	5	15	17	1	38	3	202
Vinhedo	15	1	-	5	46	22	1	139	35	1	78	0	344
Jundiaí	76	7	5	-	543	5	4	11	171	1	77	0	900
Grande SP	644	56	46	549	-	56	10	59	1.530	18	866	3	3.837
Indaiatuba	294	25	24	9	111	-	52	91	532	10	493	7	1.649
Jd. Campo Belo	51	4	1	4	18	47	-	398	91	2	81	1	699
Viracopos	59	5	62	2	21	30	236	-	111	2	101	2	630
Campinas	90	7	37	182	1.619	451	92	320	-	9	552	53	3.412
Monte Mor	11	0	1	2	24	7	1	5	9	-	38	0	96
Norte	773	15	83	97	1.116	309	60	221	552	38	-	16	3.280
Distr. Industrial	74	6	0	1	11	1	0	6	193	2	94	-	388
Total Geral	2.124	161	281	966	4.511	1.272	526	1.447	3.465	95	3.189	123	18.159

Tabela 4.6: Matriz OD Veículos Leves – Hora Pico Tarde (2020)

Para De	Rod. D. Pedro	Valinhos	Vinhedo	Jundiaí	Grande SP	Indaiatuba	Jd. Campo Belo	Viracopos	Campinas	Monte Mor	Norte	Distr. Industrial	Total Geral
Rod. D. Pedro	-	35	17	85	741	356	113	126	214	11	774	68	2.538
Valinhos	35	-	1	6	55	29	9	10	16	1	36	5	205
Vinhedo	18	1	-	5	46	28	1	119	42	1	96	0	357
Jundiaí	90	7	5	-	544	7	4	2	209	2	149	0	1.021
Grande SP	762	56	46	550	-	84	23	24	1.868	36	1.687	6	5.142
Indaiatuba	277	23	19	10	122	-	40	73	568	7	352	5	1.496
Jd. Campo Belo	60	5	1	4	24	59	-	432	129	2	76	1	792
Viracopos	164	13	87	11	84	147	330	-	467	6	285	12	1.607
Campinas	46	3	29	144	1.278	519	188	219	-	9	553	112	3.100
Monte Mor	11	0	1	2	25	6	2	2	9	-	38	1	96
Norte	774	8	65	102	1.175	290	99	113	553	38	-	24	3.242
Distr. Industrial	72	6	1	1	13	2	1	2	235	1	57	-	392
Total Geral	2.310	158	272	921	4.107	1.527	809	1.122	4.311	113	4.104	235	19.989

Tabela 4.7: Matriz OD Veículos Pesados – Hora Pico Manhã (2020)

Para De	Rod. D. Pedro	Valinhos	Vinhedo	Jundiaí	Grande SP	Indaiatuba	Jd. Campo Belo	Viracopos	Campinas	Monte Mor	Norte	Distr. Industrial	Total Geral
Rod. D. Pedro	-	9	3	13	112	40	9	8	43	3	194	6	439
Valinhos	9	-	0	2	14	3	1	1	3	0	7	0	40
Vinhedo	4	0	-	1	11	6	0	37	7	0	15	0	82
Jundiaí	19	2	1	-	136	1	1	1	33	1	45	0	241
Grande SP	158	14	12	138	-	16	4	6	299	11	513	0	1.170
Indaiatuba	38	3	7	1	17	-	15	15	57	2	82	1	238
Jd. Campo Belo	11	1	0	1	4	12	-	108	18	1	27	0	183
Viracopos	9	1	19	0	4	6	65	-	14	0	20	0	139
Campinas	26	2	7	37	326	52	13	11	-	2	138	9	623
Monte Mor	3	0	0	1	8	2	1	0	2	-	9	0	26
Norte	194	4	17	34	386	95	24	19	138	9	-	8	929
Distr. Industrial	18	2	3	0	3	19	6	4	47	1	54	-	156
Total Geral	487	37	69	227	1.021	253	138	211	662	30	1.106	25	4.266

Tabela 4.8: Matriz OD Veículos Pesados – Hora Pico Tarde (2020)

Para De	Rod. D. Pedro	Valinhos	Vinhedo	Jundiaí	Grande SP	Indaiatuba	Jd. Campo Belo	Viracopos	Campinas	Monte Mor	Norte	Distr. Industrial	Total Geral
Rod. D. Pedro	-	9	3	13	112	21	9	8	25	3	194	10	407
Valinhos	9	-	0	2	14	2	1	1	2	0	4	1	35
Vinhedo	3	0	-	1	11	6	0	47	9	0	20	0	98
Jundiaí	15	2	1	-	136	1	1	1	43	1	56	0	257
Grande SP	123	14	12	138	-	12	5	6	385	13	633	2	1.344
Indaiatuba	36	3	10	4	42	-	22	13	104	2	103	1	340
Jd. Campo Belo	9	1	0	1	10	13	-	140	30	1	29	0	235
Viracopos	8	1	29	1	9	15	98	-	26	1	25	0	212
Campinas	2	0	7	33	293	28	15	13	-	2	139	21	553
Monte Mor	3	-	0	0	7	1	1	1	2	-	9	1	26
Norte	194	0	15	29	333	64	42	33	139	9	-	57	916
Distr. Industrial	10	1	0	1	7	0	0	0	60	1	34	-	114
Total Geral	411	30	77	222	976	163	195	264	825	33	1.246	95	4.537

Tabela 4.9: Matriz OD Veículos Leves – Hora Pico Manhã (2030)

Para De	Rod. D. Pedro	Valinhos	Vinhedo	Jundiaí	Grande SP	Indaiatuba	Jd. Campo Belo	Viracopos	Campinas	Monte Mor	Norte	Distr. Industrial	Total Geral
Rod. D. Pedro	-	44	28	138	1.205	406	82	277	285	14	984	49	3.512
Valinhos	45	-	2	8	70	33	7	22	21	1	48	4	261
Vinhedo	20	2	-	7	58	28	1	182	44	1	100	1	443
Jundiaí	97	8	7	-	691	6	5	29	218	2	98	0	1.161
Grande SP	820	71	59	699	-	71	13	139	1.948	23	1.102	4	4.950
Indaiatuba	375	31	31	12	141	-	67	142	678	13	628	9	2.127
Jd. Campo Belo	65	5	1	5	23	60	-	675	116	2	103	1	1.057
Viracopos	75	6	78	2	27	38	470	-	142	3	129	2	972
Campinas	115	9	47	232	2.062	575	118	462	-	11	703	-	4.333
Monte Mor	14	0	1	2	30	8	2	8	11	-	48	0	124
Norte	984	19	105	124	1.422	393	78	334	703	48	-	20	4.231
Distr. Industrial	95	8	0	1	15	1	0	13	246	3	119	-	501
Total Geral	2.705	205	358	1.230	5.745	1.620	842	2.284	4.413	120	4.062	90	23.673

Tabela 4.10: Matriz OD Veículos Leves – Hora Pico Tarde (2030)

Para De	Rod. D. Pedro	Valinhos	Vinhedo	Jundiaí	Grande SP	Indaiatuba	Jd. Campo Belo	Viracopos	Campinas	Monte Mor	Norte	Distr. Industrial	Total Geral
Rod. D. Pedro	-	44	22	108	946	454	144	161	273	14	988	86	3.240
Valinhos	45	-	2	8	71	37	12	13	20	1	46	7	261
Vinhedo	23	2	-	7	58	35	1	152	54	1	122	1	456
Jundiaí	115	8	7	-	694	9	5	3	267	3	191	1	1.303
Grande SP	973	72	59	702	-	107	29	31	2.384	45	2.153	8	6.563
Indaiatuba	354	30	24	13	156	-	51	93	725	9	449	6	1.910
Jd. Campo Belo	77	6	1	5	31	76	-	837	166	2	98	1	1.299
Viracopos	236	19	114	26	157	205	651	-	646	9	412	19	2.493
Campinas	59	4	37	184	1.631	663	240	279	-	11	706	143	3.957
Monte Mor	14	0	1	2	32	8	3	3	11	-	48	1	123
Norte	988	10	83	131	1.499	370	126	144	706	48	-	31	4.137
Distr. Industrial	92	8	1	1	17	3	2	2	300	2	73	-	500
Total Geral	2.976	203	350	1.186	5.291	1.967	1.263	1.717	5.552	146	5.286	303	26.241

Tabela 4.11: Matriz OD Veículos Pesados – Hora Pico Manhã (2030)

Para De	Rod. D. Pedro	Valinhos	Vinhedo	Jundiaí	Grande SP	Indaiatuba	Jd. Campo Belo	Viracopos	Campinas	Monte Mor	Norte	Distr. Industrial	Total Geral
Rod. D. Pedro	-	11	3	16	144	51	12	13	55	4	248	8	563
Valinhos	11	-	0	2	18	4	1	1	4	0	9	1	52
Vinhedo	5	0	-	2	15	7	0	48	9	0	20	0	106
Jundiaí	24	2	2	-	174	2	1	2	43	1	58	0	309
Grande SP	202	18	15	176	-	21	5	13	382	14	656	1	1.501
Indaiatuba	49	4	9	2	22	-	19	20	73	2	105	1	305
Jd. Campo Belo	14	1	0	1	5	16	-	182	24	1	35	0	278
Viracopos	11	1	25	0	5	8	122	-	18	1	26	0	217
Campinas	33	2	9	47	416	67	17	17	-	3	177	11	799
Monte Mor	4	0	0	1	10	3	1	1	3	-	12	0	34
Norte	248	6	21	43	493	122	31	29	177	12	-	10	1.192
Distr. Industrial	23	2	4	0	4	24	8	6	60	1	69	-	200
Total Geral	622	48	88	290	1.305	323	216	332	846	39	1.414	32	5.556

Tabela 4.12: Matriz OD Veículos Pesados – Hora Pico Tarde (2030)

Para De	Rod. D. Pedro	Valinhos	Vinhedo	Jundiaí	Grande SP	Indaiatuba	Jd. Campo Belo	Viracopos	Campinas	Monte Mor	Norte	Distr. Industrial	Total Geral
Rod. D. Pedro	-	11	3	16	144	27	12	12	32	4	248	13	522
Valinhos	11	-	0	2	18	2	1	1	2	0	5	1	44
Vinhedo	4	0	-	2	15	8	0	61	11	0	25	0	126
Jundiaí	19	2	2	-	174	1	1	2	55	1	72	0	329
Grande SP	158	18	15	176	-	15	6	13	493	17	810	3	1.723
Indaiatuba	46	4	13	5	54	-	29	18	134	3	131	1	437
Jd. Campo Belo	11	1	0	1	13	16	-	241	39	1	38	1	362
Viracopos	10	1	37	1	12	19	182	-	33	1	32	0	329
Campinas	3	0	8	42	375	36	20	19	-	3	177	26	709
Monte Mor	4	-	1	1	9	2	1	1	3	-	12	2	34
Norte	248	0	19	37	426	82	54	46	177	12	-	73	1.174
Distr. Industrial	13	1	0	1	9	0	0	1	77	1	43	-	146
Total Geral	526	39	99	284	1.248	209	306	413	1.056	42	1.594	121	5.936

Tabela 4.13: Matriz OD Veículos Leves – Hora Pico Manhã (2039)

Para De	Rod. D. Pedro	Valinhos	Vinhedo	Jundiaí	Grande SP	Indaiatuba	Jd. Campo Belo	Viracopos	Campinas	Monte Mor	Norte	Distr. Industrial	Total Geral
Rod. D. Pedro	-	50	32	158	1.378	464	94	317	326	16	1.126	56	4.015
Valinhos	51	-	2	9	81	38	8	25	24	1	55	5	298
Vinhedo	22	2	-	8	67	32	1	208	50	1	114	1	506
Jundiaí	111	10	8	-	791	7	6	33	249	2	112	0	1.328
Grande SP	938	81	67	799	-	81	15	159	2.227	27	1.261	4	5.660
Indaiatuba	429	36	36	14	161	-	77	162	775	15	718	10	2.432
Jd. Campo Belo	74	6	1	5	27	69	-	772	133	2	118	1	1.209
Viracopos	86	7	90	3	31	43	537	-	162	3	147	2	1.111
Campinas	131	10	53	266	2.358	657	135	528	-	13	804	-	4.955
Monte Mor	16	0	1	2	34	9	2	9	13	-	55	0	142
Norte	1.126	22	120	142	1.626	449	89	382	804	55	-	23	4.838
Distr. Industrial	108	9	0	1	17	1	0	15	281	3	136	-	573
Total Geral	3.092	234	409	1.406	6.569	1.852	963	2.611	5.045	138	4.644	103	27.068

Tabela 4.14: Matriz OD Veículos Leves – Hora Pico Tarde (2039)

Para De	Rod. D. Pedro	Valinhos	Vinhedo	Jundiaí	Grande SP	Indaiatuba	Jd. Campo Belo	Viracopos	Campinas	Monte Mor	Norte	Distr. Industrial	Total Geral
Rod. D. Pedro	-	50	25	124	1.081	519	165	184	312	16	1.130	99	3.704
Valinhos	51	-	2	9	81	42	13	15	23	1	53	8	299
Vinhedo	27	2	-	8	67	40	1	174	62	1	140	1	521
Jundiaí	132	10	8	-	794	11	6	3	305	3	218	1	1.490
Grande SP	1.113	82	67	802	-	123	33	36	2.726	52	2.462	9	7.504
Indaiatuba	404	34	27	15	178	-	58	106	829	11	513	7	2.184
Jd. Campo Belo	88	7	1	5	35	87	-	957	190	2	112	2	1.485
Viracopos	270	22	131	30	179	234	744	-	738	11	471	21	2.851
Campinas	68	5	42	210	1.865	758	274	319	-	13	807	164	4.524
Monte Mor	16	0	1	2	36	9	3	3	13	-	55	1	140
Norte	1.130	11	95	149	1.714	423	145	165	807	55	-	35	4.730
Distr. Industrial	105	9	1	1	19	3	2	2	343	2	84	-	572
Total Geral	3.403	232	400	1.356	6.050	2.249	1.444	1.963	6.348	167	6.044	346	30.004

Tabela 4.15: Matriz OD Veículos Pesados – Hora Pico Manhã (2039)

Para De	Rod. D. Pedro	Valinhos	Vinhedo	Jundiaí	Grande SP	Indaiatuba	Jd. Campo Belo	Viracopos	Campinas	Monte Mor	Norte	Distr. Industrial	Total Geral
Rod. D. Pedro	-	13	4	19	164	58	14	15	62	4	283	9	644
Valinhos	13	-	0	2	20	5	1	1	5	0	11	1	59
Vinhedo	6	0	-	2	17	8	0	55	10	0	22	0	121
Jundiaí	27	2	2	-	199	2	1	3	49	1	66	0	353
Grande SP	231	21	17	201	-	24	5	15	437	16	750	1	1.716
Indaiatuba	56	5	10	2	25	-	22	23	84	3	120	1	348
Jd. Campo Belo	16	1	0	1	6	18	-	208	27	1	40	0	318
Viracopos	13	1	28	0	5	9	140	-	21	1	30	0	248
Campinas	37	3	11	54	476	76	19	20	-	3	202	13	914
Monte Mor	4	0	0	1	12	3	1	1	3	-	14	0	39
Norte	283	6	24	49	564	140	35	34	202	14	-	11	1.363
Distr. Industrial	26	2	4	0	4	27	9	7	68	2	79	-	228
Total Geral	712	55	101	332	1.493	370	247	380	967	44	1.617	36	6.353

Tabela 4.16: Matriz OD Veículos Pesados – Hora Pico Tarde (2039)

Para De	Rod. D. Pedro	Valinhos	Vinhedo	Jundiaí	Grande SP	Indaiatuba	Jd. Campo Belo	Viracopos	Campinas	Monte Mor	Norte	Distr. Industrial	Total Geral
Rod. D. Pedro	-	13	4	19	165	31	14	14	36	4	284	15	597
Valinhos	13	-	0	2	20	3	1	1	3	0	6	1	51
Vinhedo	4	0	-	2	17	9	0	69	13	0	29	0	144
Jundiaí	21	2	2	-	199	2	1	2	63	1	82	0	377
Grande SP	180	21	17	201	-	18	7	15	563	20	926	4	1.970
Indaiatuba	52	4	15	5	62	-	33	21	153	3	150	2	499
Jd. Campo Belo	13	1	0	1	15	19	-	275	44	1	43	1	413
Viracopos	12	1	42	1	13	22	209	-	38	1	37	0	376
Campinas	3	0	10	48	429	41	23	21	-	3	203	30	811
Monte Mor	4	-	1	1	10	2	1	1	3	-	14	2	39
Norte	284	1	22	42	487	93	62	52	203	14	-	84	1.343
Distr. Industrial	15	1	0	1	11	0	0	1	88	1	49	-	167
Total Geral	601	44	113	324	1.427	239	350	472	1.207	48	1.822	138	6.788

4.2 Fluxos na Rede: Projeções para 2020 e 2030

As matrizes OD projetadas para 2020, 2030 e 2039 foram alocadas à rede viária.

As Figuras 4.1 a 4.8 mostram os resultados da alocação das matrizes para 10 anos (2020).

Analogamente, as Figuras 4.9 a 4.16 e as Figuras 4.17 a 4.24 mostram os resultados da alocação das matrizes para 20 anos (2030), e das matrizes do ano final da concessão (2039).

Analisando as Figuras 4.9 a 4.24, verifica-se que o trecho entre a SP348 e a SP324 apresenta uma atração de tráfego muito inferior ao trecho adjacente do prolongamento da SP348. Isto ocorre em função do trecho estudado ser concorrente com os segmentos da SP348 e SP075 até a SP324, inclusive este último trecho apresenta maior velocidade operacional e capacidade.

Assim, não há vantagens para o tráfego que segue para a SP075 utilizar o trecho o prolongamento até a SP324, já que o trajeto atual pela SP348 continuará a ser mais vantajoso, principalmente pela baixa velocidade operacional da SP324.

Figura 4.1: Rede Proposta – Veículos Leves – Hora Pico Manhã – 2020

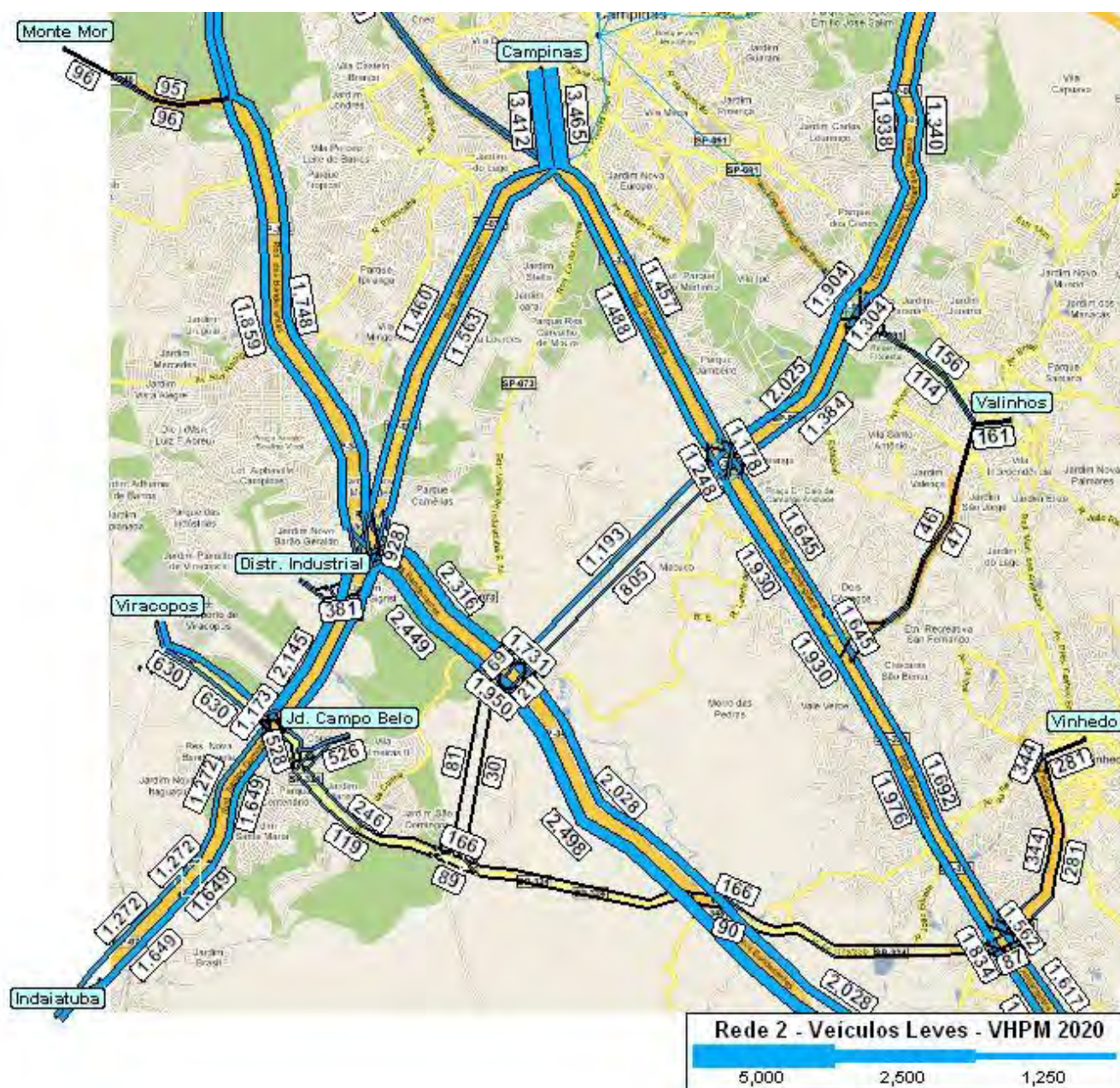


Figura 4.2: Detalhe da Interseção SP083 x SP324
Rede Proposta – Veículos Leves – Hora Pico Manhã – 2020

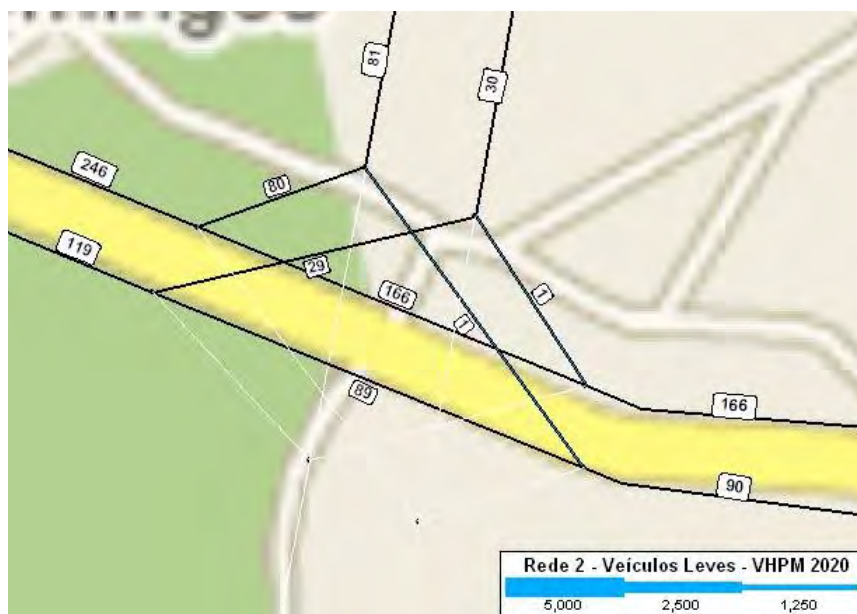
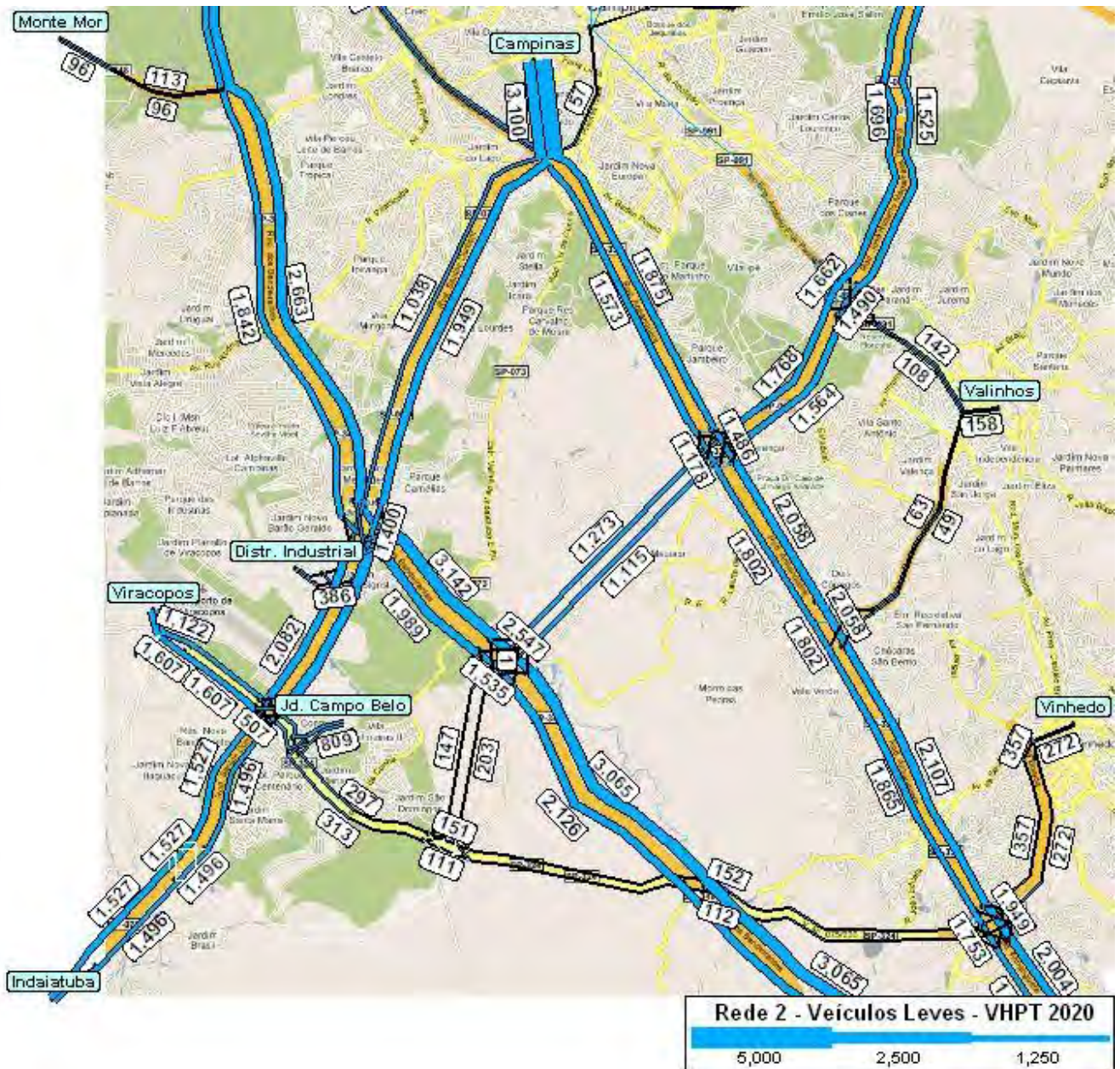


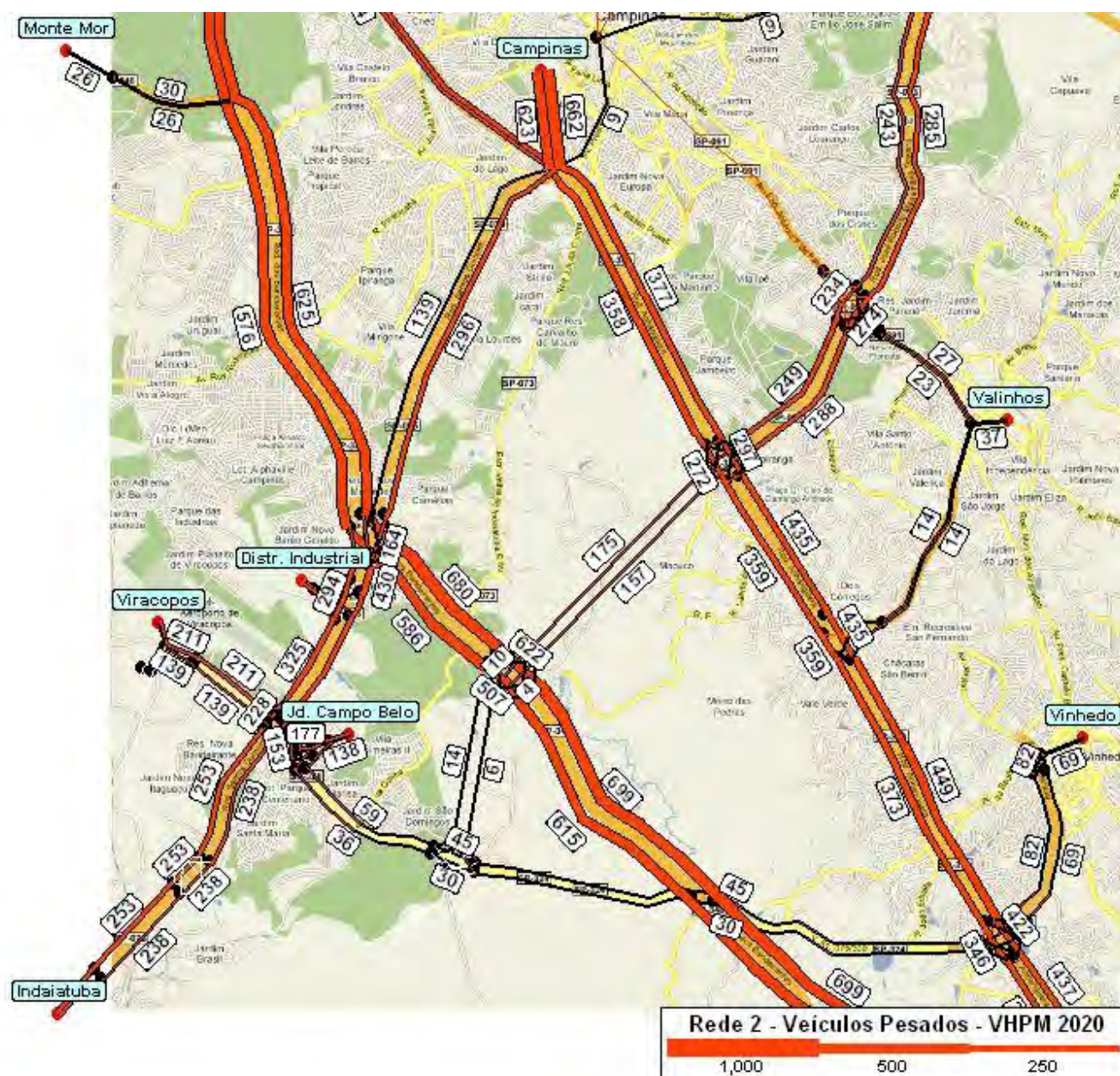
Figura 4.3: Rede Proposta – Veículos Leves – Hora Pico Tarde – 2020



**Figura 4.4: Detalhes da Interseção SP083 x SP324
Rede Proposta – Veículos Leves – Hora Pico Tarde – 2020**



Figura 4.5: Rede Proposta – Veículos Pesados – Hora Pico Manhã – 2020



**Figura 4.6: Detalhe Interseção SP083 x SP324
Rede Proposta – Veículos Pesados – Hora Pico Manhã – 2020**

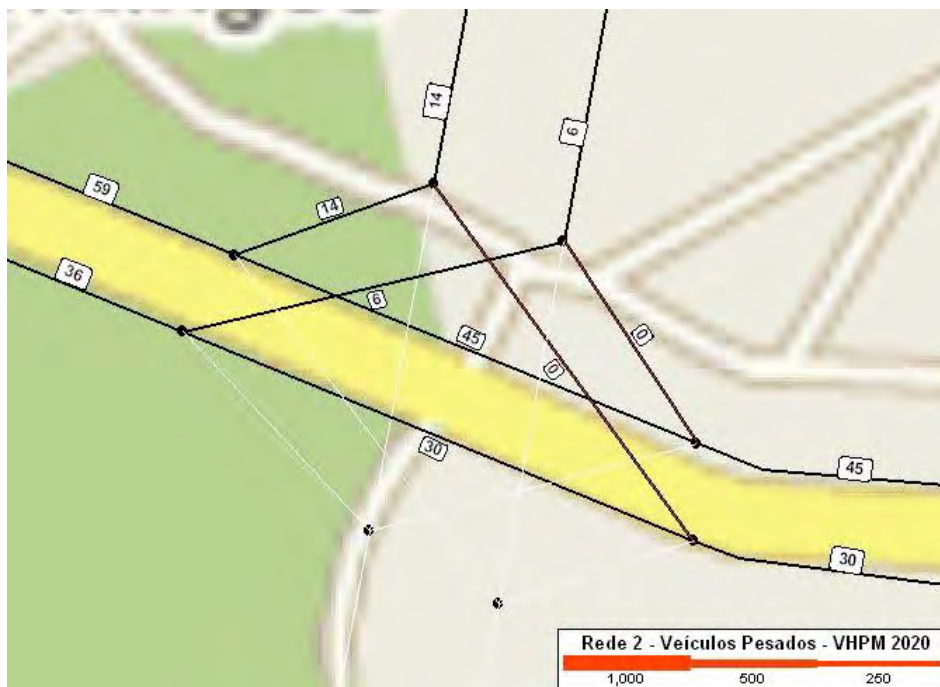


Figura 4.7: Rede Proposta – Veículos Pesados – Hora Pico Tarde – 2020

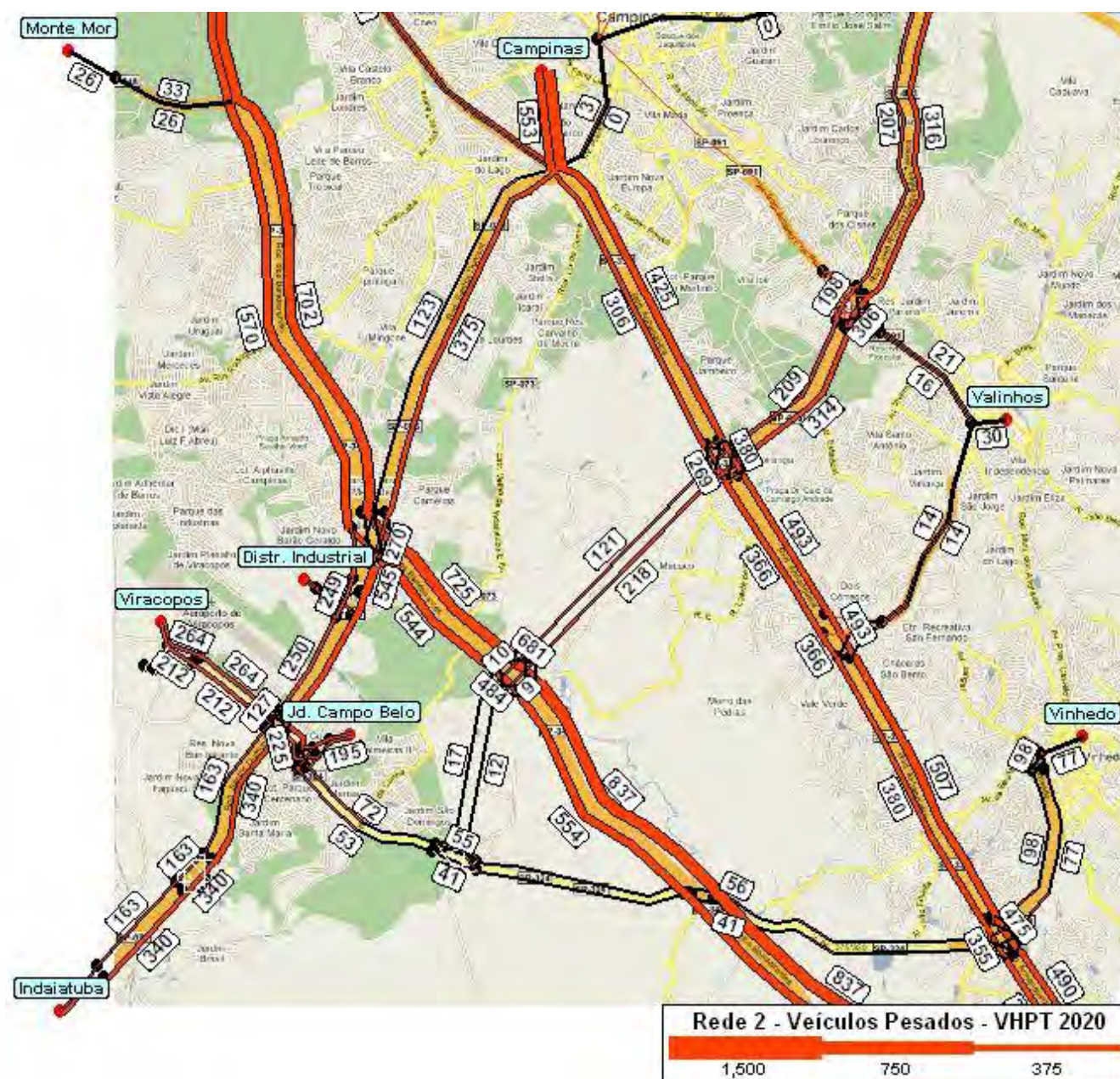


Figura 4.8: Detalhe da Interseção SP083 x SP324
Rede Proposta – Veículos Pesados – Hora Pico Tarde – 2020

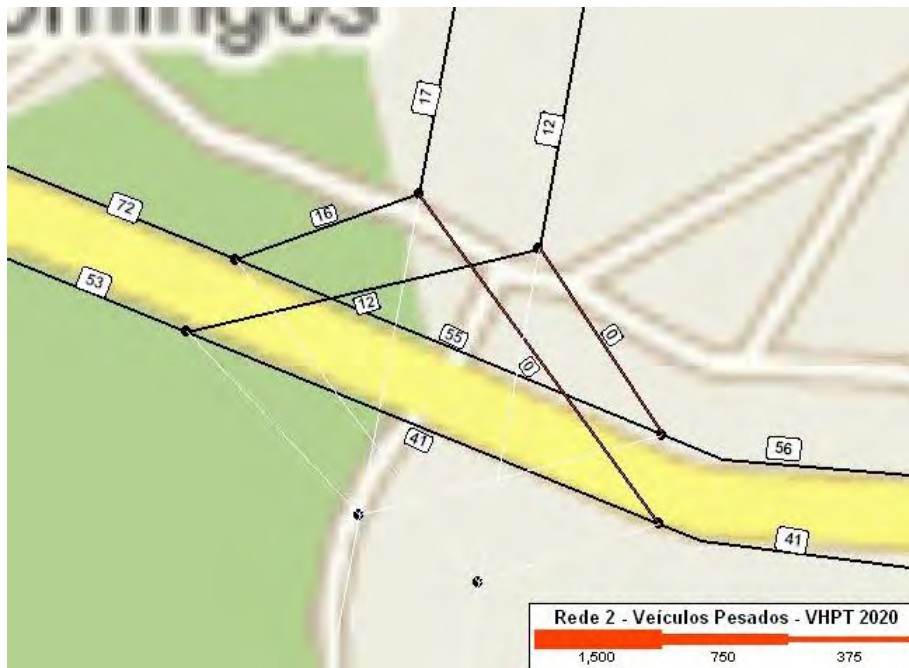
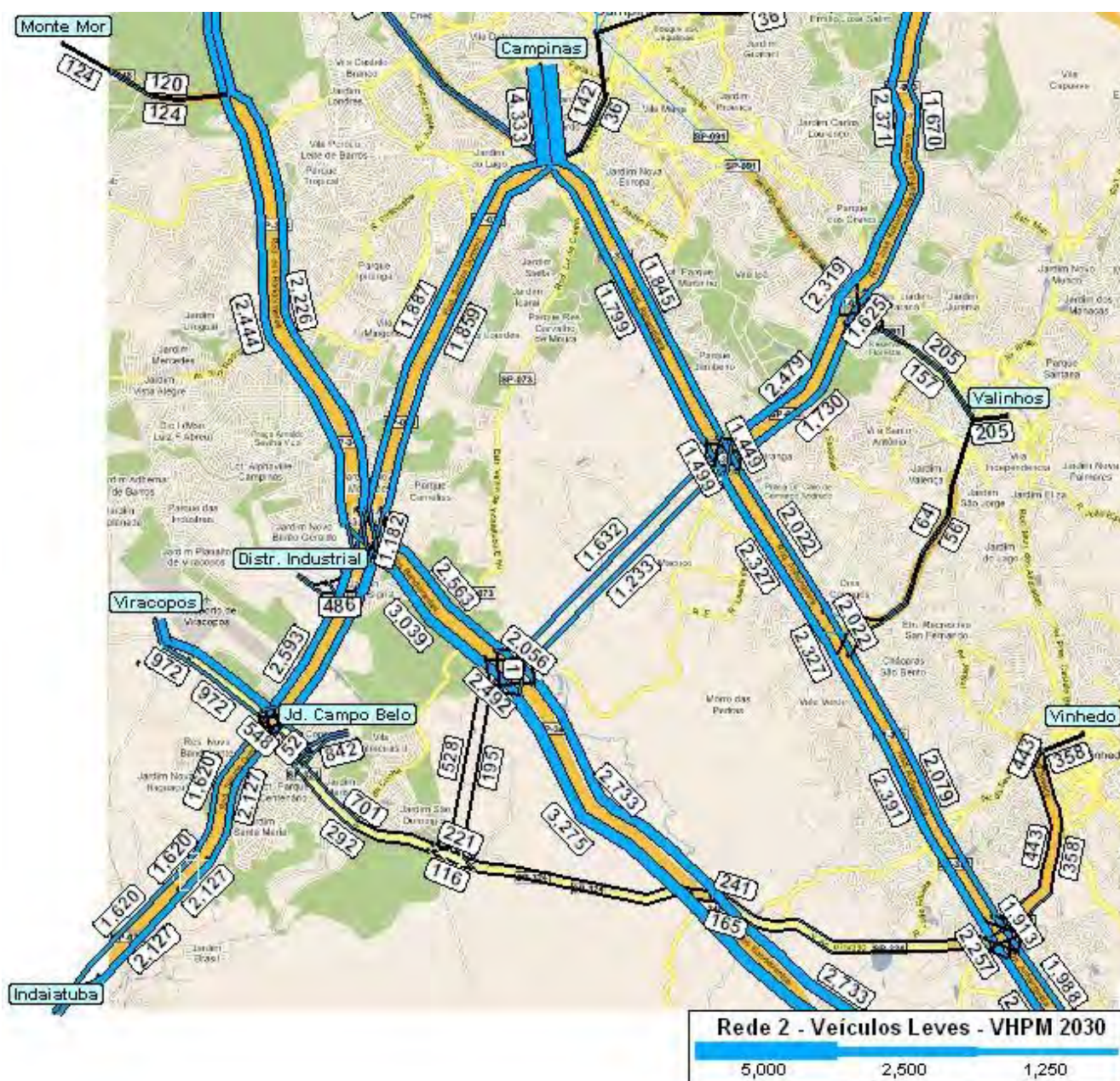


Figura 4.9: Rede Proposta – Veículos Leves – Hora Pico Manhã – 2030



**Figura 4.10: Detalhe da Interseção SP083 x SP324
Rede Proposta – Veículos Leves – Hora Pico Manhã – 2030**

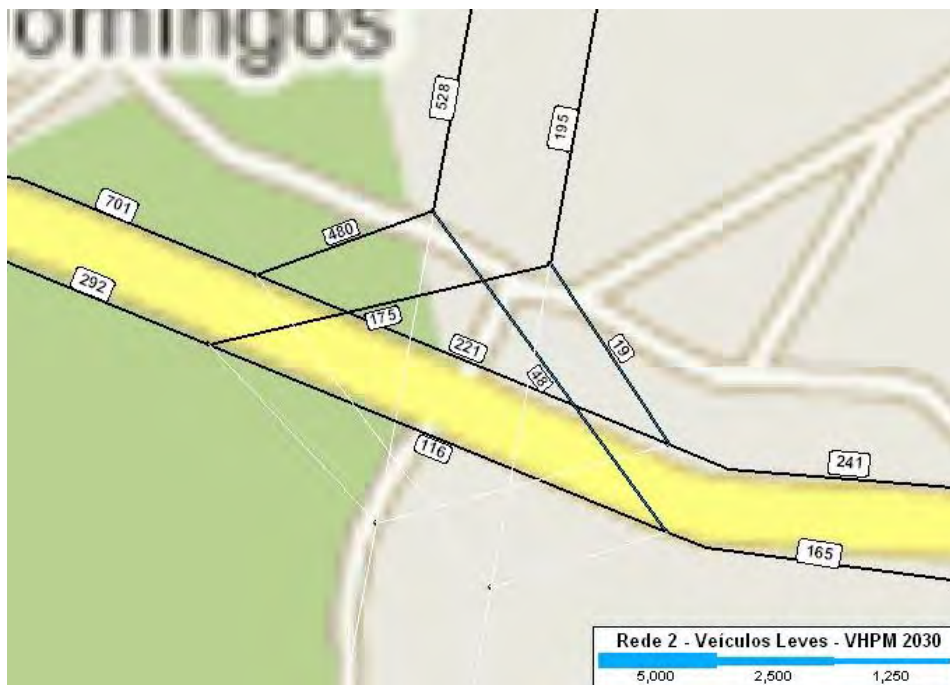
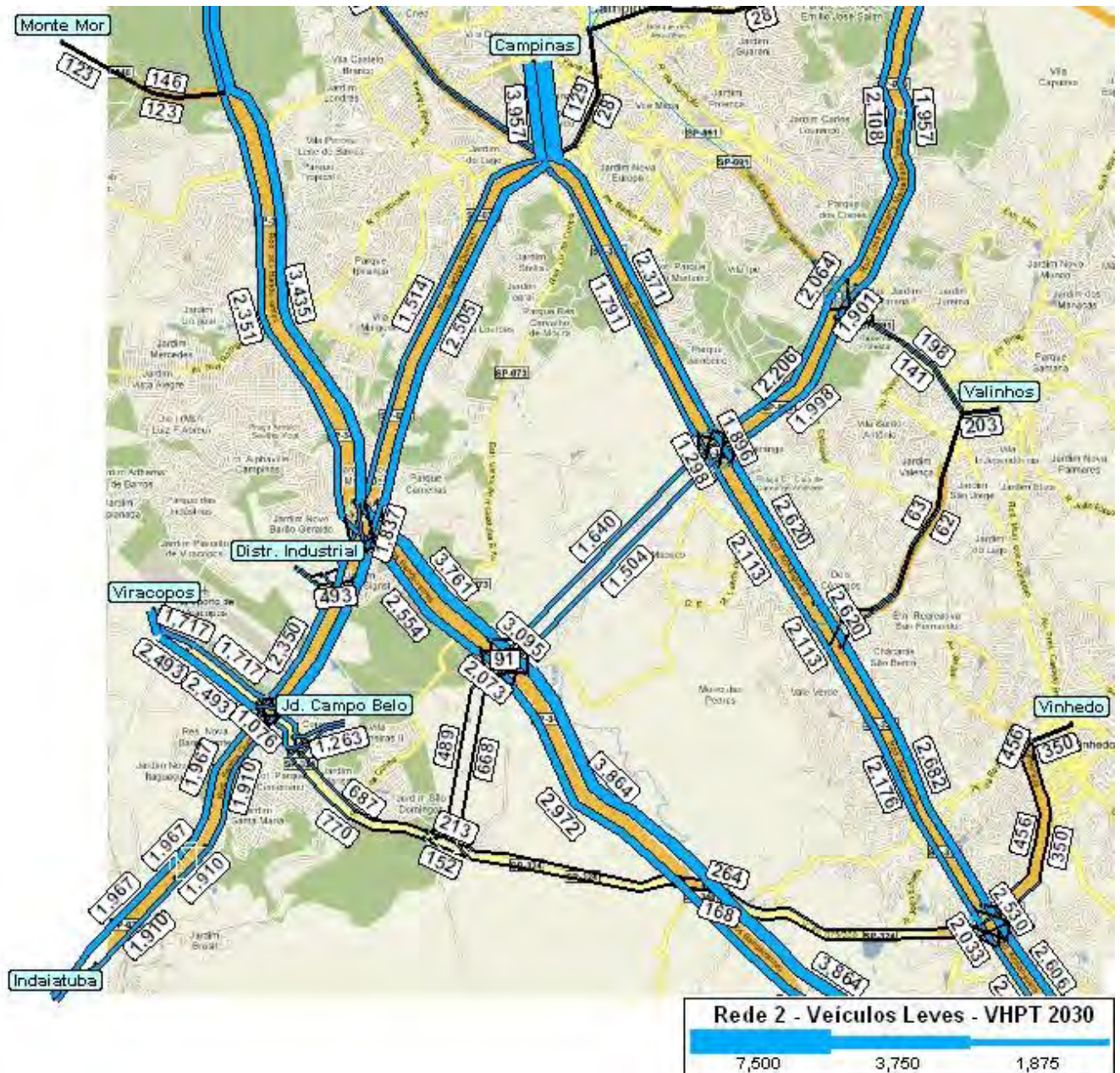


Figura 4.11: Rede Proposta – Veículos Leves – Hora Pico Tarde – 2030



**Figura 4.12: Detalhe da Interseção SP083 x SP324
Rede Proposta – Veículos Leves – Hora Pico Tarde – 2030**



Figura 4.13: Rede Proposta – Veículos Pesados – Hora Pico Manhã – 2030



**Figura 4.14: Detalhe da Interseção SP083 x SP324
Rede Proposta – Veículos Pesados – Hora Pico Manhã – 2030**

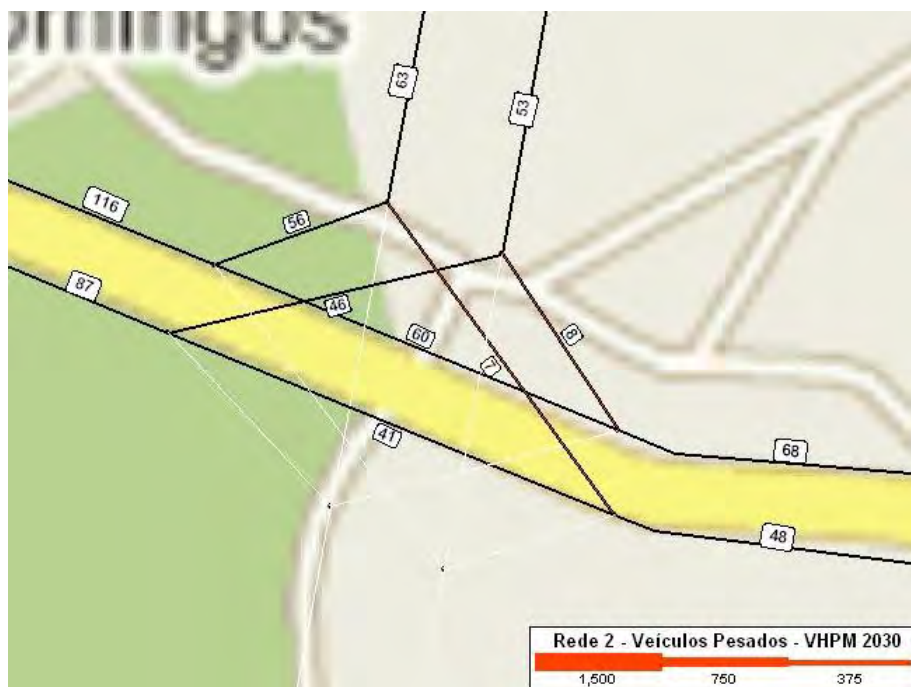
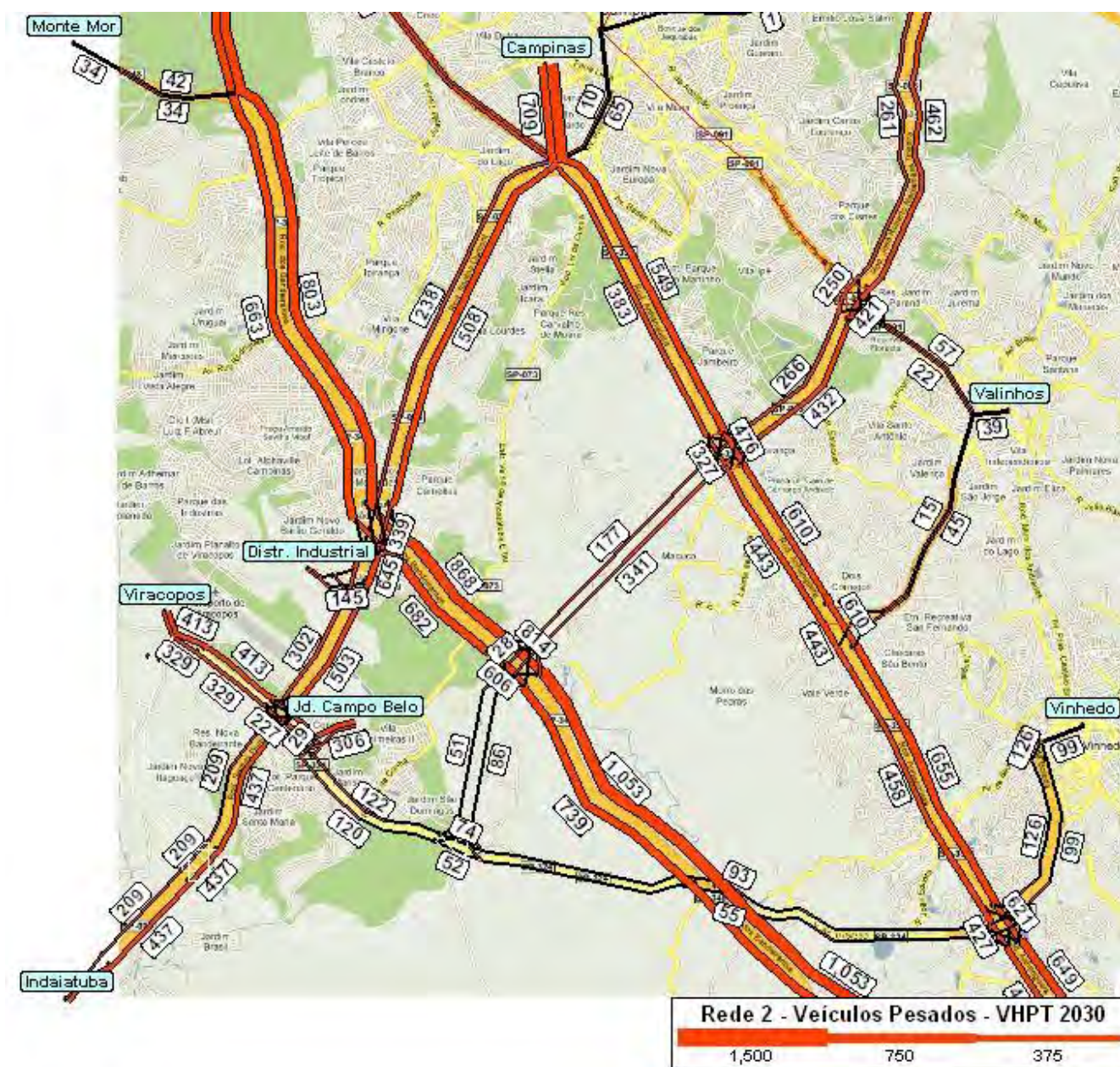


Figura 4.15: Rede Proposta – Veículos Pesados – Hora Pico Tarde – 2030



**Figura 4.16: Detalhe da Interseção SP083 x SP324
Rede Proposta – Veículos Pesados – Hora Pico Tarde – 2030**

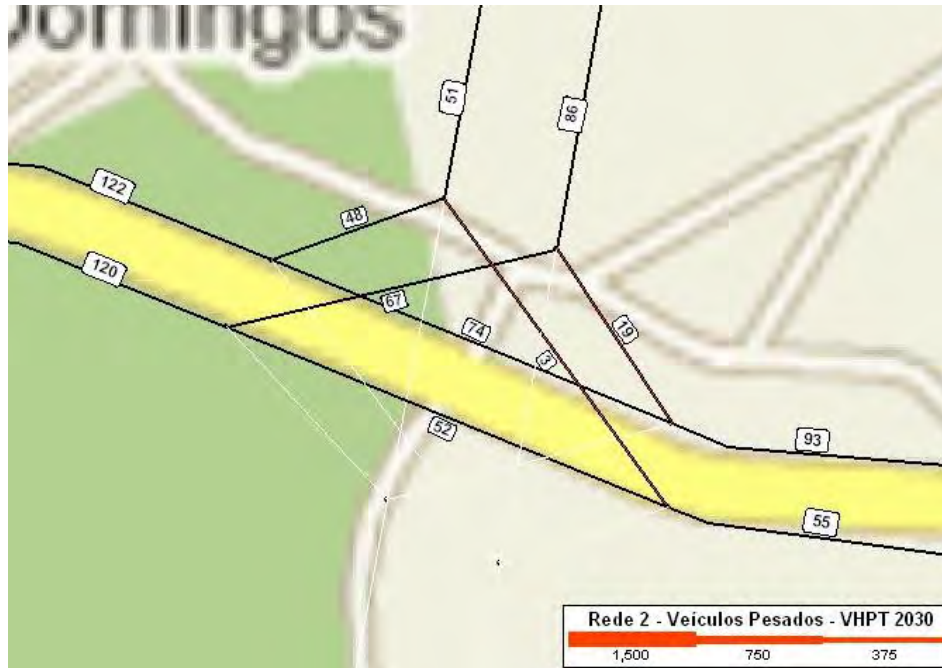


Figura 4.17: Rede Proposta – Veículos Leves – Hora Pico Manhã – 2039

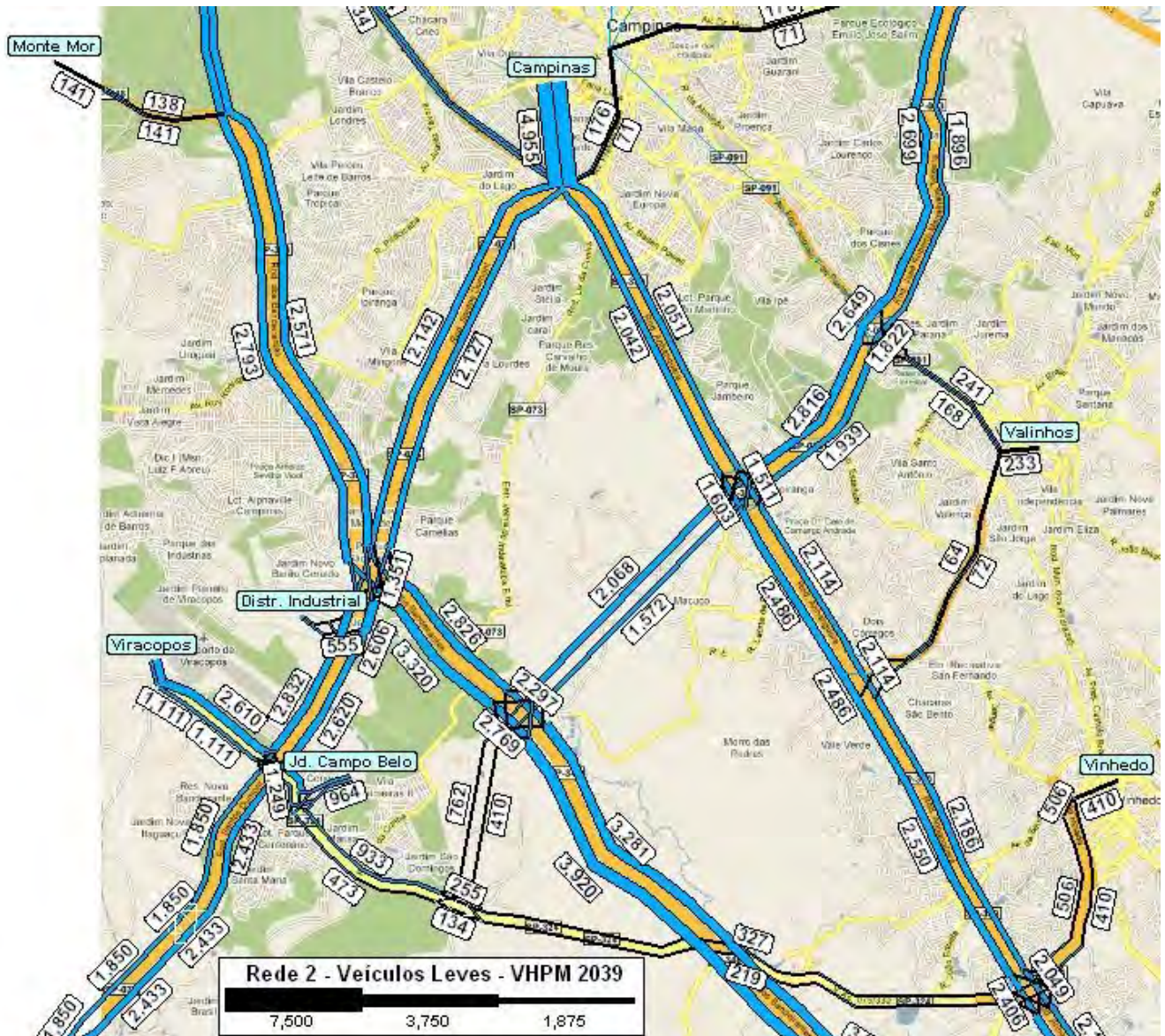


Figura 4.18: Detalhe da Interseção: SP083 x SP324
Rede Proposta – Veículos Leves – Hora Pico Manhã – 2039

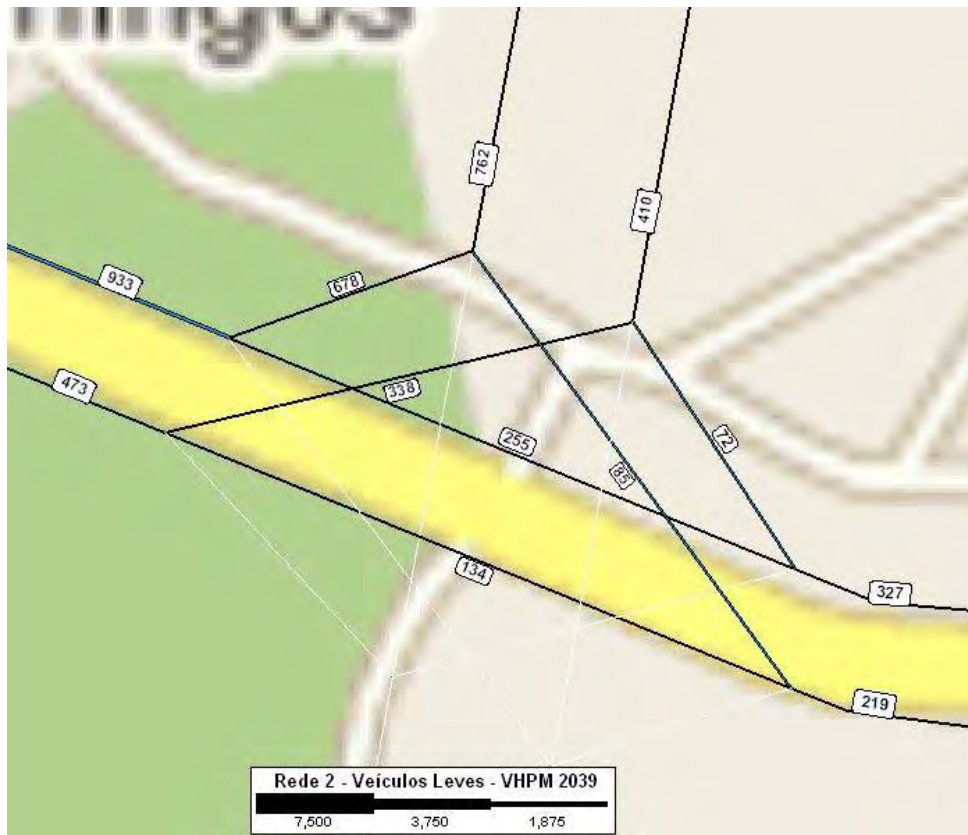


Figura 4.19: Rede Proposta – Veículos Leves – Hora Pico Tarde – 2039



Figura 4.20: Detalhes da Interseção SP083 x SP324
Rede Proposta – Veículos Leves – Hora Pico Tarde – 2039



Figura 4.21: Rede Proposta – Veículos Pesados – Hora Pico Manhã – 2039



Figura 4.22: Detalhe da Interseção SP083 x SP324
Rede Proposta – Veículos Pesados – Hora Pico Manhã – 2039

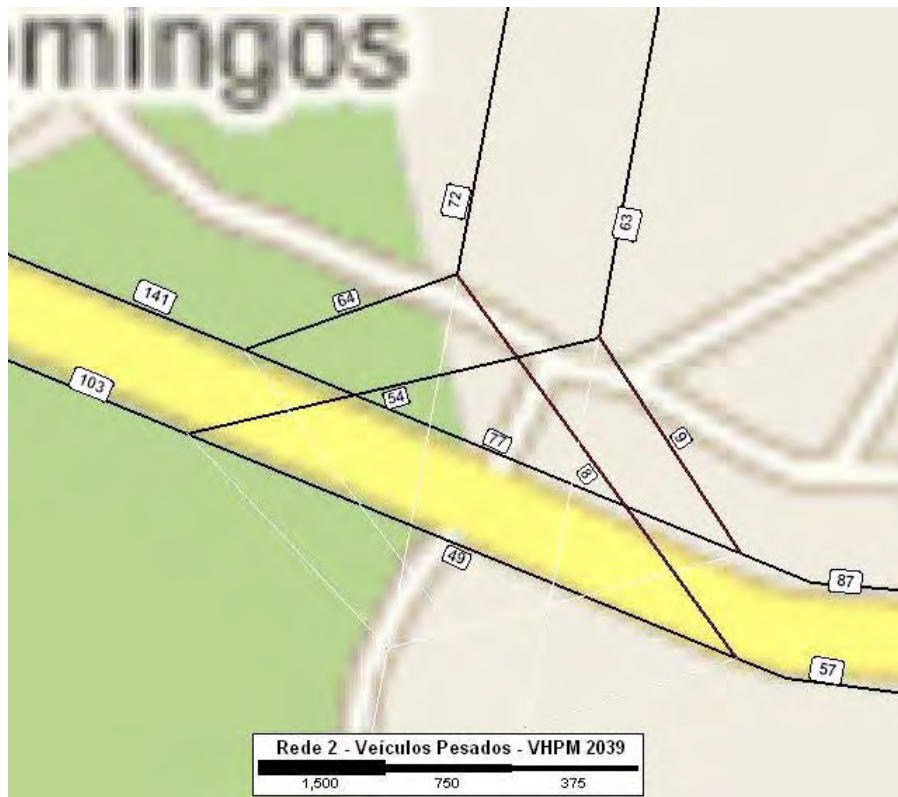


Figura 4.23: Rede Proposta – Veículos Pesados – Hora Pico Tarde – 2039

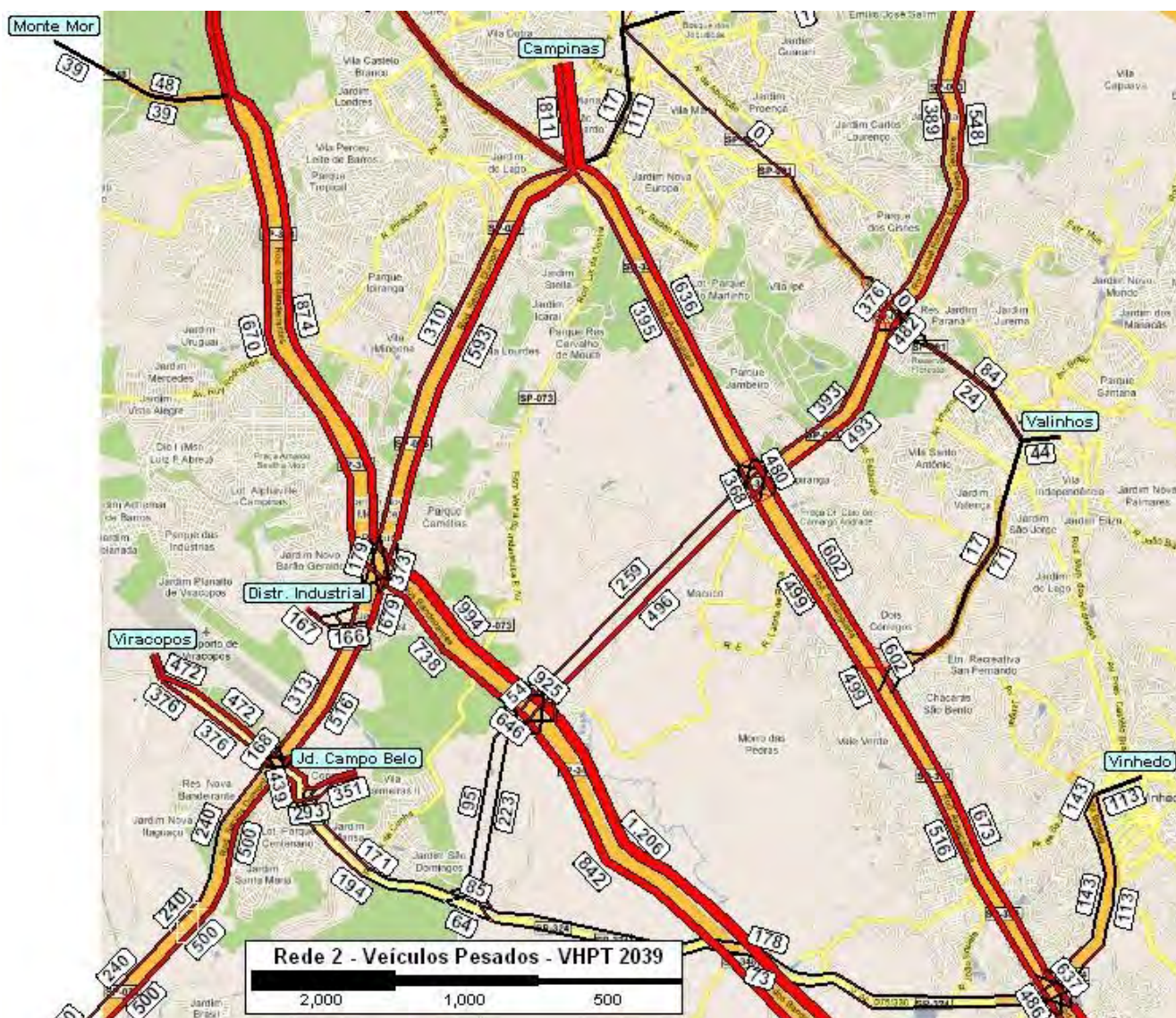


Figura 4.24: Detalhe da Interseção SP083 x SP324
Rede Proposta – Veículos Pesados – Hora Pico Tarde – 2039



5 AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE DO TRECHO

Como se pode observar nas Figuras 4.1 a 4.24, o tráfego que será atraído para o trecho do prolongamento da SP083 desde a SP348 até a SP324 será pouco significativo, com fluxos inferiores a 500 veículos (em ambos os sentidos).

Mesmo considerando o crescimento do tráfego ao longo dos anos, no ano 20 o tráfego na hora pico seria da ordem de 1.000 veículos bidirecionais, tráfego que ainda é compatível com rodovias de pista simples.

Assim, em termos de capacidade, a rodovia concebida com duas pistas de rolamento e com duas faixas de tráfego por sentido, conforme previsto no projeto funcional, apresentaria relação de fluxo/capacidade inferior a 0,25, já que a capacidade de uma rodovia de duas faixas por sentido é superior a 8.000 veículos/hora. Esta baixa relação de fluxo/capacidade é compatível com o Nível de Serviço "A", patamar que deverá caracterizar a fluidez do trecho ao longo de todo o período de concessão.

Poderia-se assim cogitar a implantação do trecho com pista única, ou até adiar a implantação deste trecho, pois as rodovias SP348 e SP075 ainda possuem oferta de capacidade para acomodar o tráfego com destino à região do Aeroporto de Viracopos, Indaiatuba, Itu e Sorocaba.

Com relação ao projeto da interseção entre a SP324 e a SP083, a geometria proposta pelo projeto funcional em forma de trombeta não apresenta cruzamentos em nível que diminuam pontualmente a capacidade do dispositivo. A Interseção acomodará com folga o tráfego estimado.

6 CÁLCULO DO NÚMERO “N”

6.1 Conceito do Número “N”

Um dos elementos necessários para o dimensionamento do pavimento de um trecho rodoviário é o Número “N”, representativo da solicitação que o tráfego imporá ao pavimento durante o horizonte de projeto.

Os métodos de dimensionamento de pavimentos flexíveis da AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) e do USACE (United States Army Corps of Engineers), os mais usuais no Brasil, baseiam-se na solicitação do tráfego no número de repetições da passagem dos veículos ao longo do tempo. Para efeito de padronização, calcula-se essa solicitação em termos de número de passagens de um eixo padrão de 8,2 toneladas.

Pode-se calcular o Número “N” pela seguinte expressão:

$$N = 365 \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n F_{ij} E_i P_i$$

Onde:

F_{ij} = Fluxo médio diário do tipo de veículo i no ano j ;

m = Número de tipos de veículo;

n = Número de anos de projeto;

E_i = Número equivalente de passagens do eixo padrão que causa o mesmo impacto sobre o pavimento do que a passagem de um veículo do tipo i (este parâmetro é conhecido como “Fator de Veículo”);

P_i = Percentual dos veículos do tipo i que utilizam a faixa de projeto.

Para um dado tipo de veículo, o fator de veículo representa a condição de carregamento vigente na média dos veículos desse tipo. Para uma rodovia com tráfego pesado, com poucos veículos vazios e muitos veículos com sobrecarga, o fator de veículo é alto. Em outras rodovias, em que haja forte presença de veículos vazios (mesmo que haja sobrecarga em outros), o fator de veículo é naturalmente menor.

Em qualquer caso, os fatores de veículos são normalmente calculados através dos dois métodos usuais, o da AASHTO e o do USACE. Essas duas formas de cálculo estão ligadas à maneira com que cada método leva em conta o efeito da passagem do eixo padrão sobre o pavimento.

No caso presente foram utilizados fatores de veículo que supõem 75% dos veículos de cada categoria com carga máxima legal, e os restantes 25% vazios. Esse critério resulta nos fatores de veículo apresentados na Tabela 6.1 (ver cálculo detalhado no Anexo A).

Tabela 6.1: Fatores de Veículo

Método	Leves	Ônibus	Caminhões					
			C2	C3	2S2	2S3	3S3	3S2S2
USACE	0,00	2,74	2,68	6,63	9,12	9,70	13,64	19,49
AASHTO	0,00	2,11	2,05	1,48	3,30	3,24	2,67	3,96

6.2 Cálculo do Número “N”

A Tabela 7.2 apresenta o número “N” para o trecho em estudo, pelos métodos USACE e AASHTO. São apresentados cálculos do número N para o período de 10 e 20 anos, com ano de abertura em 2012.

O Número “N” de Projeto é calculado através da soma do “N” de cada categoria vezes o fator CFP (Caminhões na Faixa de Projeto), que corresponde ao percentual do total de tráfego da rodovia na respectiva faixa de projeto. No caso presente, o percentual de CFP foi adotado da seguinte forma:

- Seções de Pista Dupla da SP083: CPF de 40%. Toma-se como base de cálculo o VDM bidirecional e 80% dos pesados na faixa crítica da direita. Assim, para uma faixa de tráfego, o CPF corresponde a 50% do VDM bidirecional e 80% do tráfego unidirecional, onde $50\% \times 80\% = 40\%$ (CPF para faixa de tráfego em Pista Dupla);
- Ramos de Interseções: No caso de ramos, utiliza-se como base o VDM unidirecional, sendo 100% de caminhões na faixa de projeto para ramos de uma faixa e 80% para ramos de duas faixas;

A composição das diversas categorias dos caminhões empregada no cálculo do Número “N” foi baseada em contagens realizadas no km 8 da SP083, em 2009. A distribuição de pesados utilizada no cálculo do Número “N” se encontra na Tabela 6.3.

A Figura 6.1 apresenta croqui do trecho com os valores apresentados na Tabela 6.2.

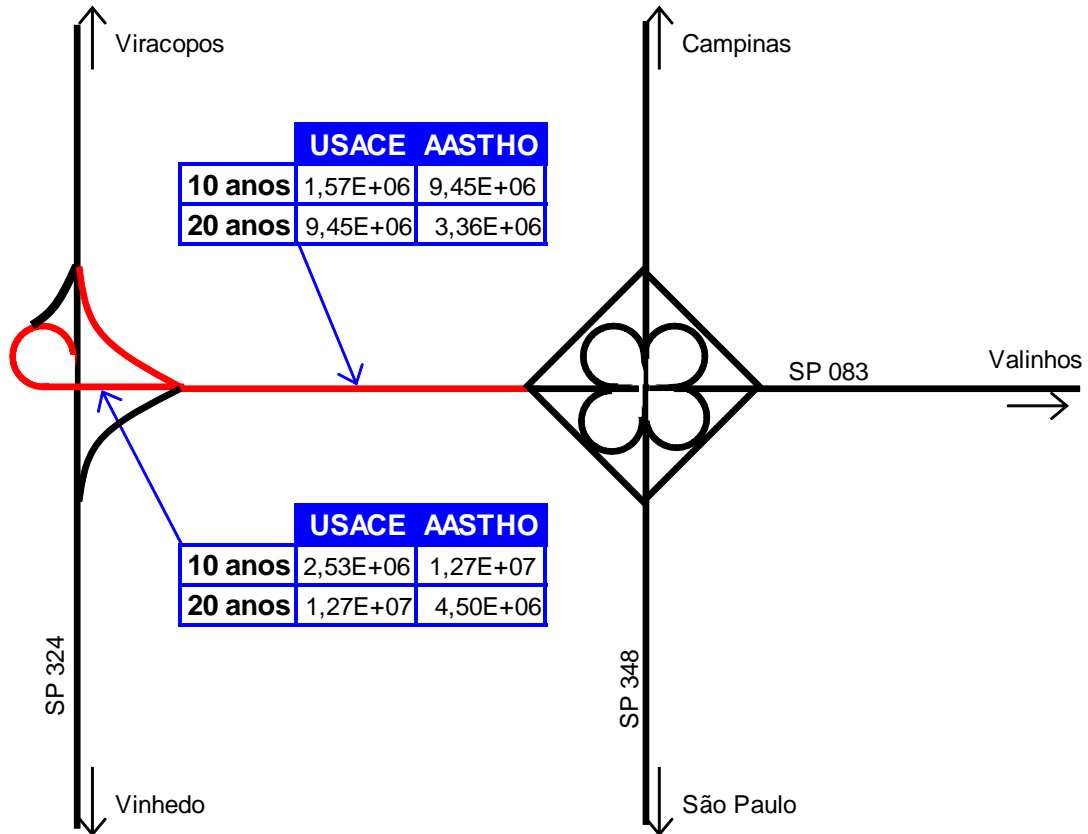
Tabela 6.2: Cálculo do Número “N” – Método USACE e AASHTO

Trecho	10 anos		20 anos	
	USACE	AASHTO	USACE	AASHTO
Intersetção SP 083 x SP 324: ramo mais carregado	2,53E+06	1,27E+07	1,27E+07	4,50E+06
Seção de Rodovia (entre SP 083 e SP 324)	1,57E+06	9,45E+06	9,45E+06	3,36E+06

Tabela 6.3: Distribuição de Veículos Pesados Empregada no Cálculo do Número “N”

Distribuição de Pesados	Ônibus	C2	C3	2S2	2S3	3S3	3S2S2	Total
	8,9%	36,9%	31,5%	2,9%	11,3%	5,6%	2,9%	100,0%

Figura 7.1: Projeto de Prolongamento da SP083
Cálculo do Número "N"



7 CONCLUSÕES

A principal conclusão que se pode obter a partir dos estudos de demanda é que o prolongamento da SP083 entre a SP348 e a SP324 atrairá uma demanda pouco significativa.

Essa conclusão, resultado de análise com auxílio de modelagem de transporte, é de fato bastante plausível, pois o caminho entre a SP348 e as regiões de Viracopos e Indaiatuba (e demais áreas de influência da SP075) será mais conveniente utilizando-se a interseção da SP348 com a SP075 (ver rede na Figura 2.1). De fato, além de mais curto, esse caminho é composto de rodovias de alta qualidade (SP348 e SP075), enquanto o caminho pelo prolongamento da SP083 teria que utilizar a SP324, rodovia de categoria inferior.

Salvo melhor juízo, a importância maior do prolongamento da SP083 a Oeste da SP348 ocorrerá somente se o terminal de passageiros do Aeroporto de Viracopos for ampliado e mudado para outro local mais a Oeste, gerando a necessidade de novo acesso. Caso este novo acesso seja feito a partir do prolongamento da SP083, não apenas até a SP324, mas estendendo-se além dessa rodovia e cruzando a SP075 nas proximidades do futuro terminal de passageiros, o prolongamento da SP083 a Oeste da SP348 deverá apresentar uma atração mais significativa de tráfego que poderá justificar os investimentos envolvidos neste projeto.

ANEXO A: CÁLCULO DOS FATORES DE VEÍCULO

Para um determinado veículo, com um certo número de eixos e com carga conhecida em cada um deles, pode-se calcular o “fator de veículo” como a soma dos fatores de equivalência de cada um de seus eixos. No caso de uma população de veículos que passam por determinada rodovia, com diferentes números de eixos e diferentes cargas por eixo, dividem-se esses veículos em categorias (por exemplo: ônibus, caminhões de 2 eixos, caminhões de 3 eixos, caminhões articulados).

Para cada categoria, admite-se uma distribuição de pesos por eixo e calcula-se um fator de veículo médio para cada categoria. Essa distribuição de pesos por eixo pode provir de uma pesquisa específica de pesagem ou de algum outro tipo de hipótese (por exemplo: analogia com outra rodovia de características similares).

Para determinada categoria de veículo, sendo conhecida a distribuição de frequências por classe de peso dos tipos de eixo, é possível calcular o fator de equivalência médio dessa categoria de veículo em termos de solicitação ao pavimento. Esse fator é calculado pela expressão:

$$E_v = \sum_{ct} (X_{vct})(E_{tc})$$

Onde:

E_v = Fator de Veículo = Fator de equivalência da categoria de veículo “v” em relação ao eixo padrão;

X_{vct} = Percentual dos eixos do tipo “t” da categoria de veículo “v” cujo peso está na classe de peso “c”;

E_{tc} = Fator de equivalência de um eixo do tipo “t” com peso igual ao ponto médio da classe de peso “c”, calculado pelas fórmulas e gráficos da AASHTO ou da USACE (Figuras A.1-A e A.1-B).

No caso presente, foi admitida a seguinte hipótese de distribuição de cargas:

75% dos veículos de cada categoria com carga máxima legal em cada um de seus eixos

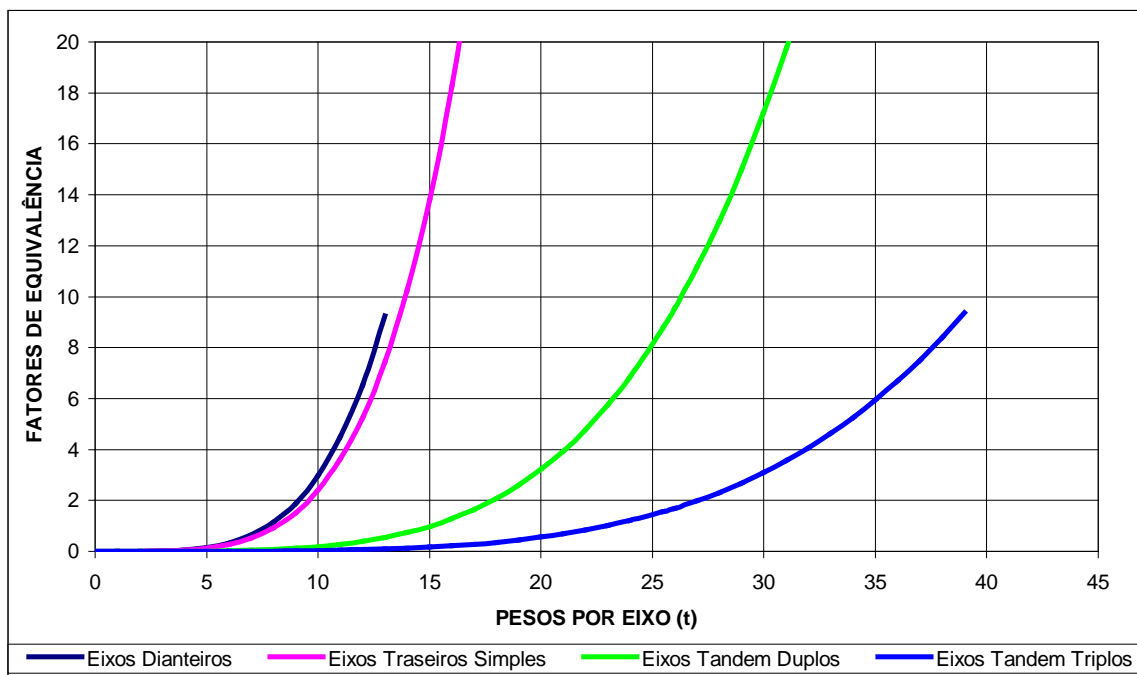
25% dos veículos vazios

Os resultados do cálculo para as diversas categorias de veículos estão na Tabela A.1. Na parte (a) dessa tabela estão as hipóteses de distribuição de pesos por eixo dos veículos vazios e carregados de cada categoria. Na parte (b) estão os cálculos dos fatores de veículo pelo conceito AASHTO, em que os fatores de equivalência por tipo de eixo são obtidos das curvas da Figura A.1-A. Na parte (c) estão os cálculos dos fatores de veículo pelo conceito USACE, em que os fatores de equivalência por tipo de eixo são obtidos das curvas da Figura A.1-B.

Figura A.1: Fatores de Equivalência para Dimensionamento do Pavimento

Número de passadas do Eixo Padrão

A) MÉTODO AASHTO



B) MÉTODO USACE

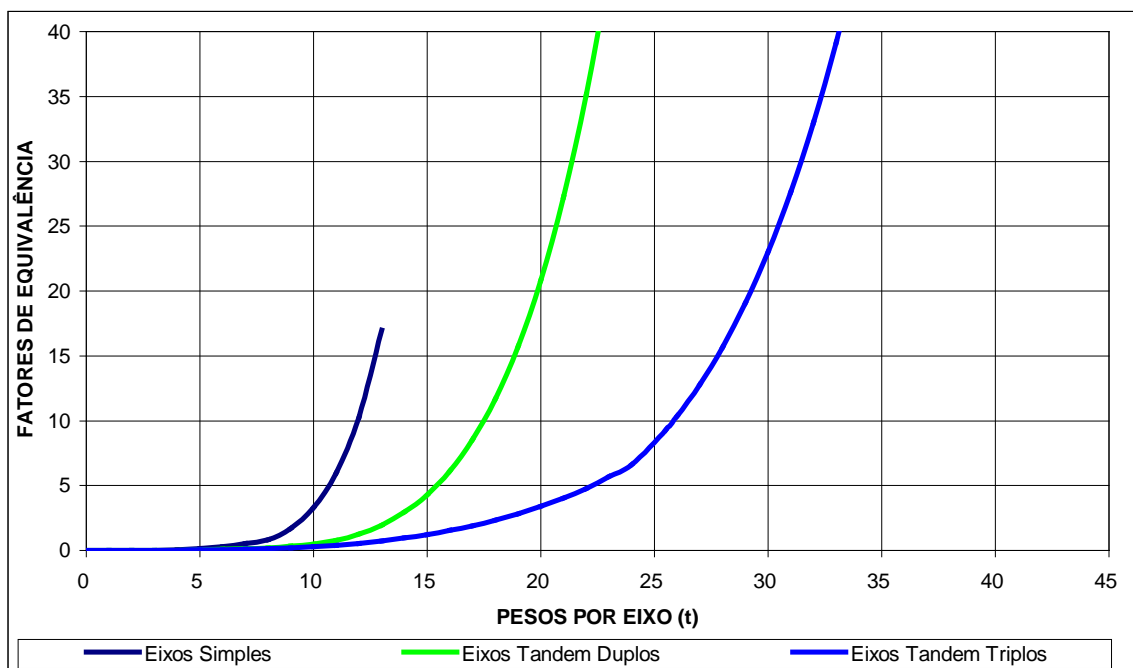


Tabela A.1: Estimativa dos Fatores de Veículo

Hipótese: 75% dos veículos com Carga Máxima Legal por eixo; 25% vazios

a) Distribuição de Pesos por Eixo

Categoria	Condição de Carga	Composição	Pesos por Eixo (ton)					Peso Bruto Total
			Eixos Dianteiros	Eixos Traseiros				
				Simples	Simples	Tandem Duplo	Tandem Triplo	
Ônibus	Vazios	25%	5,0	5,0				10,0
	Limite Legal	75%	6,0	10,0				16,0
Caminhões de 2 Eixos C2	Vazios	25%	2,0	3,0				5,0
	Limite Legal	75%	6,0	10,0				16,0
Caminhões de 3 Eixos C3	Vazios	25%	2,0			4,0		6,0
	Limite Legal	75%	6,0			17,0		23,0
Caminhões Articulados 2S1	Vazios	25%	3,0	4,0	3,0			10,0
	Limite Legal	75%	6,0	10,0	10,0			26,0
Caminhões Articulados 2S2	Vazios	25%	4,0	4,0		4,0		12,0
	Limite Legal	75%	6,0	10,0		17,0		33,0
Caminhões Articulados 2S3	Vazios	25%	4,0	4,0			7,0	15,0
	Limite Legal	75%	6,0	10,0			25,5	41,5
Caminhões Articulados 3S3	Vazios	25%	4,0			5,0	7,0	16,0
	Limite Legal	75%	6,0			17,0	25,5	48,5
Caminhões Biarticulados 3S2S2	Vazios	25%	4,0			5,0		19,0
	Limite Legal	75%	6,0			17,0		57,0

Tabela A.1: Estimativa dos Fatores de Veículo - Continuação

b) Cálculo dos Fatores de Veículos AASHTO

Categoria	Condição de Carga	Composição	Fatores de Equivalência					Total
			Eixos Dianteiros	Eixos Traseiros				
				Simples	Simples	Tandem Duplo	Tandem Triplo	
Ônibus	Vazios	25%	0,15	0,12				0,27
	Limite Legal	75%	0,33	2,39				2,72
	Total	100%	0,28	1,83		-	-	2,11
Caminhões de 2 Eixos C2	Vazios	25%	0,00	0,01				0,02
	Limite Legal	75%	0,33	2,39				2,72
	Total	100%	0,25	1,80		-	-	2,05
Caminhões de 3 Eixos C3	Vazios	25%	0,00			0,00		0,01
	Limite Legal	75%	0,33			1,64		1,97
	Total	100%	0,25	-		1,23	-	1,48
Caminhões Articulados 2S1	Vazios	25%	0,02	0,05	0,01			0,08
	Limite Legal	75%	0,33	2,39	2,39			5,12
	Total	100%	0,25	1,81	1,80	-	-	3,86
Caminhões Articulados 2S2	Vazios	25%	0,06	0,05		0,00	-	0,11
	Limite Legal	75%	0,33	2,39		1,64	-	4,36
	Total	100%	0,26	1,81		1,23	-	3,30
Caminhões Articulados 2S3	Vazios	25%	0,06	0,05			0,01	0,11
	Limite Legal	75%	0,33	2,39			1,56	4,28
	Total	100%	0,26	1,81		-	1,17	3,24
Caminhões Articulados 3S3	Vazios	25%	0,06			0,01	0,01	0,07
	Limite Legal	75%	0,33			1,64	1,56	3,53
	Total	100%	0,26	-		1,23	1,17	2,67
Caminhões Biarticulados 3S2S2	Vazios	25%	0,06			0,03	-	0,09
	Limite Legal	75%	0,33			4,93	-	5,25
	Total	100%	0,26	-		3,70	-	3,96

Tabela C.1: Estimativa dos Fatores de Veículo - Continuação

c) Cálculo dos Fatores de Veículos USACE

Categoria	Condição de Carga	Composição	Fatores de Equivalência					Total
			Eixos Dianteiros	Eixos Traseiros				
				Simples		Tandem Duplo	Tandem Triplo	
Ônibus	Vazios	25%	0,13	0,13				0,27
	Limite Legal	75%	0,28	3,29				3,57
	Total	100%	0,24	2,50		-	-	2,74
Caminhões de 2 Eixos C2	Vazios	25%	0,00	0,02				0,02
	Limite Legal	75%	0,28	3,29				3,57
	Total	100%	0,21	2,47		-	-	2,68
Caminhões de 3 Eixos C3	Vazios	25%	0,00			0,02		0,02
	Limite Legal	75%	0,28			8,55		8,83
	Total	100%	0,21	-		6,42	-	6,63
Caminhões Articulados 2S1	Vazios	25%	0,02	0,05	0,02			0,09
	Limite Legal	75%	0,28	3,29	3,29			6,86
	Total	100%	0,21	2,48	2,47	-	-	5,16
Caminhões Articulados 2S2	Vazios	25%	0,05	0,05		0,02		0,13
	Limite Legal	75%	0,28	3,29		8,55		12,12
	Total	100%	0,22	2,48		6,42	-	9,12
Caminhões Articulados 2S3	Vazios	25%	0,05	0,05			0,08	0,19
	Limite Legal	75%	0,28	3,29			9,30	12,87
	Total	100%	0,22	2,48		-	7,00	9,70
Caminhões Articulados 3S3	Vazios	25%	0,05			0,04	0,08	0,18
	Limite Legal	75%	0,28			8,55	9,30	18,13
	Total	100%	0,22	-		6,42	7,00	13,64
Caminhões Biarticulados 3S2S2	Vazios	25%	0,05			0,13	-	0,18
	Limite Legal	75%	0,28			25,65	-	25,92
	Total	100%	0,22	-		19,27	-	19,49