

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 12 ao km 18

Verificado - ARTESP

Objeto:

Estudo de Tráfego: Prolongamento da SP083

Aprovado - ARTESP

Documentos de Referência:

Documentos Resultantes:

Observação:

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

## CONTEÚDO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DEMANDA ATUAL .....</b>	<b>5</b>
2.1	ÁREA DE INFLUÊNCIA E REDE VIÁRIA .....	5
2.2	CONTAGENS VEICULARES .....	6
<b>3</b>	<b>MODELAGEM DA DEMANDA.....</b>	<b>8</b>
3.1	METODOLOGIA GERAL.....	8
3.2	ESTIMATIVA DAS MATRIZES OD.....	8
3.2.1	<i>Definição das Zonas de Tráfego.....</i>	8
3.2.2	<i>Processo de Estimativa.....</i>	8
3.2.3	<i>Matrizes Semente .....</i>	9
3.2.4	<i>Matrizes OD e Tráfego Atual.....</i>	9
<b>4</b>	<b>PROJEÇÕES DO TRÁFEGO .....</b>	<b>25</b>
4.1	DEMANDA PROJETADA PARA 2020 A 2039 .....	25
4.2	FLUXOS NA REDE: PROJEÇÕES PARA 2020, 2030 E 2039 .....	31
<b>5</b>	<b>ESTUDOS DE CAPACIDADE NO VIÁRIO PROPOSTO.....</b>	<b>55</b>
5.1	CONCEITO DE NÍVEL DE SERVIÇO .....	55
5.2	APLICAÇÃO DA ANÁLISE DE NÍVEL DE SERVIÇO .....	55
5.3	A METODOLOGIA DO HCM.....	56
5.4	CÁLCULO DOS NÍVEIS DE SERVIÇO .....	57
<b>6</b>	<b>ANÁLISE DE NÍVEL DE SERVIÇO NAS INTERSEÇÕES .....</b>	<b>61</b>
6.1	METODOLOGIA DE ANÁLISE DE DESEMPENHO EM INTERSEÇÕES.....	61
6.1.1	<i>Premissas Básicas.....</i>	61
6.1.2	<i>Principais Conflitos que Afetam a Fluidez do Tráfego .....</i>	62
6.1.3	<i>Pontos de Convergência e Divergência.....</i>	62
6.1.4	<i>Entrelaçamentos .....</i>	62
6.2	ANÁLISE DAS INTERSEÇÕES .....	63
6.2.1	<i>Interseção SP 083 com SP 330.....</i>	63
6.2.2	<i>Interseção SP 083 com SP 348.....</i>	73
<b>7</b>	<b>CÁLCULO DO NÚMERO “N” .....</b>	<b>81</b>
7.1	CONCEITO DO NÚMERO “N” .....	81
7.2	CÁLCULO DO NÚMERO “N” .....	82
<b>8</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>84</b>
	<b>ANEXO A: CONTAGENS VOLUMÉTRICAS .....</b>	<b>85</b>
	<b>ANEXO B: RESULTADO DAS ANÁLISES DE NÍVEL DE SERVIÇO - HCS2000.....</b>	<b>94</b>
	<b>ANEXO C: CÁLCULO DOS FATORES DE VEÍCULO .....</b>	<b>145</b>

## 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.

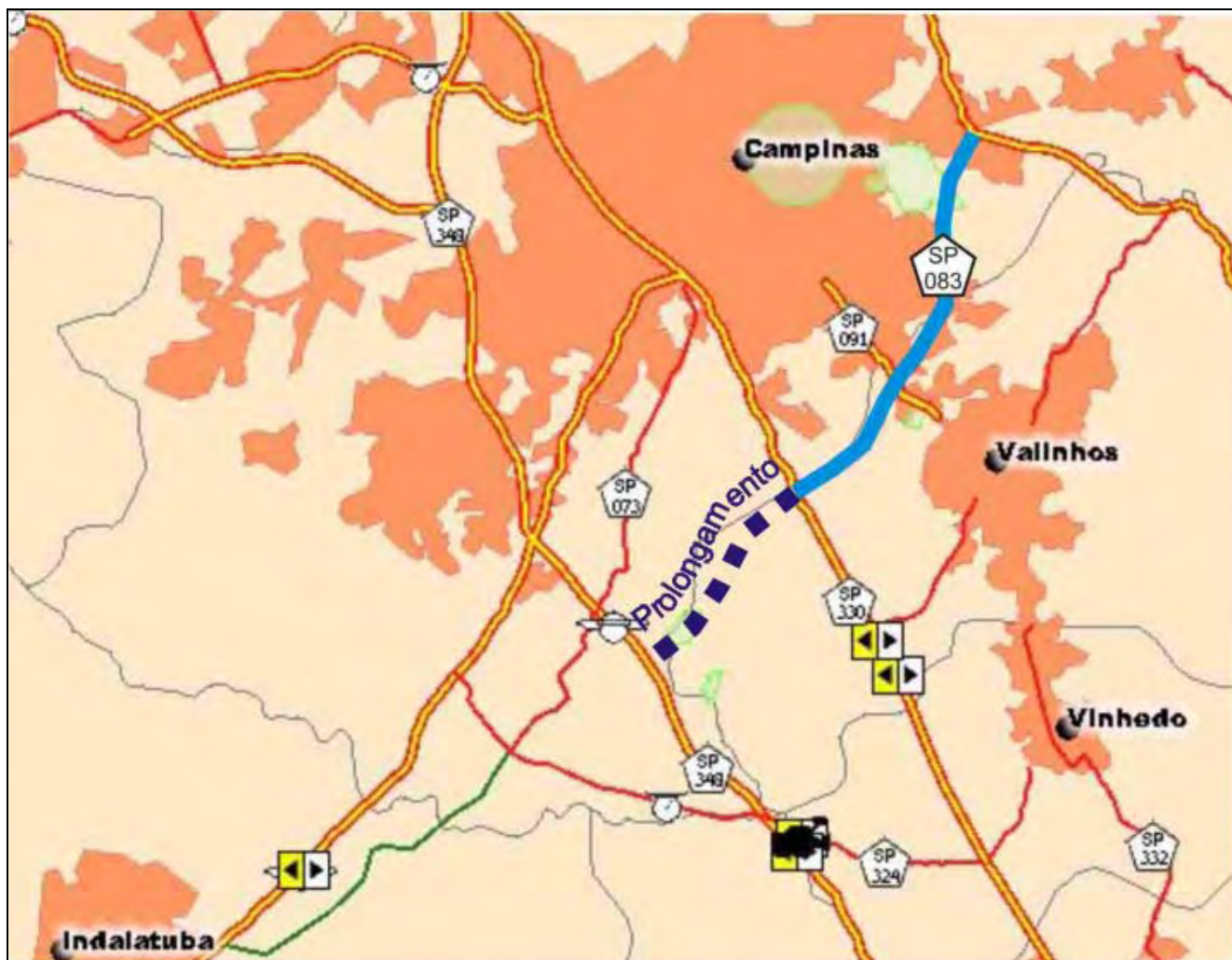
O objetivo desse relatório é apresentar o estudo de tráfego para possibilitar o dimensionamento adequado da via e das interseções que deverão ser criadas em função do prolongamento da SP083 até a SP 348. A Figura 1.1 assinala a região onde está localizada a SP083.

As principais atividades realizadas no presente estudo foram as seguintes:

Este relatório apresenta os estudos de tráfego para o prolongamento da SP 083, apresentando:

- Contagens volumétricas;
- Determinação do tráfego atual no sistema viário de estudo;
- Projeção da demanda;
- Estimativa do fluxo por trecho do sistema viário, para os anos 2020, 2030 e 2039, incluindo o prolongamento da SP 083;
- Análise de Nível de Serviço nos trechos da SP 083;
- Layout das interseções e análise de Nível de Serviço;
- Cálculo do Número N para dimensionamento do pavimento nos diversos trechos;
- Conclusões.

Figura 1.1: Prolongamento da SP083



## 2 DEMANDA ATUAL

### 2.1 *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 e as principais interseções do sistema atual e futuro. Os fluxos das principais interseções serão apresentados juntamente com os resultados.



**Figura 2.1: Rede Viária e Principais Interseções**



## 2.2 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:

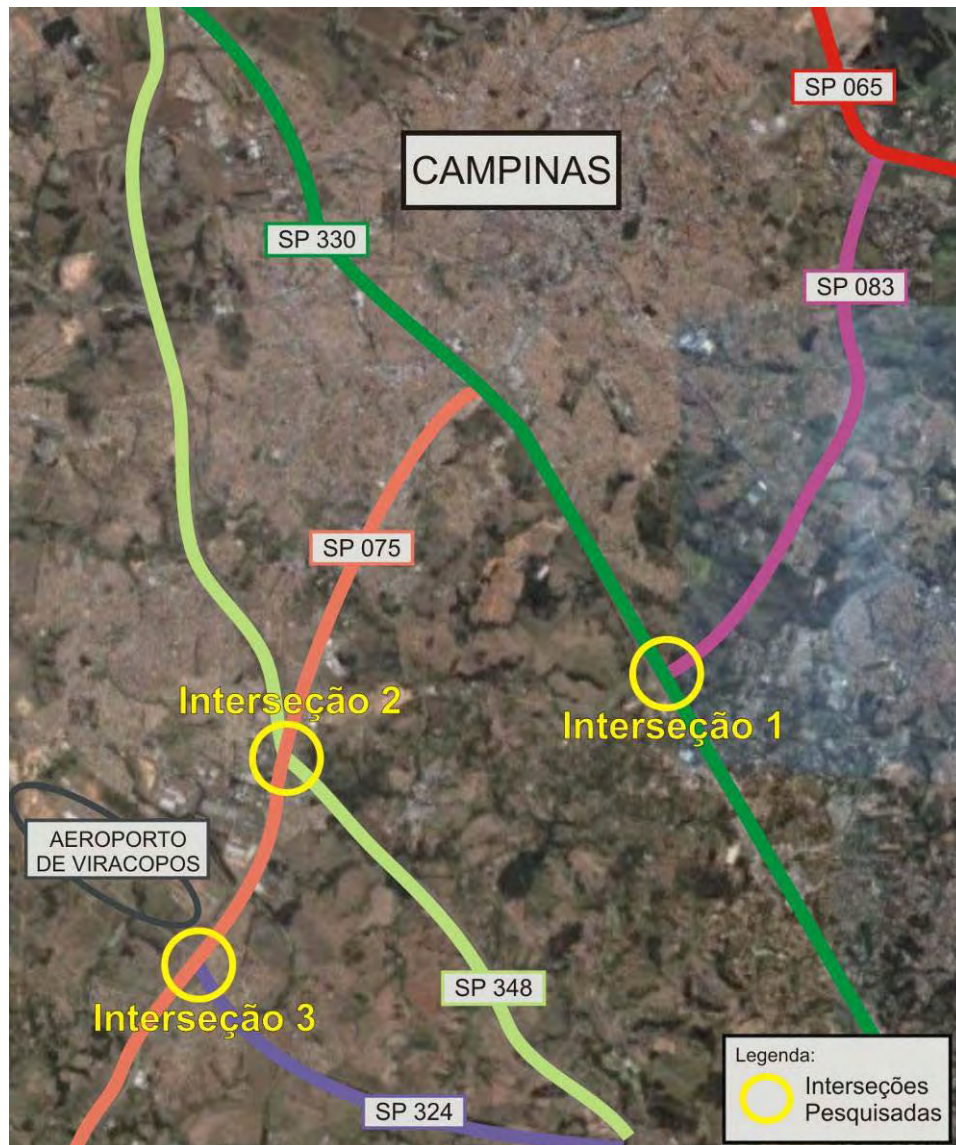
- Interseção 1: Encontro da SP330 com a SP083;
- Interseção 2: Encontro da SP348 com a SP075;
- Interseção 3: Encontro da SP324 com a SP075.

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 Anexo A deste relatório.

**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 (SP 348) e Perus (SP 330). 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 atual 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	Jundiaí	Grande SP	Indaiatuba	Jd. Campo Belo	Viracopos	Campinas	Monte Mor	Norte	Distr. Industrial	Total Geral
<b>Rod. D. Pedro</b>	-	22	9	39	796	227	44	109	212	6	487	28	1.980
<b>Valinhos</b>	23	-	1	3	69	18	4	9	15	4	36	2	185
<b>Vinhedo</b>	6	1	-	3	65	7	0	42	64	4	150	1	344
<b>Jundiaí</b>	28	4	3	-	914	30	2	181	286	19	668	3	2.139
<b>Grande SP</b>	543	70	65	928	-	54	10	19	227	16	733	3	2.667
<b>Indaiatuba</b>	221	19	8	33	99	-	20	60	386	9	405	15	1.273
<b>Jd. Campo Belo</b>	38	3	0	2	17	19	-	113	63	1	65	2	322
<b>Viracopos</b>	45	4	19	83	19	24	51	-	79	2	83	3	411
<b>Campinas</b>	82	6	69	311	232	315	61	188	-	261	316	37	1.878
<b>Monte Mor</b>	6	0	2	11	21	6	1	4	5	-	26	0	82
<b>Norte</b>	487	14	161	726	939	271	52	170	316	26	-	14	3.176
<b>Distr. Industrial</b>	59	5	1	2	9	8	1	13	138	2	79	-	318
<b>Total Geral</b>	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	Jundiaí	Grande SP	Indaiatuba	Jd. Campo Belo	Viracopos	Campinas	Monte Mor	Norte	Distr. Industrial	Total Geral
<b>Rod. D. Pedro</b>	-	22	7	31	623	260	80	92	196	6	487	51	1.855
<b>Valinhos</b>	23	-	1	3	69	21	6	7	14	4	33	4	186
<b>Vinhedo</b>	7	1	-	3	65	9	0	37	86	4	200	1	413
<b>Jundiaí</b>	33	4	3	-	914	37	2	158	382	18	890	3	2.446
<b>Grande SP</b>	642	70	65	928	-	78	21	22	243	30	1.339	5	3.442
<b>Indaiatuba</b>	212	18	6	25	110	-	16	58	423	6	283	9	1.166
<b>Jd. Campo Belo</b>	45	4	0	2	22	23	-	99	91	1	60	2	349
<b>Viracopos</b>	115	10	27	114	45	108	70	-	309	5	215	21	1.038
<b>Campinas</b>	40	3	51	230	155	376	127	153	-	220	316	81	1.751
<b>Monte Mor</b>	6	0	2	8	24	5	2	2	5	-	26	0	81
<b>Norte</b>	487	7	119	536	1.077	247	84	99	316	26	-	21	3.017
<b>Distr. Industrial</b>	59	5	2	8	10	9	5	7	174	1	47	-	326
<b>Total Geral</b>	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
<b>Rod. D. Pedro</b>	-	6	1	5	94	26	6	5	42	2	122	2	309
<b>Valinhos</b>	6	-	0	1	17	2	0	0	3	1	7	0	38
<b>Vinhedo</b>	2	0	-	1	16	2	0	11	13	1	30	0	76
<b>Jundiaí</b>	7	1	1	-	229	8	1	49	57	4	132	1	489
<b>Grande SP</b>	133	18	16	232	-	15	3	3	66	9	409	0	904
<b>Indaiatuba</b>	27	2	2	9	16	-	6	11	40	1	68	2	184
<b>Jd. Campo Belo</b>	8	1	0	0	4	5	-	31	12	0	22	1	83
<b>Viracopos</b>	6	1	6	26	3	5	16	-	9	0	17	0	89
<b>Campinas</b>	24	2	13	57	40	33	7	6	-	67	79	2	329
<b>Monte Mor</b>	2	0	0	2	8	2	0	0	1	-	6	0	22
<b>Norte</b>	122	4	30	134	352	87	20	15	79	6	-	2	850
<b>Distr. Industrial</b>	13	1	1	5	2	13	3	2	29	1	47	-	119
<b>Total Geral</b>	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
<b>Rod. D. Pedro</b>	-	6	1	5	94	13	6	5	26	2	122	6	285
<b>Valinhos</b>	6	-	0	1	17	1	0	0	2	1	4	0	34
<b>Vinhedo</b>	1	0	-	1	16	2	0	15	18	1	41	0	96
<b>Jundiaí</b>	5	1	1	-	229	8	1	62	79	5	185	1	577
<b>Grande SP</b>	103	18	16	232	-	12	4	3	64	11	501	2	966
<b>Indaiatuba</b>	27	2	3	14	38	-	9	10	73	2	83	2	264
<b>Jd. Campo Belo</b>	7	1	0	0	9	5	-	39	20	1	23	1	105
<b>Viracopos</b>	6	1	9	38	8	12	24	-	18	0	21	1	137
<b>Campinas</b>	2	0	11	51	28	16	8	6	-	91	79	9	301
<b>Monte Mor</b>	2	-	0	2	7	1	1	1	1	-	6	1	22
<b>Norte</b>	122	0	26	118	314	56	35	27	79	6	-	50	834
<b>Distr. Industrial</b>	9	1	0	1	5	1	1	1	41	1	30	-	90
<b>Total Geral</b>	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)**





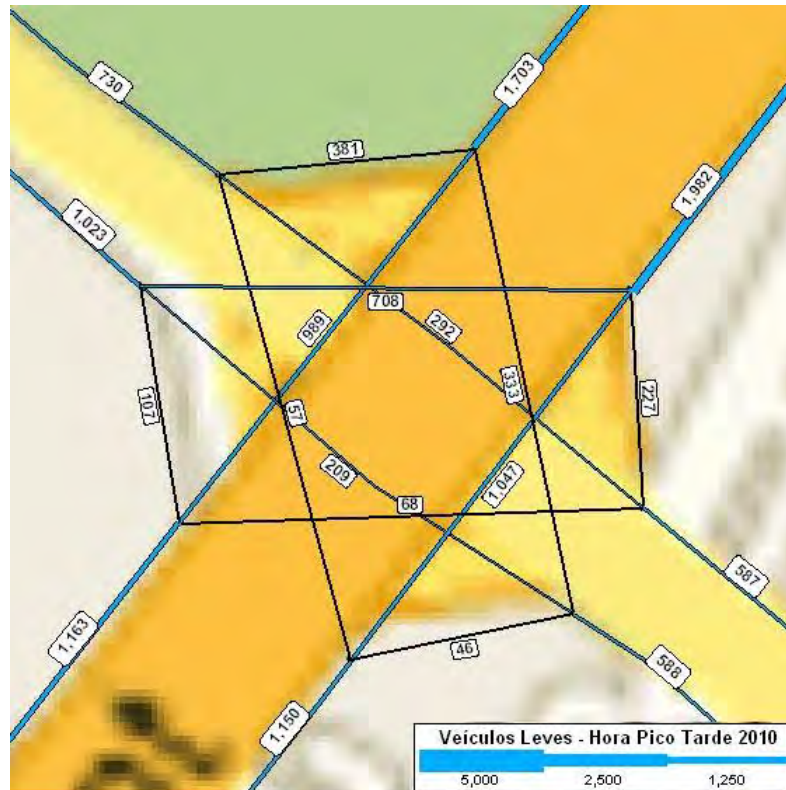
**Figura 3.4a: Detalhes das Interseções – Interseção 1: SP083 x SP330  
Rede Atual + Veículos Leves na Hora Pico Tarde (2010)**



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

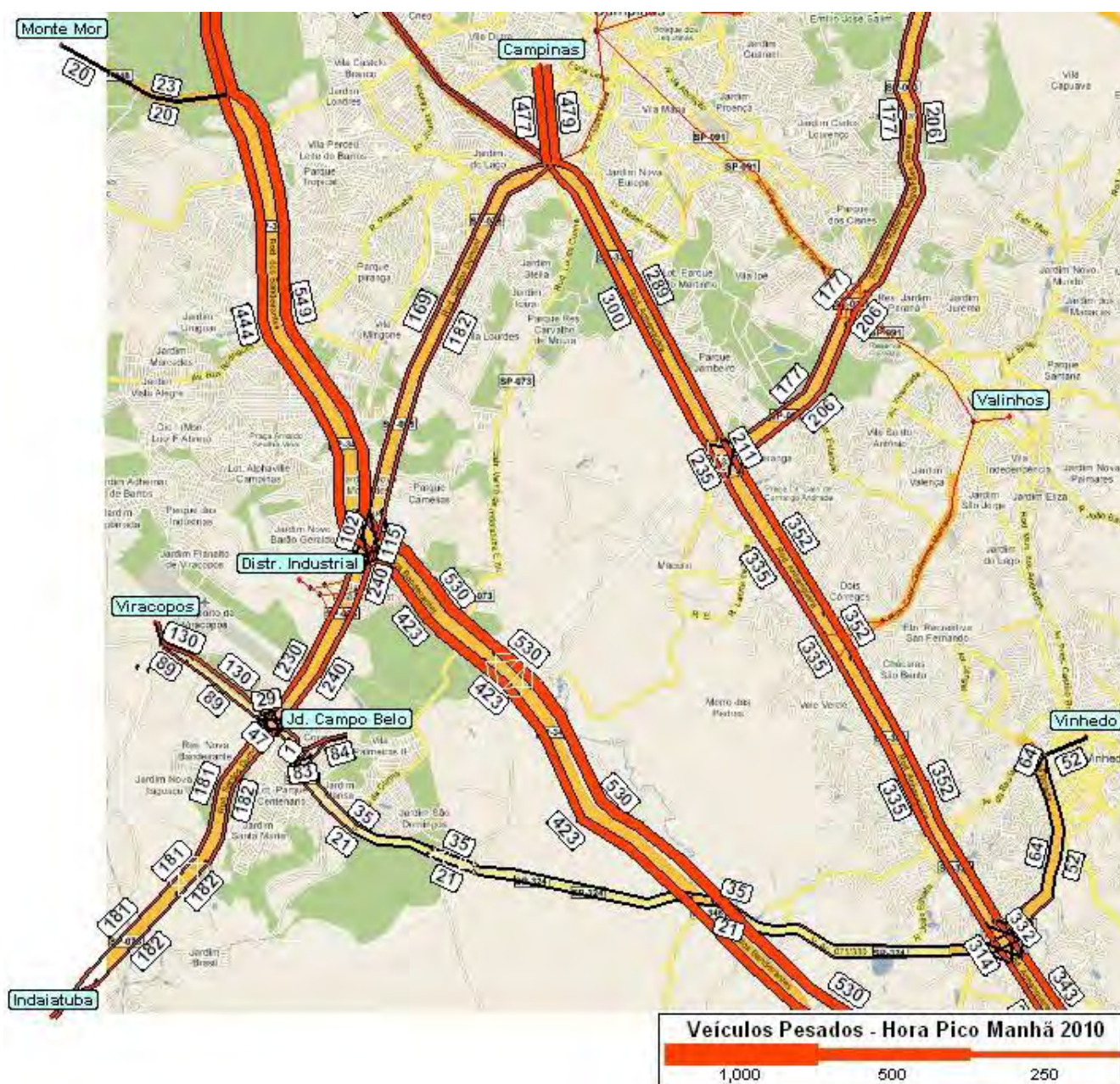


**Figura 3.4c: Detalhes das Interseções – Interseção 3: SP075 x SP324  
Rede Atual + Veículos Leves na Hora Pico Tarde (2010)**

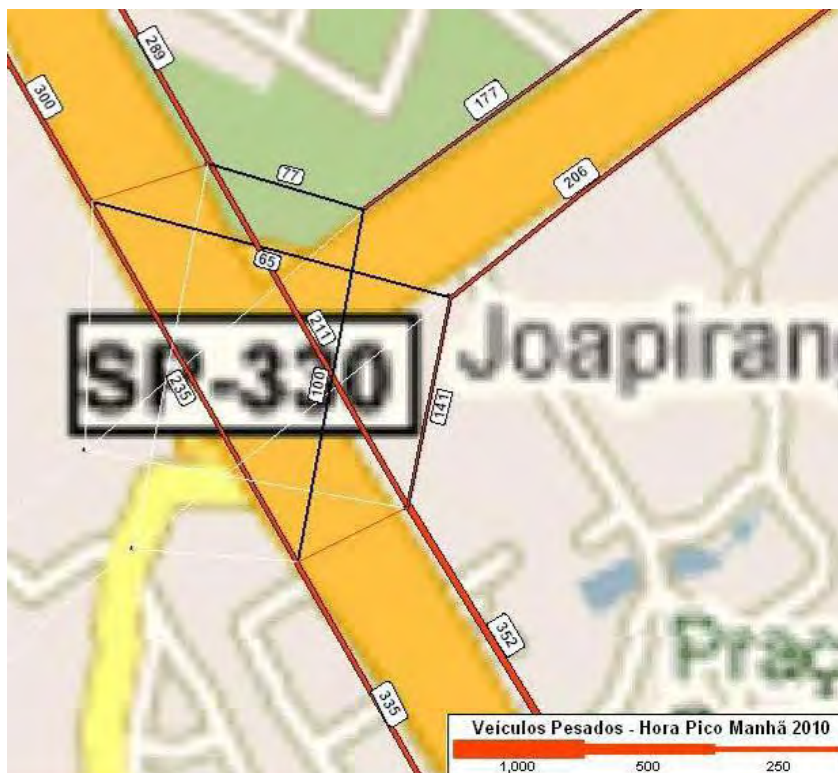




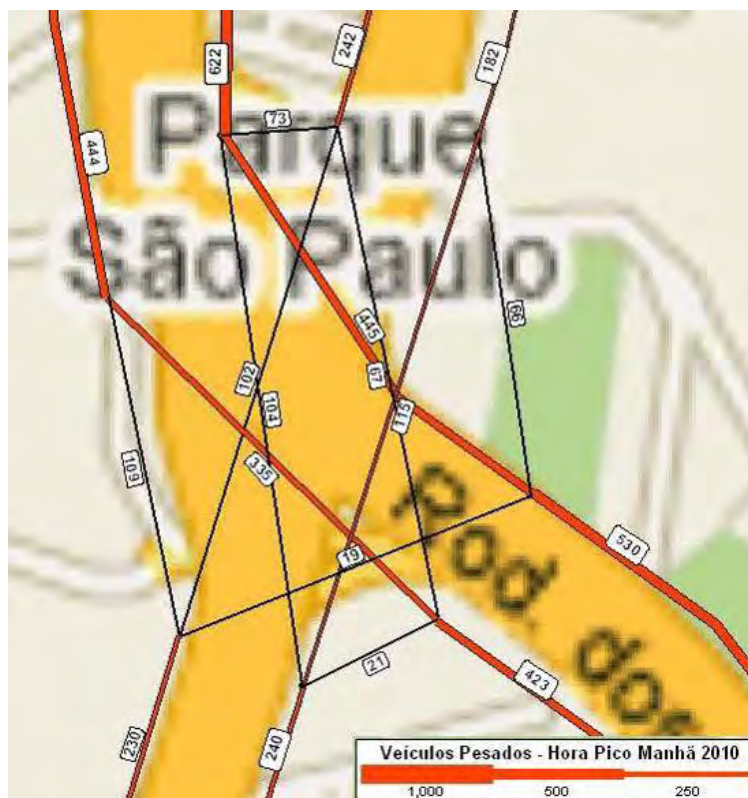
**Figura 3.5: Rede Atual + Veículos Pesados na Hora Pico Manhã (2010)**



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

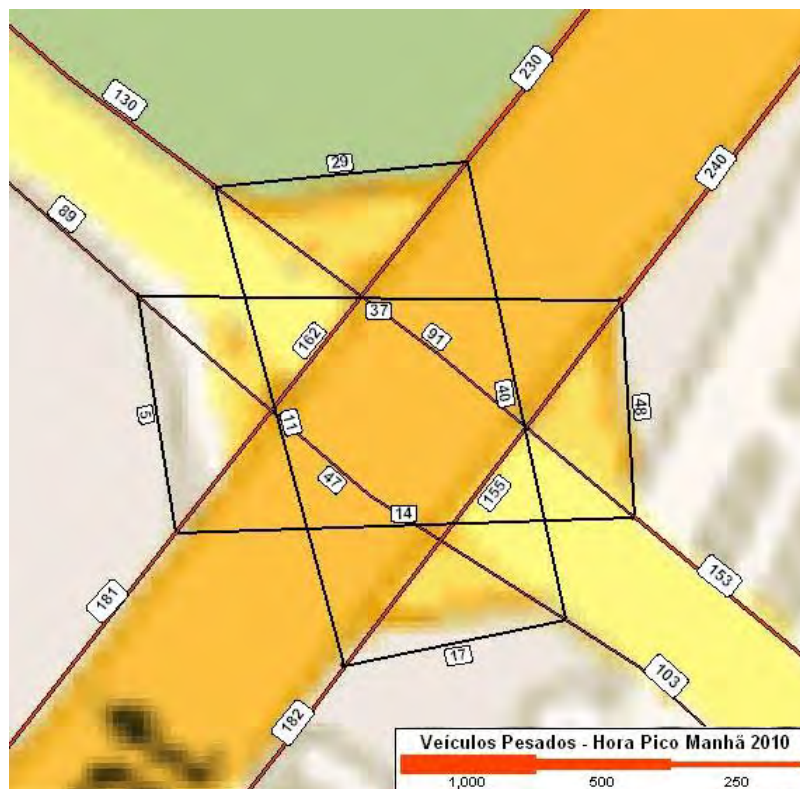


**Figura 3.6b: Detalhes das Interseções – Interseção 2: SP075 x SP348  
Rede Atual + Veículos Pesados na Hora Pico Manhã (2010)**

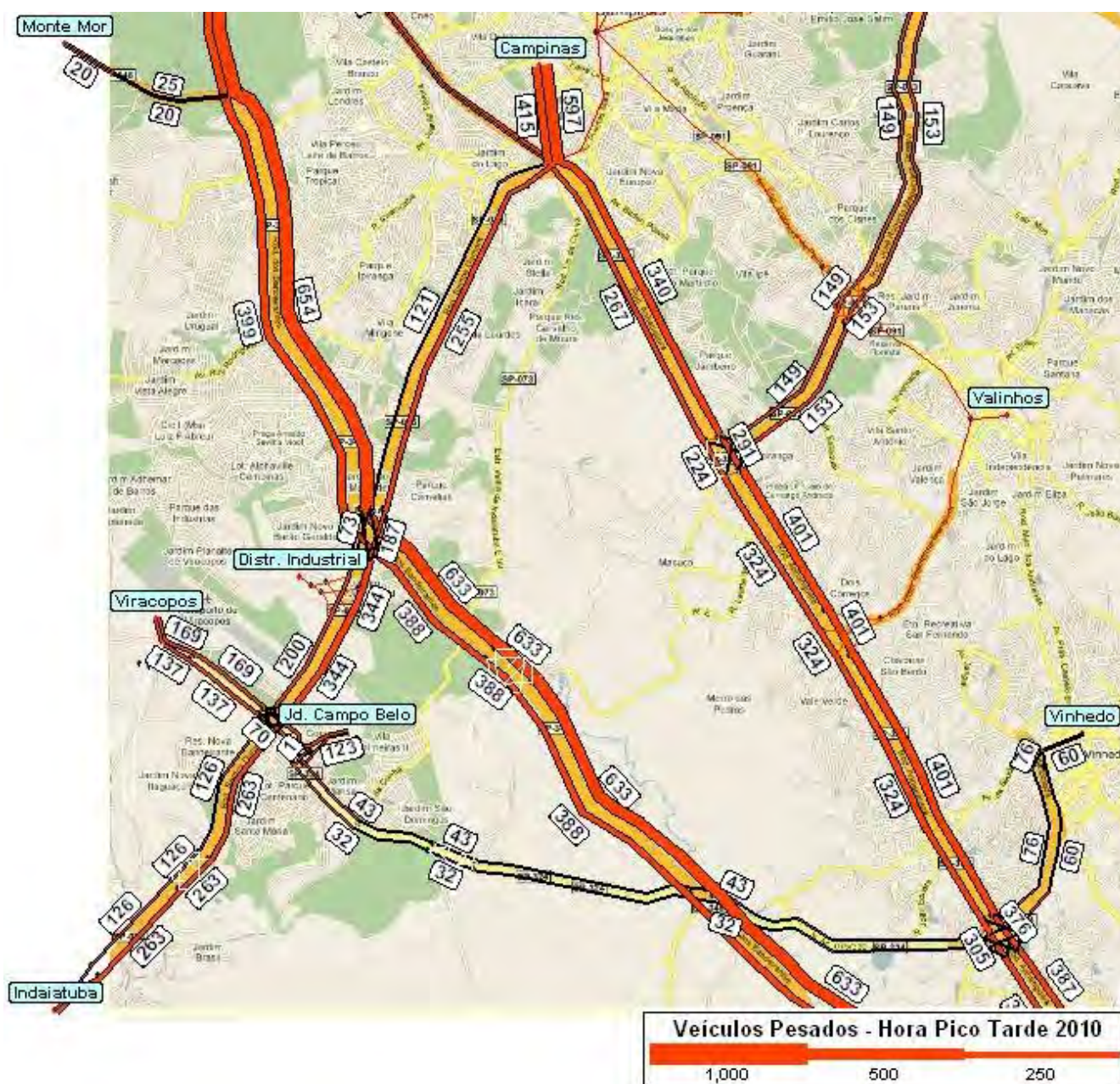




**Figura 3.6c: Detalhes das Interseções – Interseção 3: SP075 x SP324  
Rede Atual + Veículos Pesados na Hora Pico Manhã (2010)**

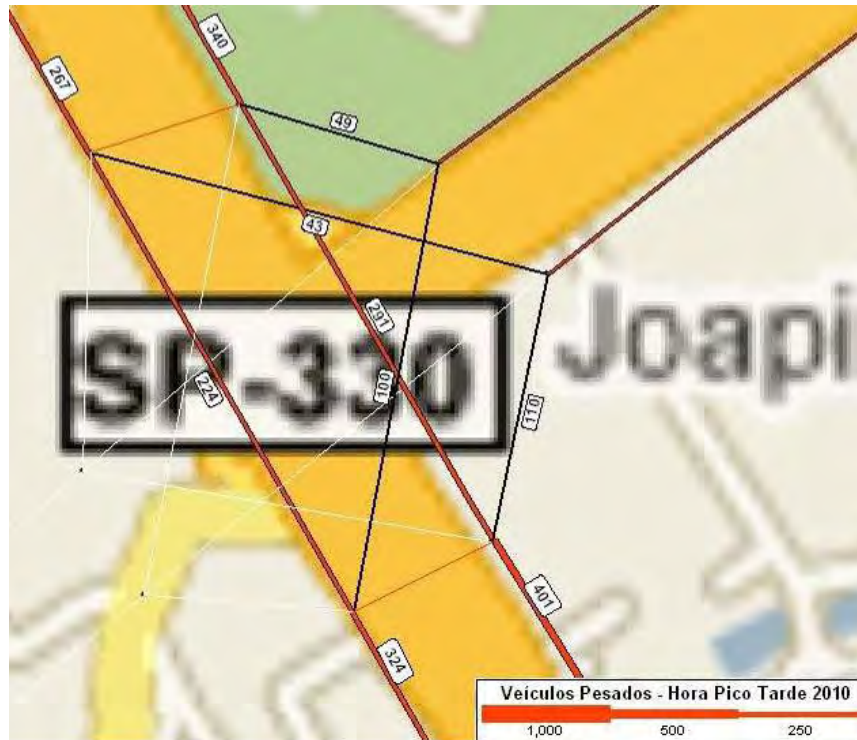


**Figura 3.7: Rede Atual + Veículos Pesados na Hora Pico Tarde (2010)**



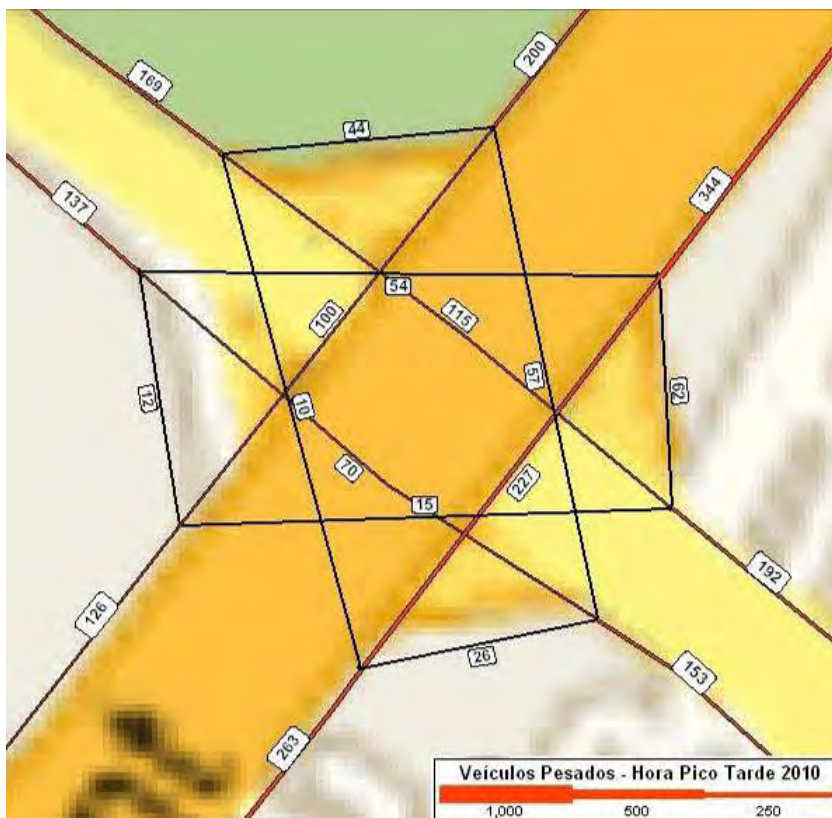


**Figura 3.2a: Detalhes das Interseções – Interseção 1: SP083 x SP330  
Rede Atual + Veículos Pesados na Hora Pico Tarde (2010)**



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







## 4 PROJEÇÕES DO TRÁFEGO

### 4.1 Demanda Projetada para 2020 a 2039

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

- 2020 (10 anos);
- 2030 (20 anos)<sup>1</sup>;
- 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 (entre os anos de 2010 e 2030):

- Viracopos: 5,0% ao ano (é prevista uma ampliação substancial do aeroporto);
- Jardim Campo Belo (na SP 324, 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

---

<sup>1</sup> 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).

$O_i$  : Total de viagens destinadas na zona  $j$  no ano base

$f_i$  : 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. As Tabelas 4.13 a 4.16 mostram as matrizes projetadas para o ano de 2039.

**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
<b>Total Geral</b>	<b>2.705</b>	<b>205</b>	<b>358</b>	<b>1.230</b>	<b>5.745</b>	<b>1.620</b>	<b>842</b>	<b>2.284</b>	<b>4.413</b>	<b>120</b>	<b>4.062</b>	<b>90</b>	<b>23.673</b>

**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
<b>Total Geral</b>	<b>2.976</b>	<b>203</b>	<b>350</b>	<b>1.186</b>	<b>5.291</b>	<b>1.967</b>	<b>1.263</b>	<b>1.717</b>	<b>5.552</b>	<b>146</b>	<b>5.286</b>	<b>303</b>	<b>26.241</b>

**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
<b>Total Geral</b>	<b>622</b>	<b>48</b>	<b>88</b>	<b>290</b>	<b>1.305</b>	<b>323</b>	<b>216</b>	<b>332</b>	<b>846</b>	<b>39</b>	<b>1.414</b>	<b>32</b>	<b>5.556</b>

**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
<b>Total Geral</b>	<b>712</b>	<b>55</b>	<b>101</b>	<b>332</b>	<b>1.493</b>	<b>370</b>	<b>247</b>	<b>380</b>	<b>967</b>	<b>44</b>	<b>1.617</b>	<b>36</b>	<b>6.353</b>

**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
<b>Total Geral</b>	<b>601</b>	<b>44</b>	<b>113</b>	<b>324</b>	<b>1.427</b>	<b>239</b>	<b>350</b>	<b>472</b>	<b>1.207</b>	<b>48</b>	<b>1.822</b>	<b>138</b>	<b>6.788</b>

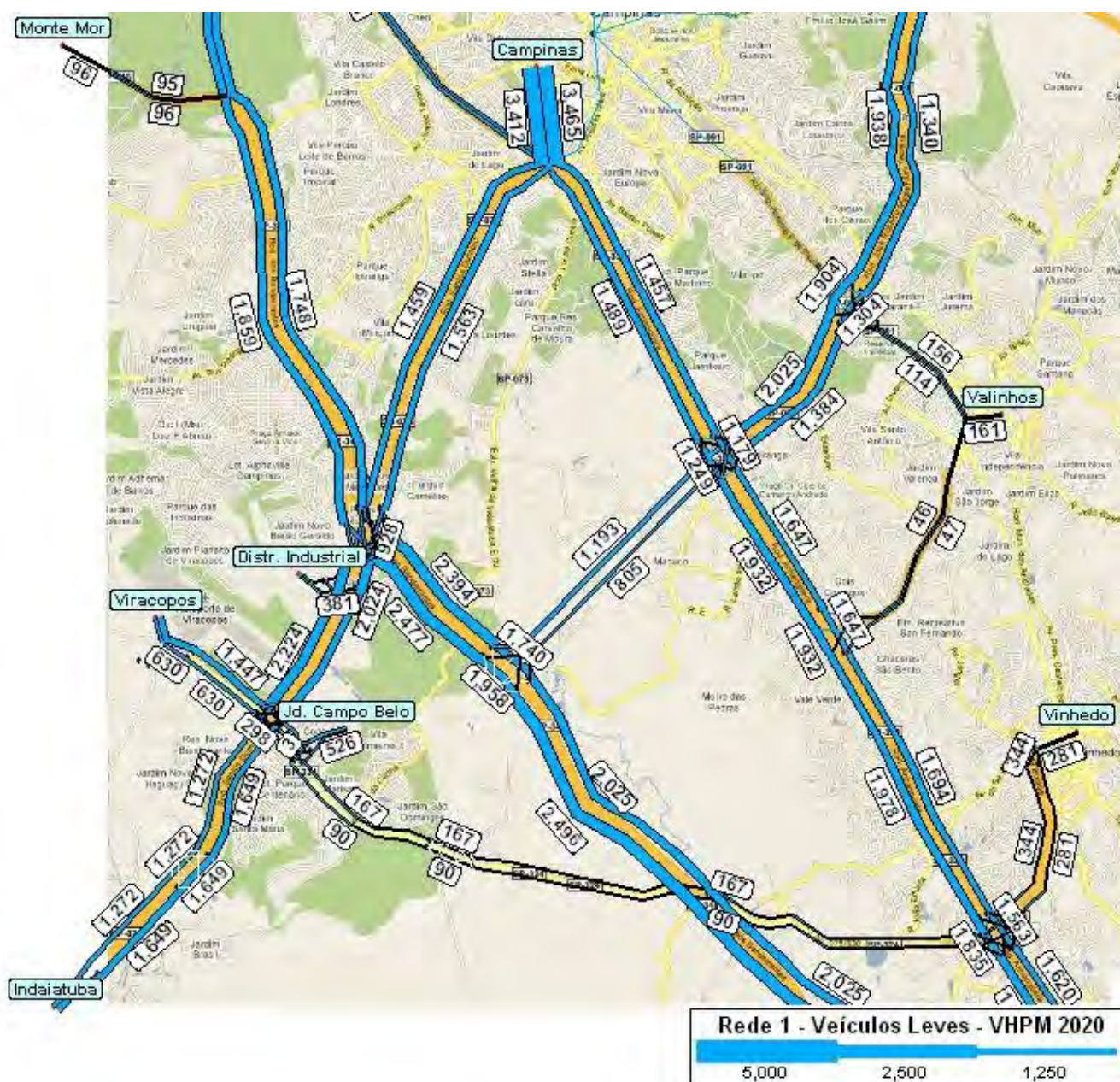
## 4.2 Fluxos na Rede: Projeções para 2020, 2030 e 2039

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).

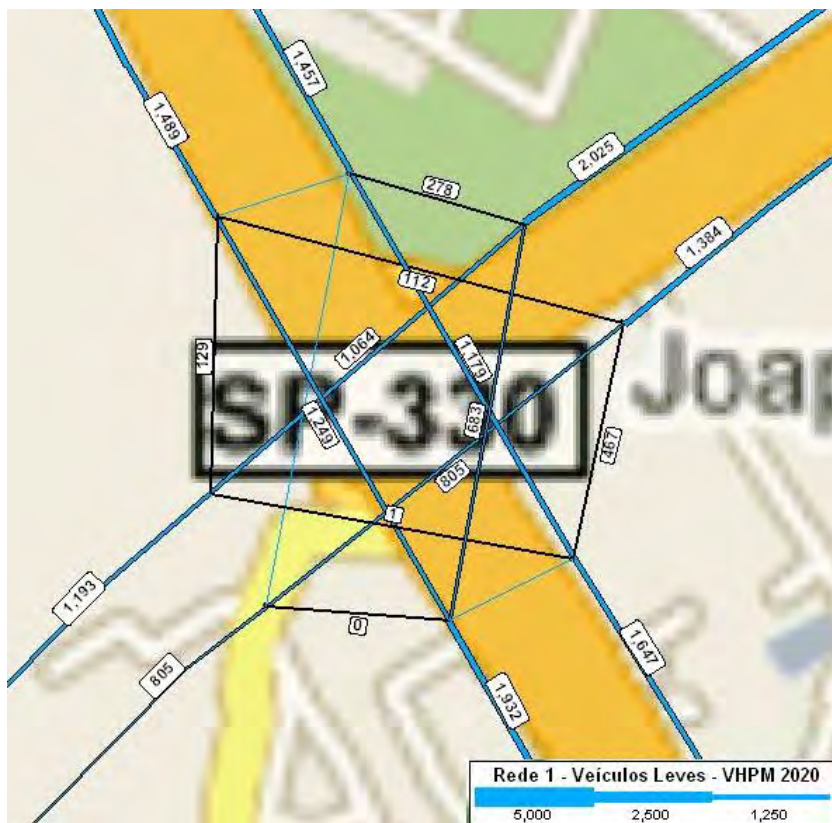
Analogamente, as Figuras 4.9 a 4.16 e as Figuras 4.17 a 4.24 mostram os resultados da alocação das matrizes para 20 anos (2030), e das matrizes do ano final da concessão (2039).

**Figura 4.1: Rede 1 – Veículos Leves – Hora Pico Manhã – 2020**





**Figura 4.2a: Detalhes das Interseções – Interseção 1: SP083 x SP330  
Rede 1 – Veículos Leves – Hora Pico Manhã – 2020**

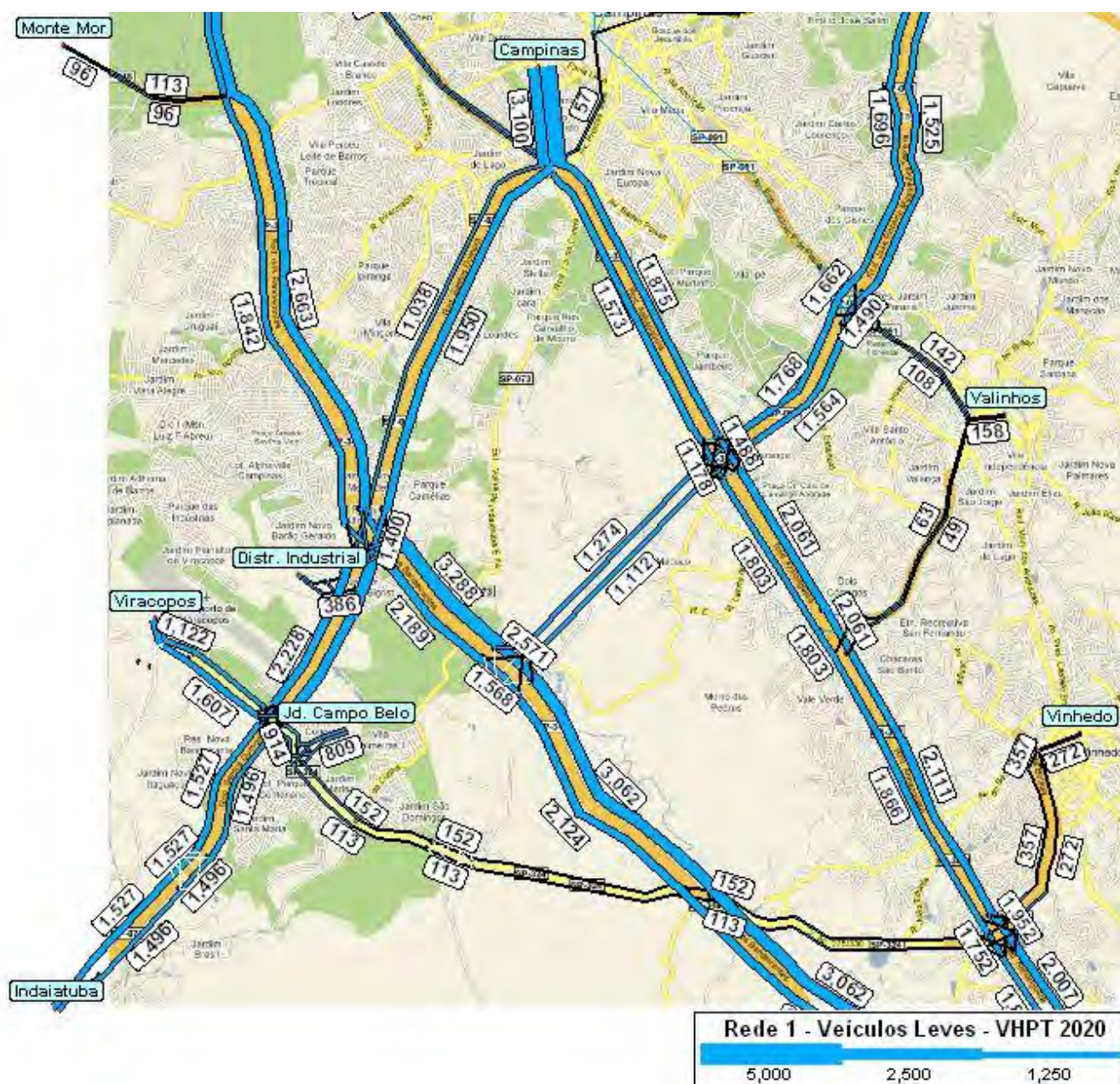


**Figura 4.2b: Detalhes das Interseções – Interseção 4: SP083 x SP348  
Rede 1 – Veículos Leves – Hora Pico Manhã – 2020**





**Figura 4.3: Rede 1 – Veículos Leves – Hora Pico Tarde – 2020**



**Figura 4.4a: Detalhes das Interseções – Interseção 1: SP083 x SP330  
Rede 1 – Veículos Leves – Hora Pico Tarde – 2020**



**Figura 4.4b: Detalhes das Interseções – Interseção 4: SP083 x SP348  
Rede 1 – Veículos Leves – Hora Pico Tarde – 2020**



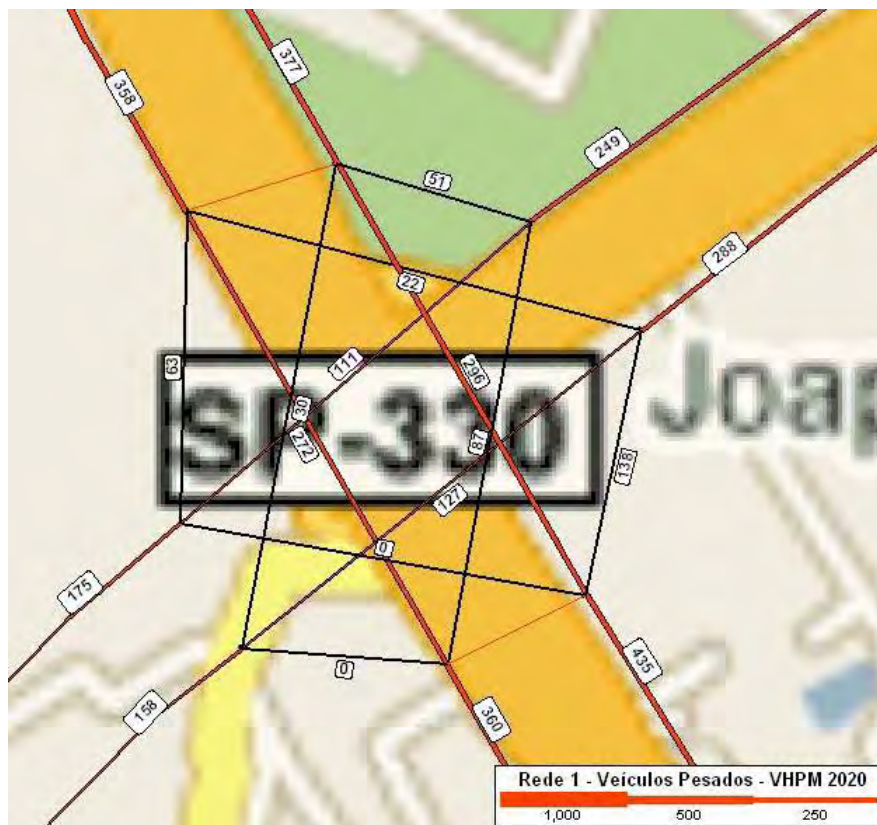


**Figura 4.5: Rede 1 – Veículos Pesados – Hora Pico Manhã – 2020**

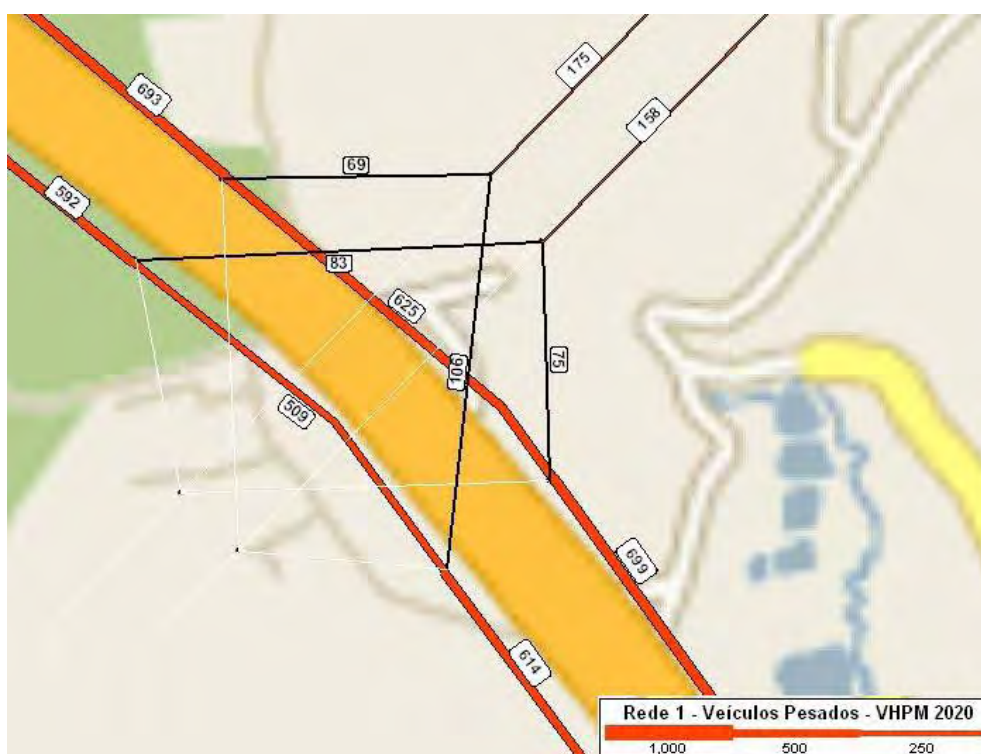




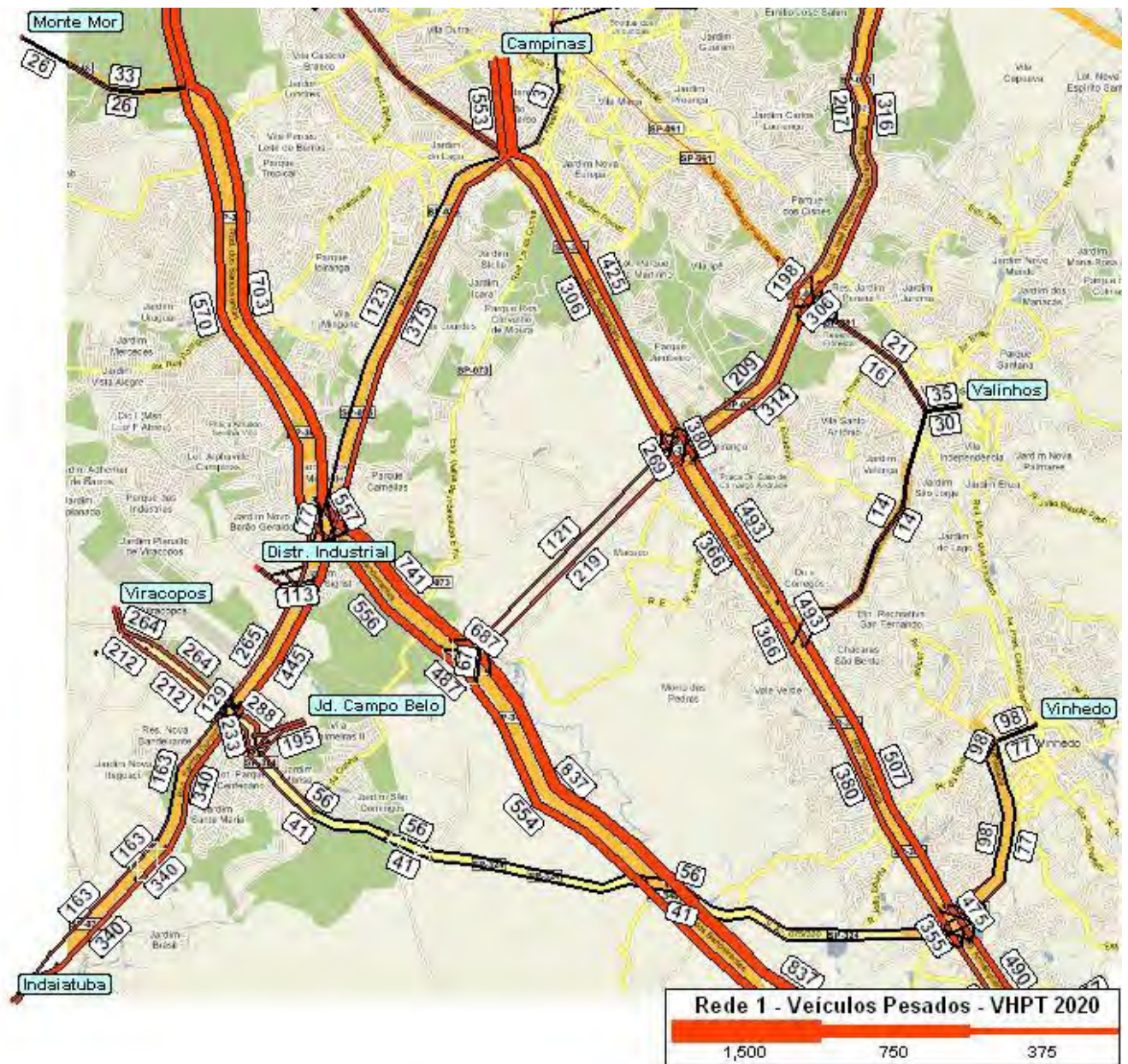
**Figura 4.6a: Detalhes das Interseções – Interseção 1: SP083 x SP330  
Rede 1 – Veículos Pesados – Hora Pico Manhã – 2020**



**Figura 4.6b: Detalhes das Interseções – Interseção 4: SP083 x SP348  
Rede 1 – Veículos Pesados – Hora Pico Manhã – 2020**

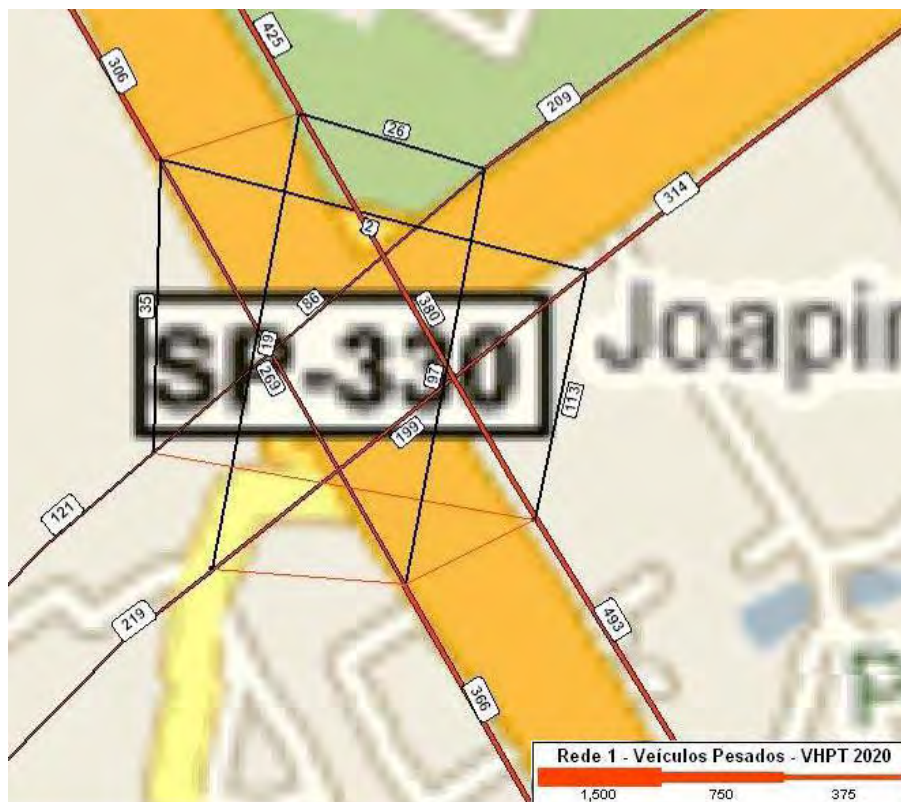


**Figura 4.7: Rede 1 – Veículos Pesados – Hora Pico Tarde – 2020**

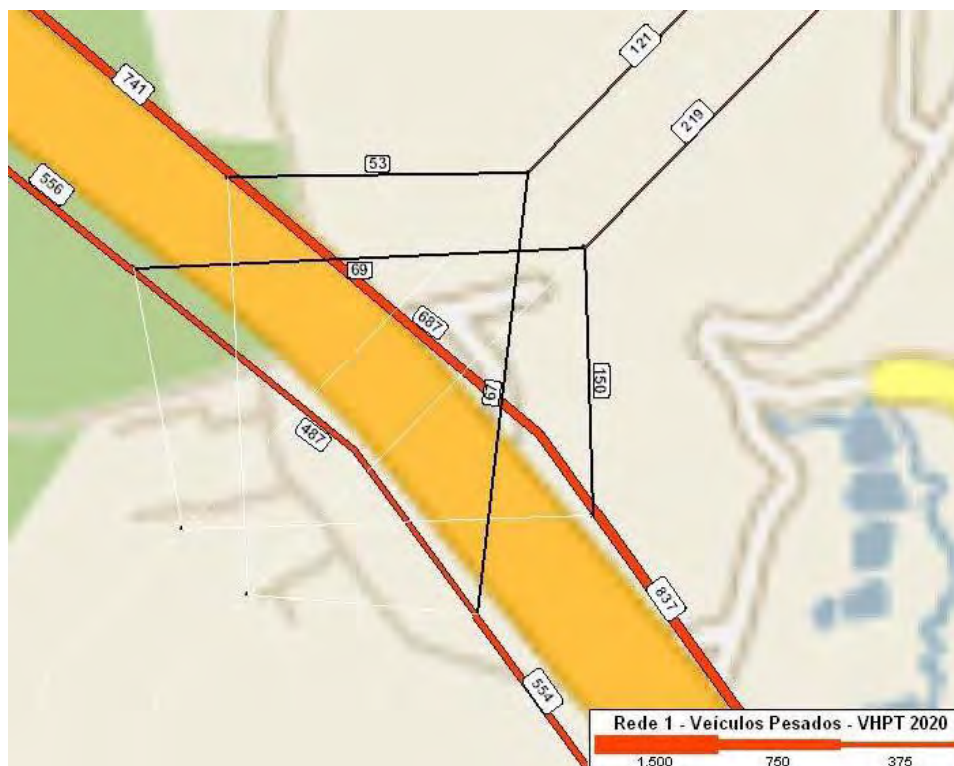




**Figura 4.8a: Detalhes das Interseções – Interseção 1: SP083 x SP330  
Rede 1 – Veículos Pesados – Hora Pico Tarde – 2020**

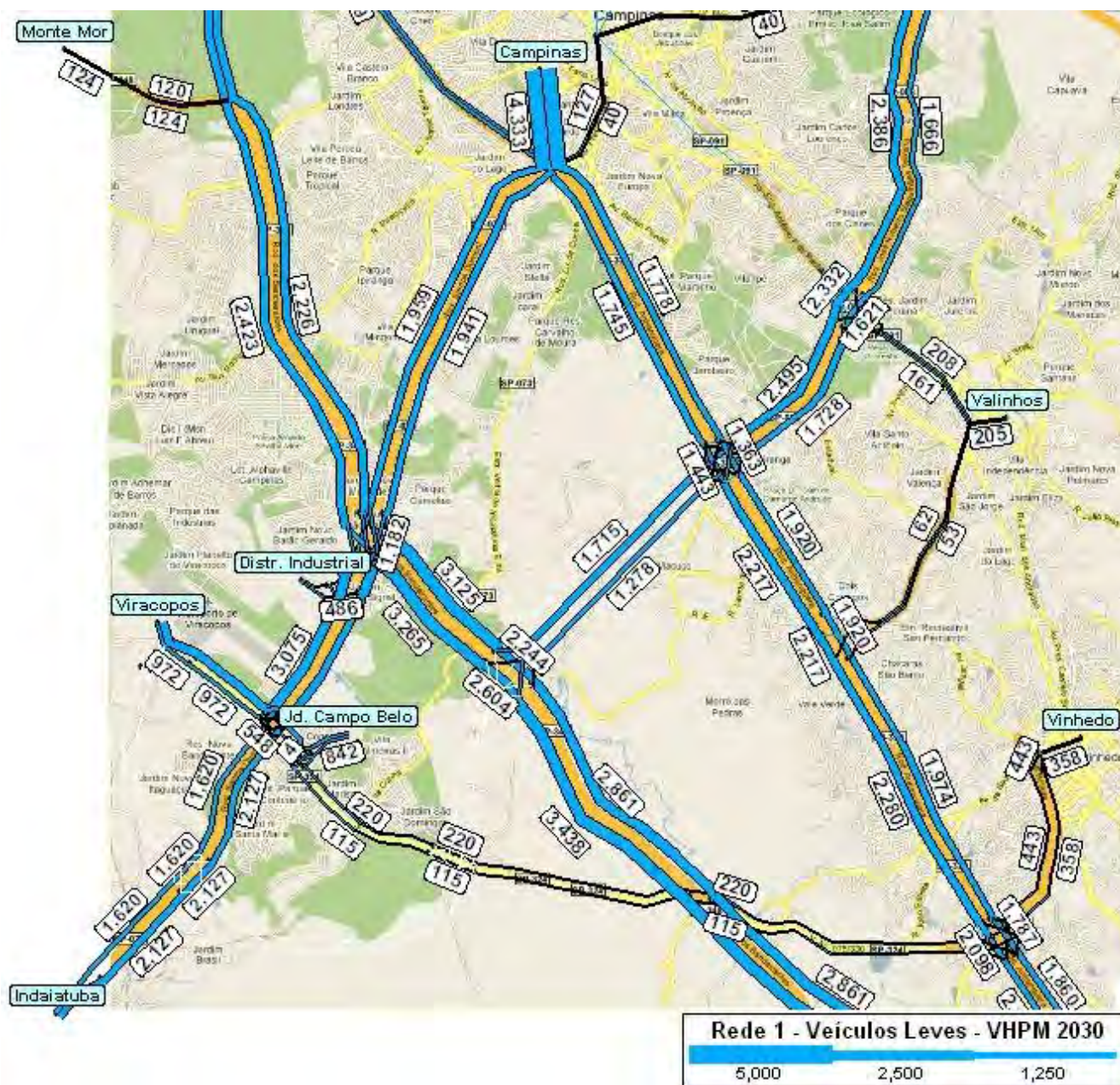


**Figura 4.8b: Detalhes das Interseções – Interseção 4: SP083 x SP348  
Rede 1 – Veículos Pesados – Hora Pico Tarde – 2020**





**Figura 4.9: Rede 1 – Veículos Leves – Hora Pico Manhã – 2030**



**Figura 4.10a: Detalhes das Interseções – Interseção 1: SP083 x SP330  
Rede 1 – Veículos Leves – Hora Pico Manhã – 2030**

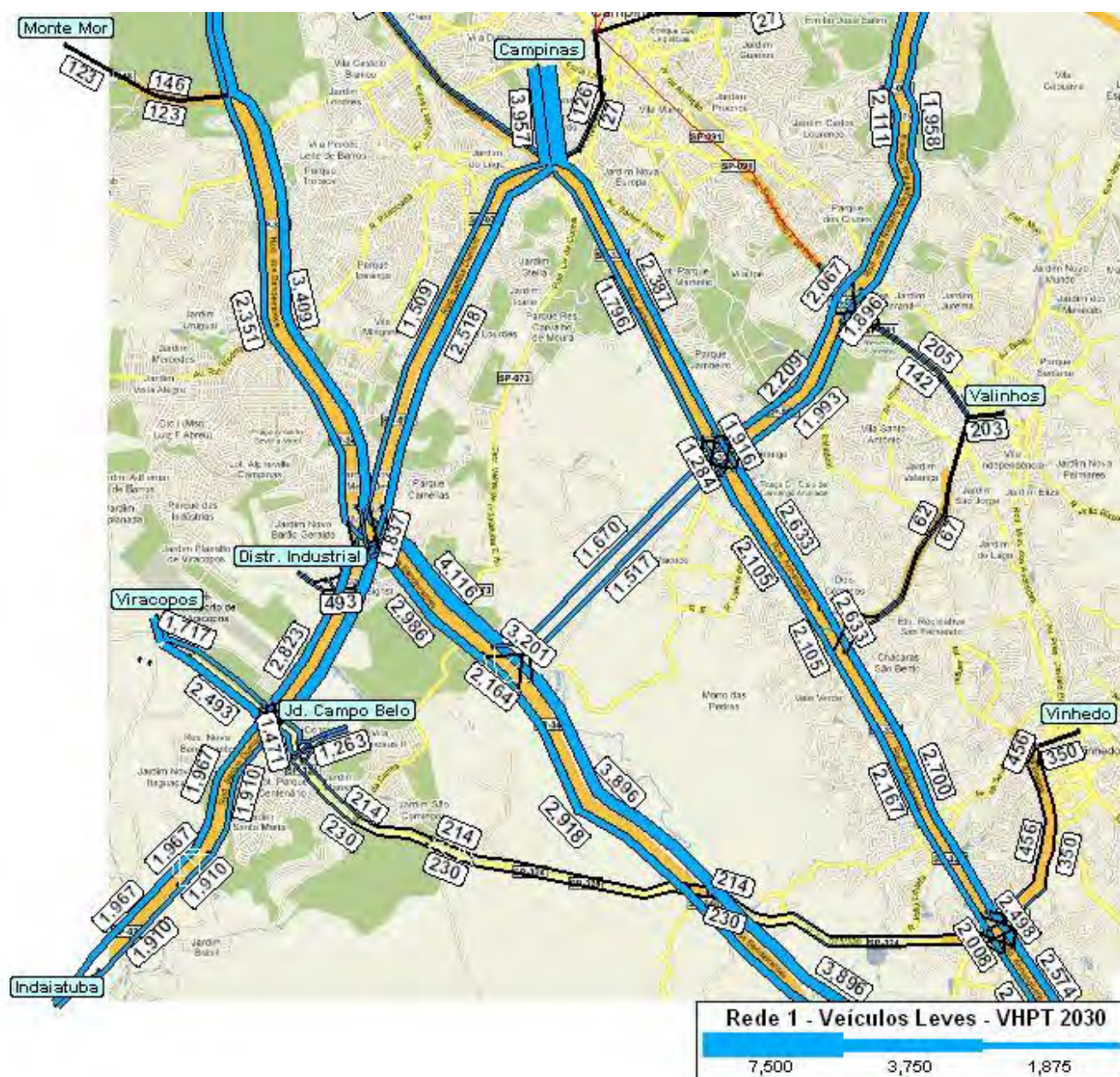


**Figura 4.10b: Detalhes das Interseções – Interseção 4: SP083 x SP348  
Rede 1 – Veículos Leves – Hora Pico Manhã – 2030**





**Figura 4.11: Rede 1 – Veículos Leves – Hora Pico Tarde – 2030**





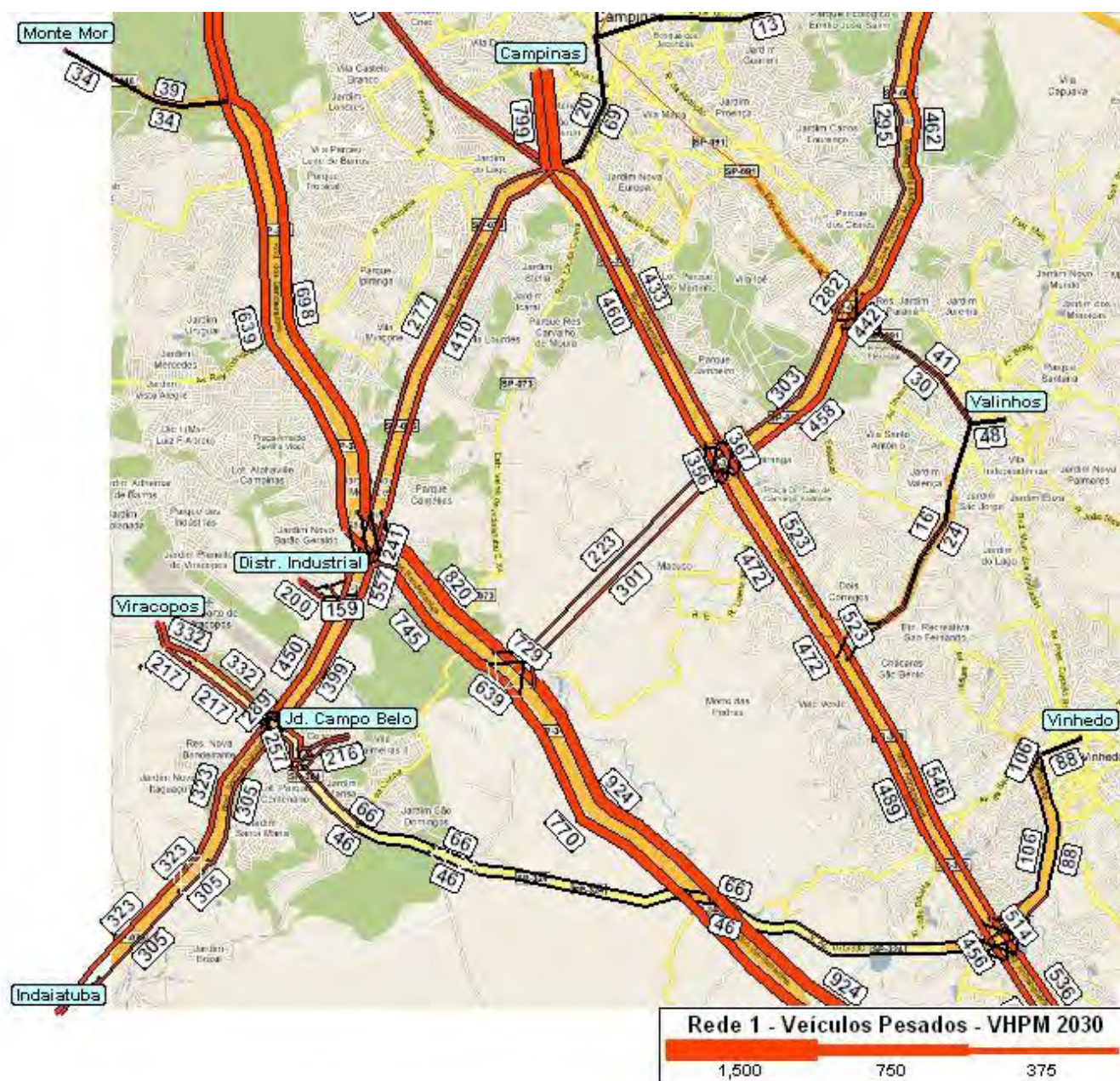
**Figura 4.12a: Detalhes das Interseções – Interseção 1: SP083 x SP330  
Rede 1 – Veículos Leves – Hora Pico Tarde – 2030**



**Figura 4.12b: Detalhes das Interseções – Interseção 4: SP083 x SP348  
Rede 1 – Veículos Leves – Hora Pico Tarde – 2030**

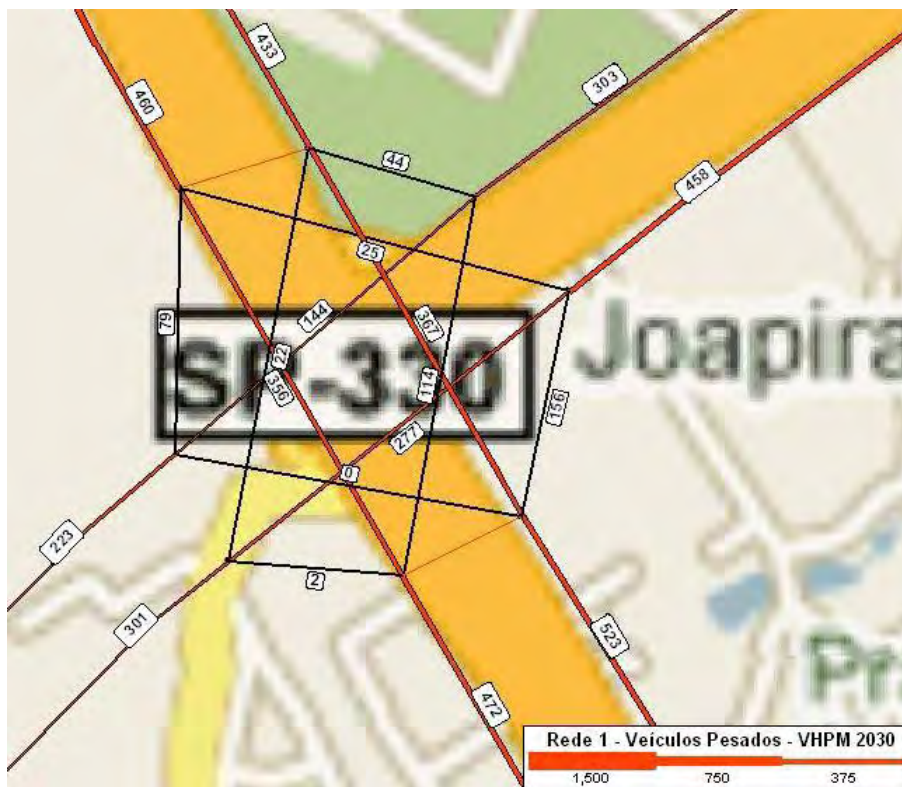


**Figura 4.13: Rede 1 – Veículos Pesados – Hora Pico Manhã – 2030**

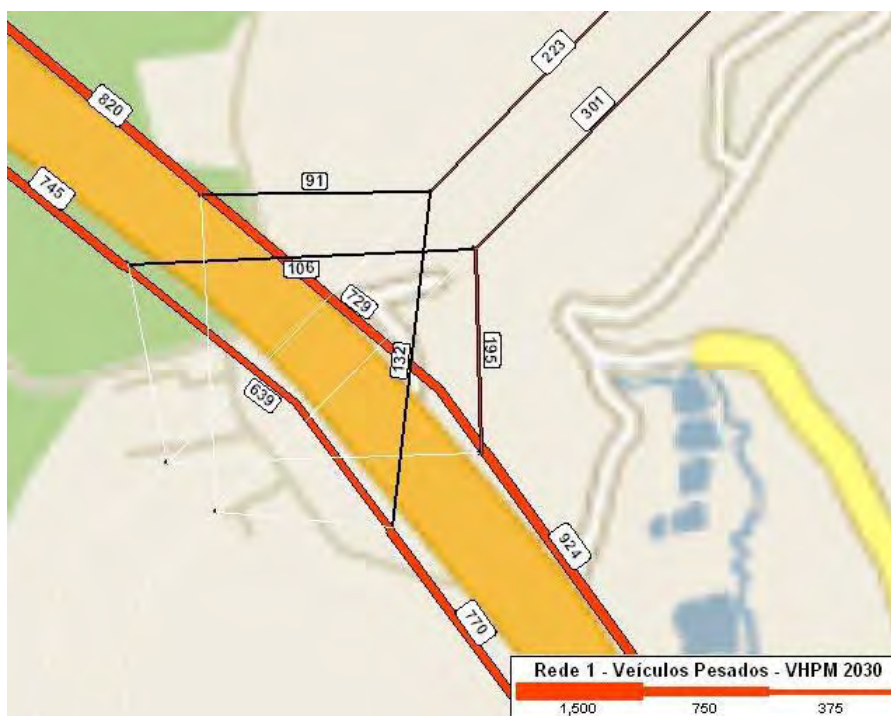




**Figura 4.14a: Detalhes das Interseções – Interseção 1: SP083 x SP330  
Rede 1 – Veículos Pesados – Hora Pico Manhã – 2030**

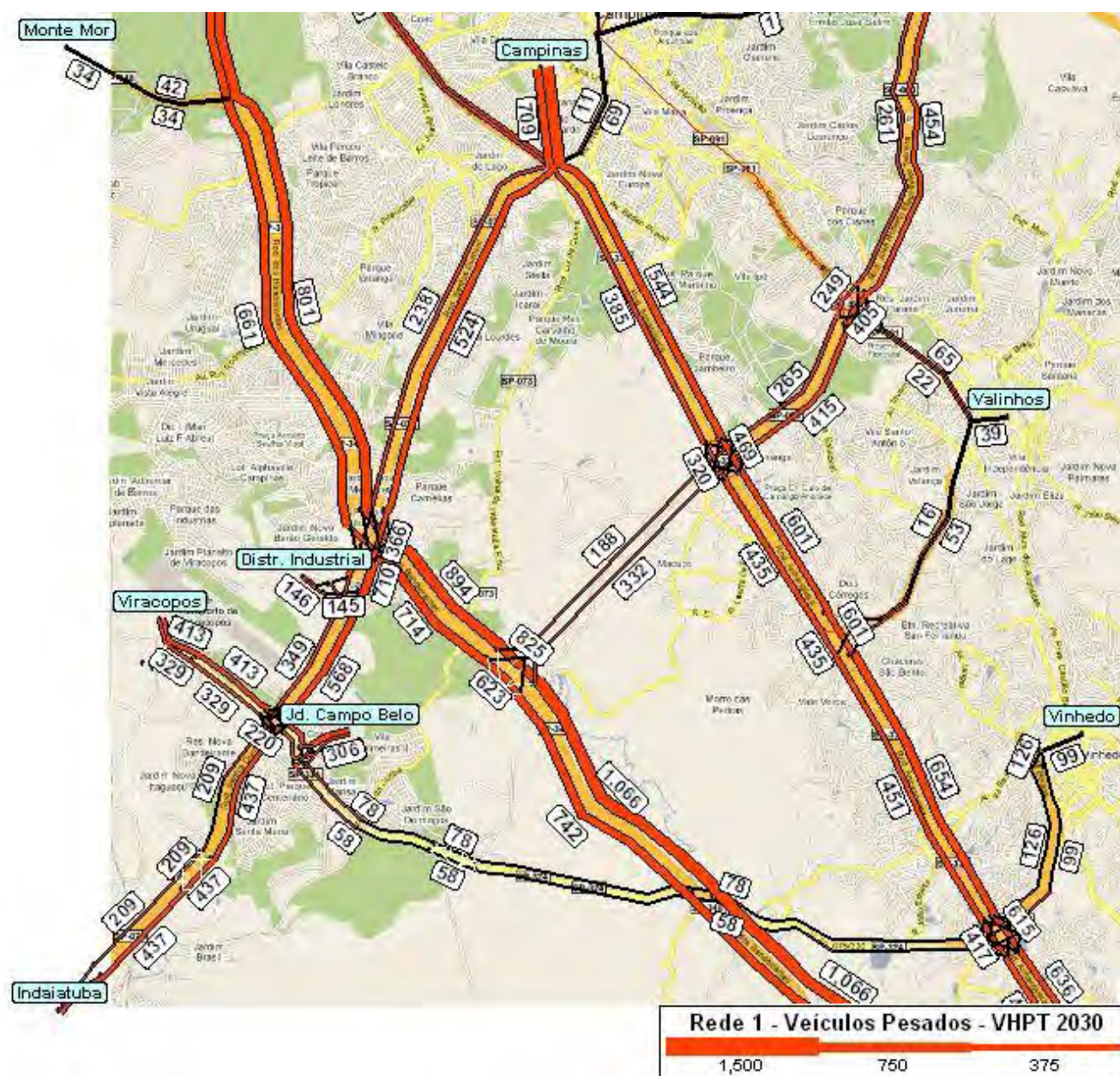


**Figura 4.14b: Detalhes das Interseções – Interseção 4: SP083 x SP348  
Rede 1 – Veículos Pesados – Hora Pico Manhã – 2030**

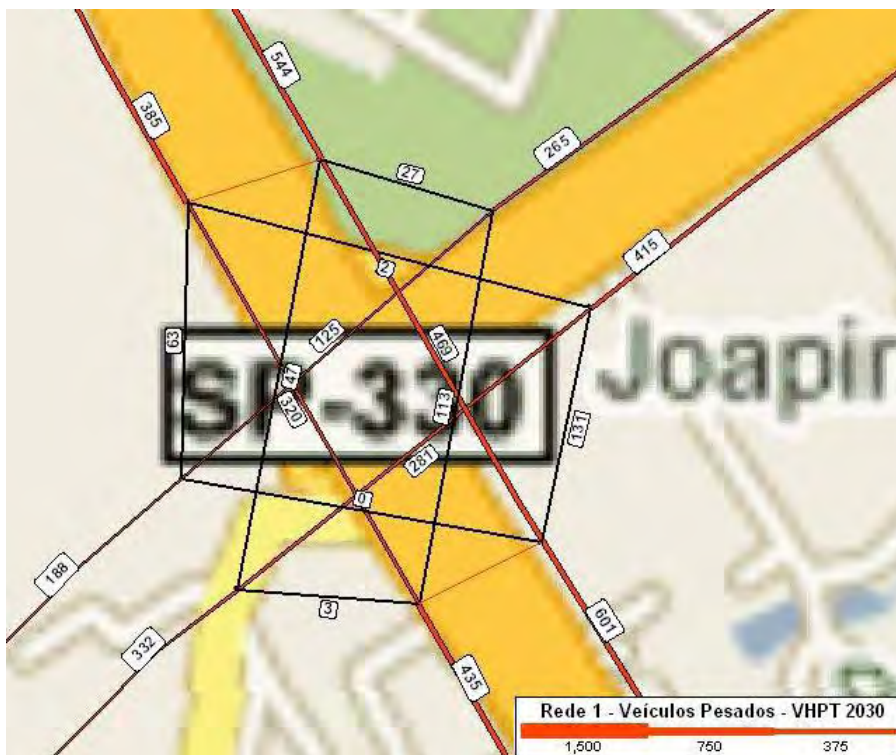




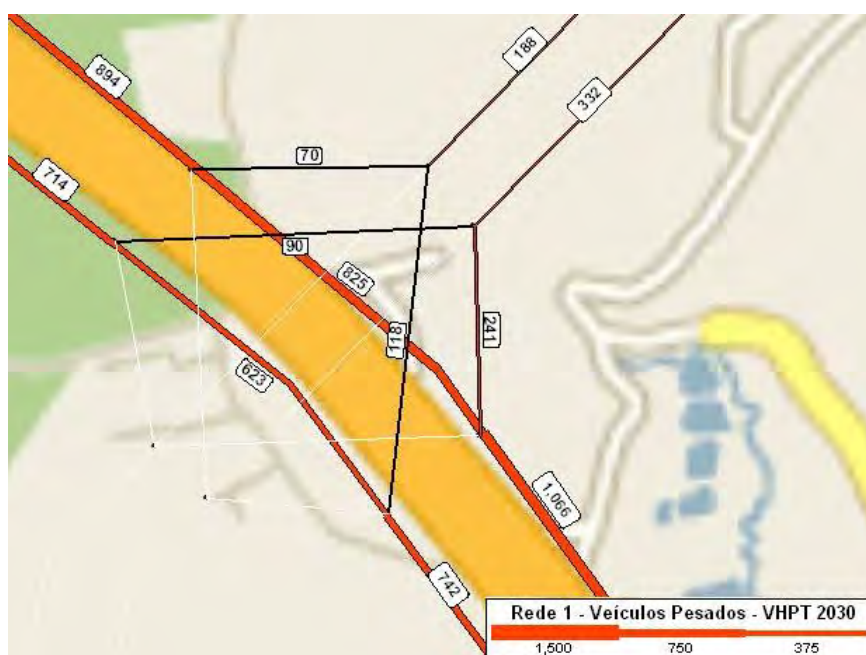
**Figura 4.15: Rede 1 – Veículos Pesados – Hora Pico Tarde – 2030**



**Figura 4.16a: Detalhes das Interseções – Interseção 1: SP083 x SP330  
Rede 1 – Veículos Pesados – Hora Pico Tarde – 2030**



**Figura 4.16b: Detalhes das Interseções – Interseção 4: SP083 x SP348  
Rede 1 – Veículos Pesados – Hora Pico Tarde – 2030**



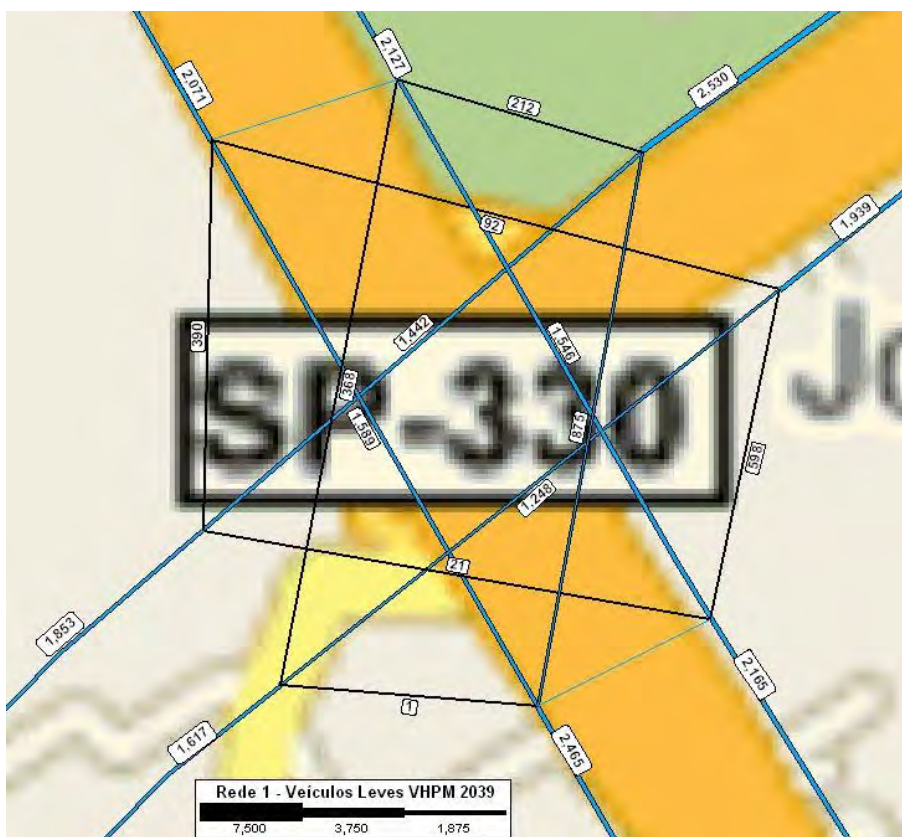


**Figura 4.17: Rede 1 – Veículos Leves – Hora Pico Manhã – 2039**





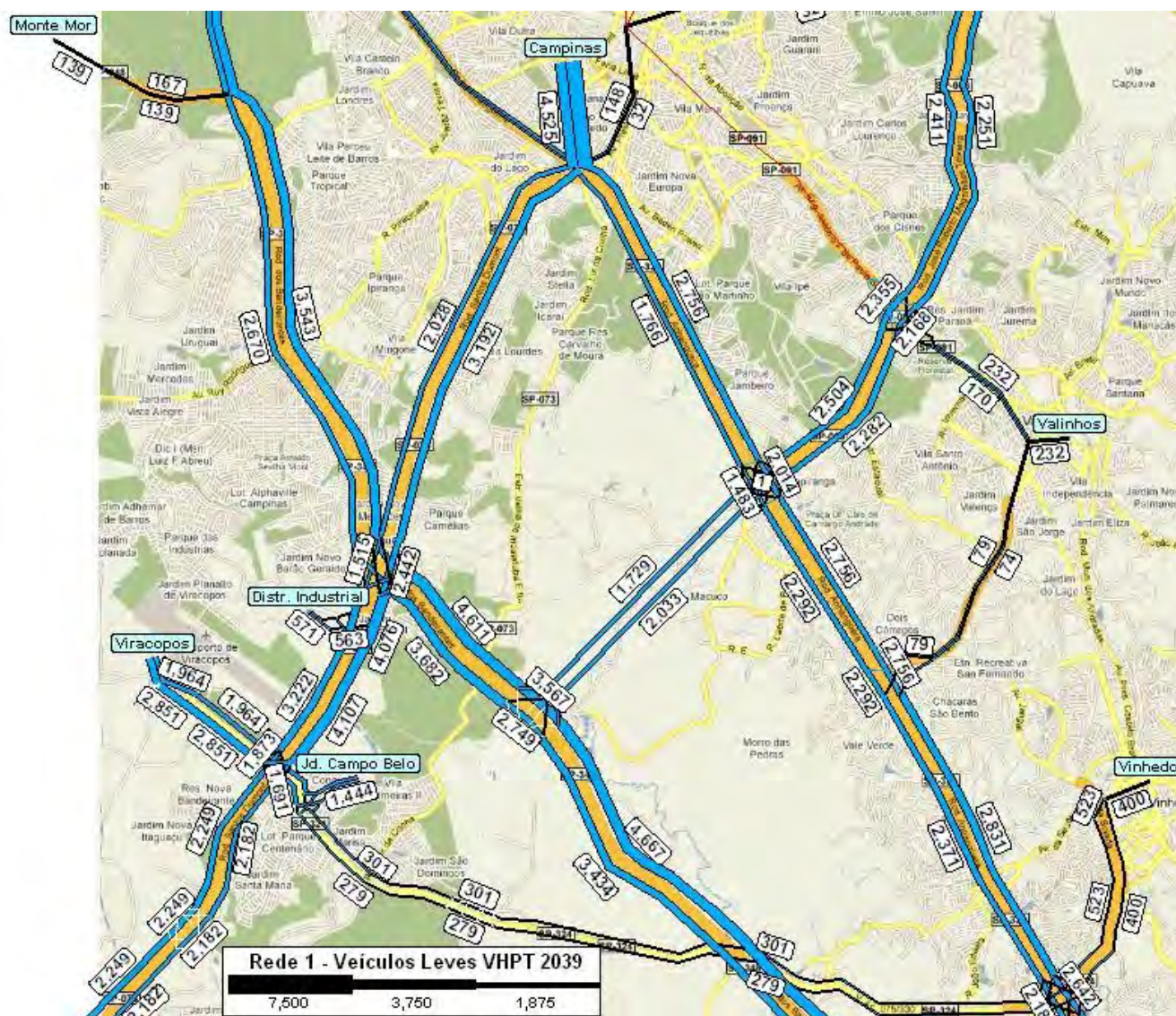
**Figura 4.18a: Detalhes das Interseções – Interseção 1: SP083 x SP330  
Rede 1 – Veículos Leves – Hora Pico Manhã – 2039**



**Figura 4.18b: Detalhes das Interseções – Interseção 4: SP083 x SP348  
Rede 1 – Veículos Leves – Hora Pico Manhã – 2039**

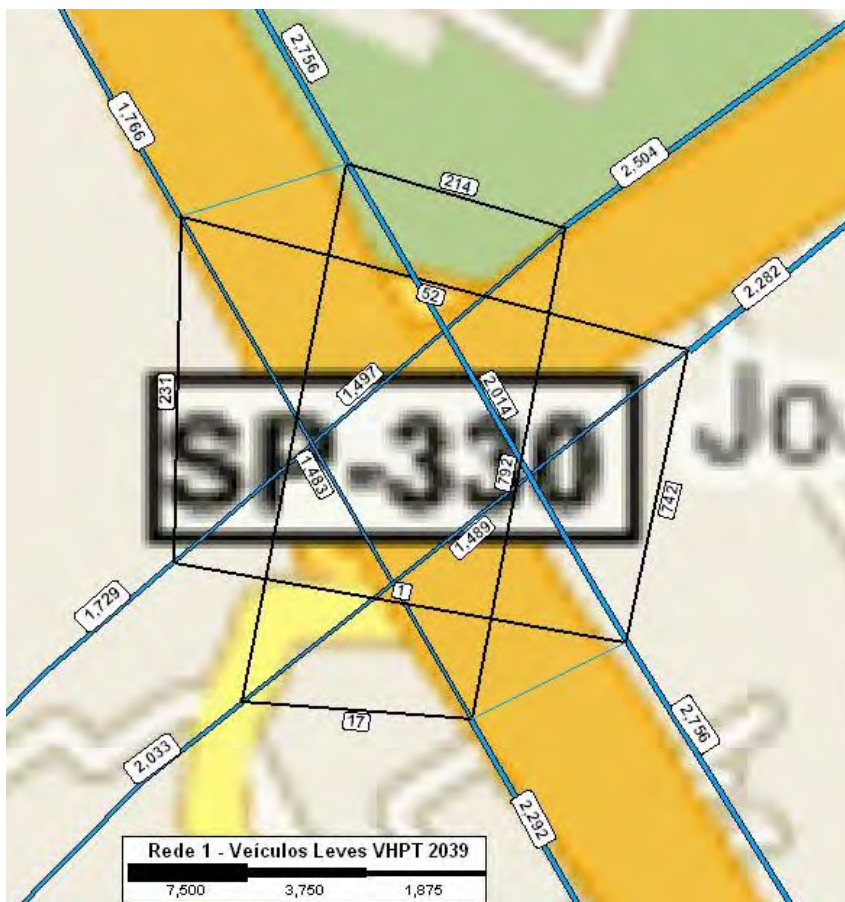


**Figura 4.19: Rede 1 – Veículos Leves – Hora Pico Tarde – 2039**





**Figura 4.20a: Detalhes das Interseções – Interseção 1: SP083 x SP330  
Rede 1 – Veículos Leves – Hora Pico Tarde – 2039**

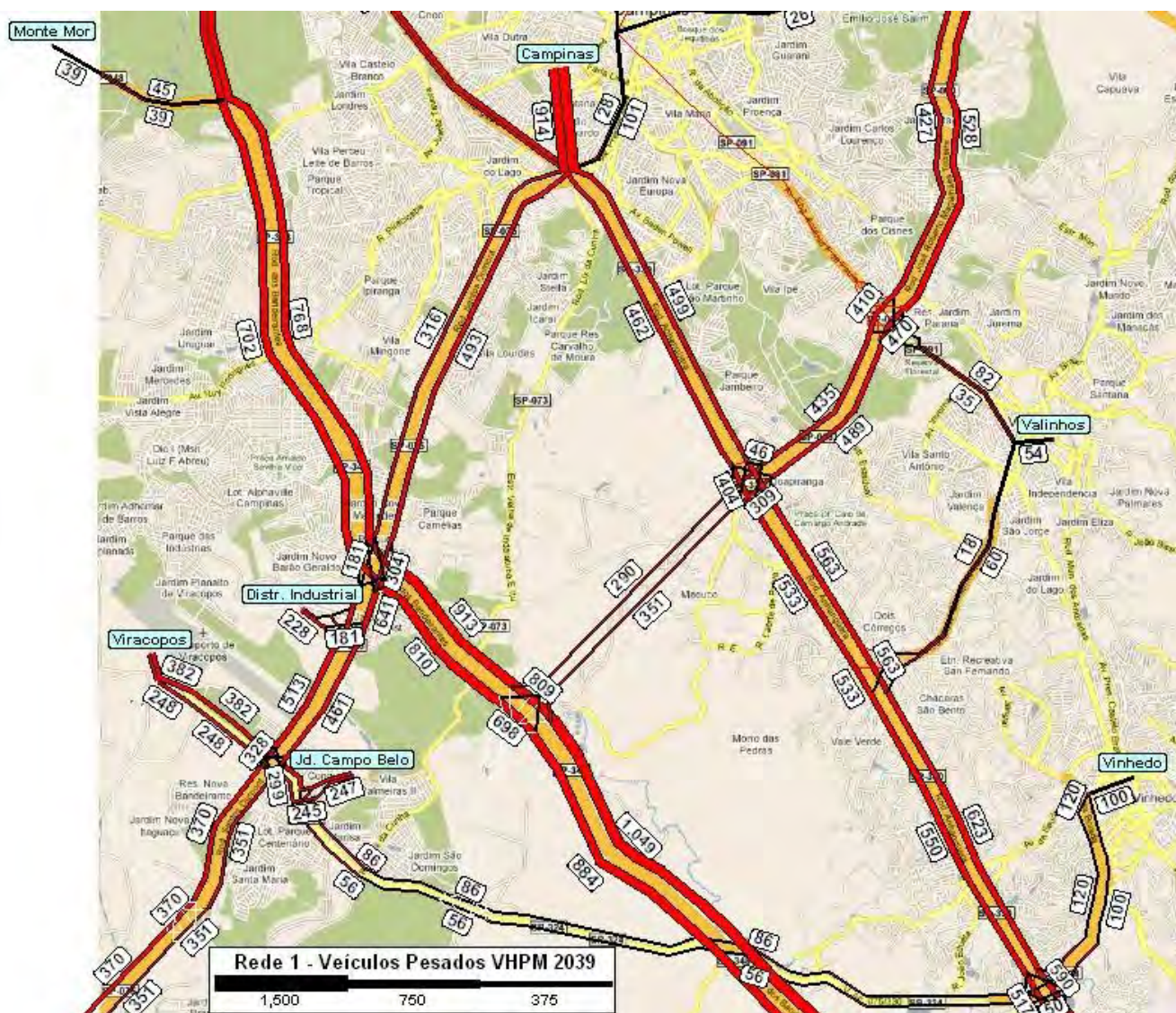


**Figura 4.20b: Detalhes das Interseções – Interseção 4: SP083 x SP348  
Rede 1 – Veículos Leves – Hora Pico Tarde – 2039**

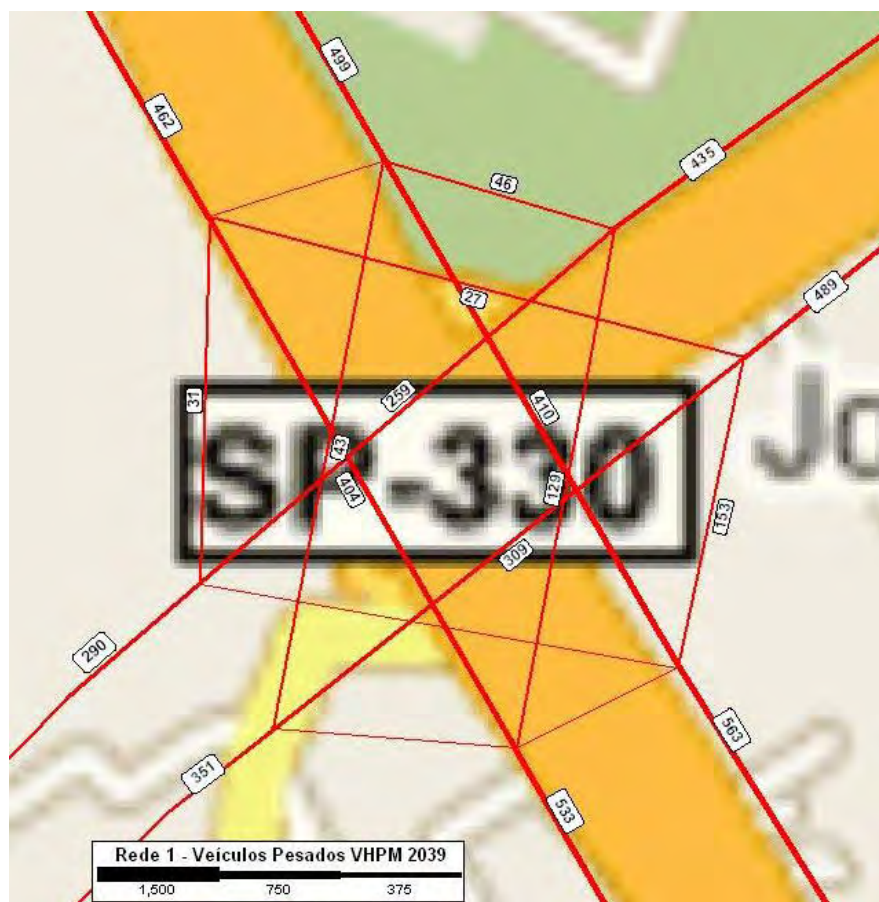


**Figura 4.21: Rede 1 – Veículos Pesados – Hora Pico Manhã – 2039**





**Figura 4.22a: Detalhes das Interseções – Interseção 1: SP083 x SP330  
Rede 1 – Veículos Pesados – Hora Pico Manhã – 2039**



**Figura 4.22b: Detalhes das Interseções – Interseção 4: SP083 x SP348  
Rede 1 – Veículos Pesados – Hora Pico Manhã – 2039**



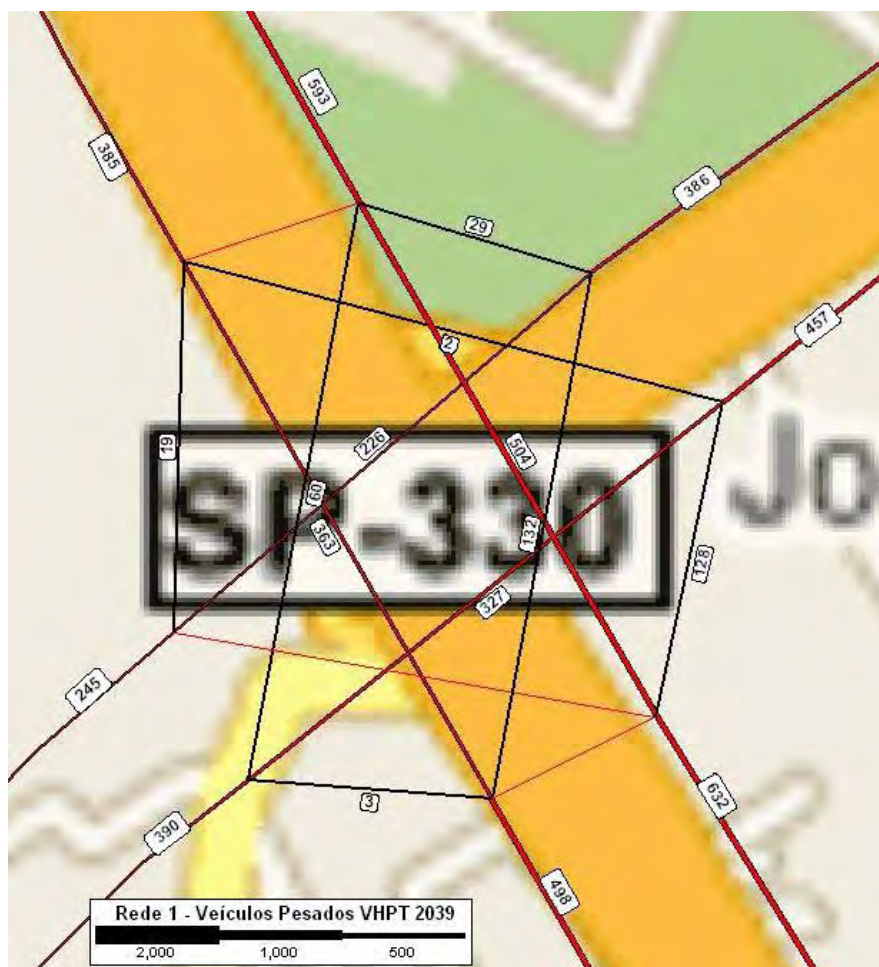


**Figura 4.23: Rede 1 – Veículos Pesados – Hora Pico Tarde – 2039**

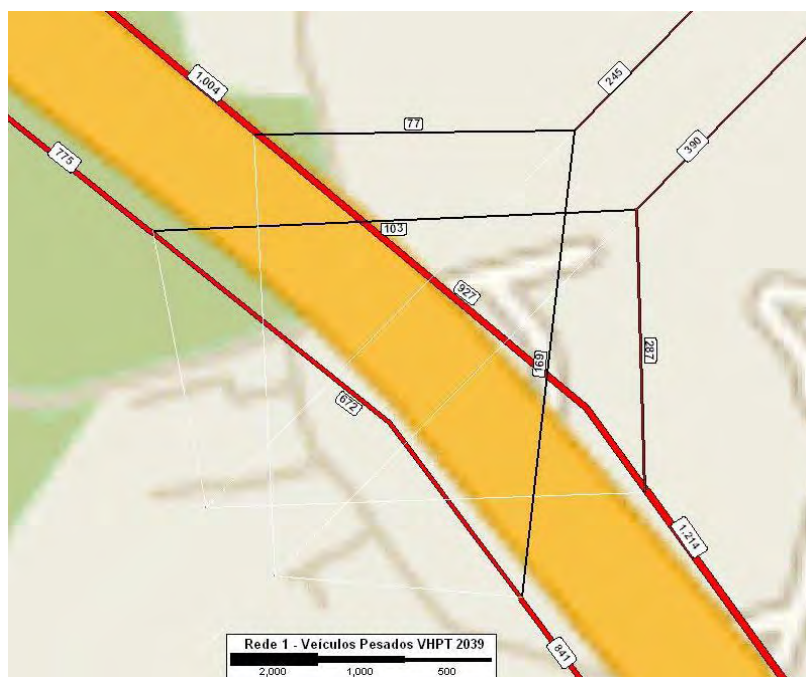




**Figura 4.24a: Detalhes das Interseções – Interseção 1: SP083 x SP330  
Rede 1 – Veículos Pesados – Hora Pico Tarde – 2039**



**Figura 4.24b: Detalhes das Interseções – Interseção 4: SP083 x SP348  
Rede 1 – Veículos Pesados – Hora Pico Tarde – 2039**



## **5 ESTUDOS DE CAPACIDADE NO VIÁRIO PROPOSTO**

### **5.1 Conceito de Nível de Serviço**

O Nível de Serviço é uma medida de desempenho empregada para se avaliar uma determinada rodovia ao longo de uma determinada seção. O Nível de Serviço está diretamente relacionado à fluidez do tráfego, a qual pode ser medida através de variáveis básicas como a velocidade do fluxo, a densidade e o tempo médio que os veículos mais rápidos permanecem em fila atrás de veículos mais lentos, aguardando uma oportunidade de ultrapassagem.

A escala de variação do Nível de Serviço pode atingir níveis de “A” a “F”. O Nível de Serviço “A” corresponde ao fluxo completamente livre, enquanto o Nível “F” corresponde ao fluxo completamente congestionado.

Os níveis intermediários correspondem a um determinado grau de fluidez, onde os Níveis “B”, “C” e “D” são considerados toleráveis. O Nível de Serviço “E” já é considerado sempre intolerável, correspondendo a condições instáveis, na iminência de ser atingido o fluxo completamente congestionado (Nível “F”).

O Nível de Serviço é medido através do fluxo de uma determinada hora, ou de um período de 15 minutos correspondendo ao intervalo de maior fluxo da respectiva hora.

Para que a rodovia não mantenha capacidade ociosa, são considerados toleráveis congestionamentos nas horas de maiores fluxos do ano, como horários de pico durante feriados prolongados. Não fosse assim, as rodovias seriam dimensionadas para um fluxo intenso e atípico, e seriam subutilizadas ao longo de todo o ano.

Em geral, utiliza-se como base para a hora de projeto fluxos horários que variam entre a 30ª e a 200ª hora de maior volume de tráfego do ano.

### **5.2 Aplicação da Análise de Nível de Serviço**

A análise de Nível de Serviço pode ser empregada essencialmente para estas duas situações:

- Análise de Desempenho Operacional, e;
- Planejamento.

Na análise de desempenho operacional, o Nível de Serviço indica a atual qualidade do serviço oferecido por uma determinada rodovia ao longo de um determinado trecho. Tais análises são realizadas para verificar a possível saturação da rodovia.

A análise de Nível de Serviço realizada com fins de planejamento é utilizada normalmente para a programação de futuras intervenções de aumento de capacidade em uma determinada rodovia.

Com uma estimativa ou projeção do tráfego para um determinado horizonte de projeto, pode-se simular a operação da rodovia em anos futuros, programando-se, caso necessário, eventuais intervenções como implantação de faixa adicional ou duplicação. Além desta aplicação, a análise de Nível de Serviço também é utilizada para se determinar a capacidade ou o número de faixas de uma futura rodovia a ser projetada.

No caso do presente trabalho, a análise de Nível de Serviço foi utilizada para verificar, ao longo do período considerado, as prováveis necessidades de ampliações de capacidade no sistema e as respectivas épocas de implantação.



### 5.3 A Metodologia do HCM

A metodologia do HCM pode ser empregada para analisar trechos genéricos de rodovia (sucessão de aclives e declives, com muitos quilômetros de extensão), ou trechos menores, de forma mais detalhada.

Para a análise de trechos genéricos, o HCM 2000 propõe alguns critérios e definições que auxiliam na classificação do trecho de rodovia que será analisado:

- Terreno Plano: combinação de alinhamento horizontal e vertical que permita aos veículos pesados manter aproximadamente a mesma velocidade dos veículos leves. Isto geralmente ocorre quando há rampas curtas de não mais de 1% ou 2% de inclinação;
- Terreno Ondulado: combinação de alinhamento horizontal e vertical que causa redução substancial na velocidade dos veículos pesados, porém não a ponto de atingirem velocidades abaixo de 30 km/h (crawl speeds) por muito tempo ou a intervalos freqüentes. Geralmente, isto inclui segmentos de extensão curta ou média, com inclinação não maior que 4%;
- Terreno Montanhoso: combinação de alinhamento horizontal e vertical que causa redução substancial na velocidade dos veículos pesados a ponto de atingirem velocidades abaixo de 30 km/h (crawl speeds) por muito tempo ou intervalos freqüentes. Geralmente, isto inclui segmentos de aclives longos, com inclinação superior a 4%.

De acordo com o tipo de perfil vertical da rodovia analisada, a classificação do terreno irá determinar o efeito da presença dos veículos pesados sobre a capacidade da rodovia.

A análise genérica tem a vantagem de proporcionar resultados rápidos e diretos, porém não representa com detalhes o Nível de Serviço em trechos específicos da rodovia.

Sabe-se que o Nível de Serviço em uma rodovia não é uniforme ao longo de um trecho extenso, uma vez que nos aclives, por exemplo, a velocidade dos caminhões reduz substancialmente, o que piora o Nível de Serviço.

Assim, a análise da rodovia em trechos menores e uniformes é considerada mais adequada para o cálculo do Nível de Serviço em uma determinada rodovia.

A divisão da rodovia em trechos uniformes é feita através da definição das Seções Básicas de Análises. Uma nova Seção Básica deve sempre ser definida quando variar:

- Perfil Vertical;
- Fluxo;
- Velocidade de Fluxo Livre.

A variação do fluxo é determinada pelas entradas e saídas da rodovia. No caso deste trabalho, a variação do fluxo ocorre nos limites das Seções de Tráfego Homogêneo, onde se encontram as principais interseções.

Já a variação da velocidade de fluxo livre pode ser verificada em diversos pontos da rodovia através de medições, ou, na falta destes dados, pode ser feita uma estimativa com base na variação da velocidade regulamentada. Para efeitos de análise, a velocidade de fluxo livre de todo o trecho foi adotada em 100 km/h.

Para a identificação de variação do perfil vertical, o HCM recomenda que qualquer trecho com inclinação superior a 3% e extensão superior a 400m, ou inclinação superior a 2% e extensão superior a 800m, sejam tratados como Rampas Específicas. Os demais trechos de inclinação menor ou negativa devem ser tratados como trechos planos, exceto trechos de serra com declives extensos.

Os trechos planos que não se enquadram como rampas específicas têm o fator de equivalência para veículos pesados igual a 1,5, ou seja, um veículo pesado equivale a 1,5 veículos de passeio.

Já nos trechos classificados como Rampas Específicas, o fator de equivalência varia de acordo com a extensão e inclinação da rampa analisada.

Os capítulos seguintes apresentam tabelas com a divisão da rodovia em Seções Básicas de Análise.

#### **5.4 Cálculo dos Níveis de Serviço**

O cálculo do Nível de Serviço do prolongamento da SP 083 foi feito através do seguinte procedimento:

- a) Inicialmente, a rodovia foi segmentada em Seções Básicas de Análise, conforme os critérios descritos no item anterior;
- b) De acordo com as características de cada Seção Básica, foi determinado o fator de equivalência de veículos pesados em cada segmento (HCM 1998);
- c) Em seguida, foi relacionado o fluxo de projeto em cada Seção Básica de Análise. Os fluxos de análise na rodovia se encontram na Tabela 5.1. Estes fluxos foram retirados das alocações de Hora Pico Manhã e Tarde na Rede Futura (Figuras 3.4 a 3.9). Este processo foi realizado para ambos os tipos de veículos;
- d) Através dos demais parâmetros de cada Seção Básica e dos fluxos de cada seção de tráfego, foi feito o cálculo de Nível de Serviço na rodovia para os anos de 2020, 2030 e 2039, último ano da concessão.

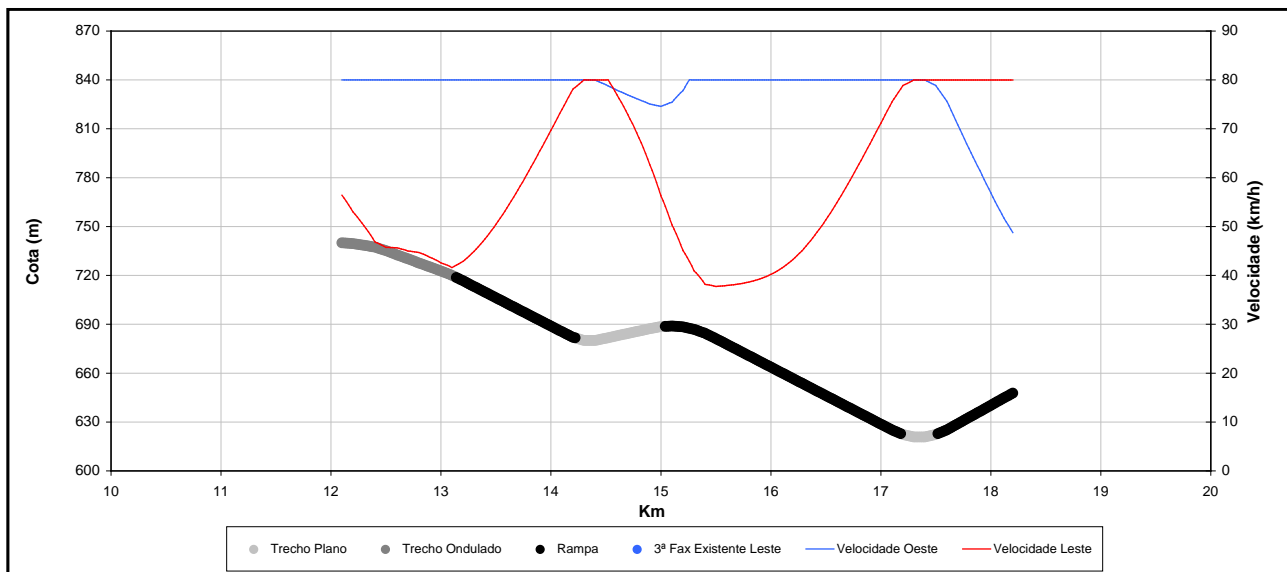
A Figura 5.1 apresenta o perfil vertical do trecho em estudo da SP 083, destacando os trechos planos, ondulados e rampas específicas. Esta Figura também apresenta a variação da velocidade de um caminhão pesado típico (relação peso/potência de 180kg/kw) ao longo do trecho, de acordo com a variação da inclinação do greide da rodovia.

As Tabelas 5.2 e 5.3 apresentam os cálculos de Níveis de Serviço realizados nas pistas da SP 083. Estas tabelas apresentam a segmentação das rodovias em Seções Básicas de Análise, as características de cada seção e nas últimas colunas os Níveis de Serviço para os anos de 2020, 2030 e 2039.

Como se pode observar nas Tabelas 5.2 e 5.3, os Níveis de Serviço não serão piores do que “D” nas horas pico da manhã e da tarde ao longo de todo o período de concessão. Isto mostra que a construção de terceiras faixas não será necessária em nenhum segmento do trecho em estudo da SP 083 durante o período de concessão.



**Figura 5.1: Perfil Vertical da BR 153 – km 334+000 ao km 345+760**



**Tabela 5.1: Fluxos de Projeto 2020**

Hora Pico	Norte		Sul	
	Leves	Pesados	Leves	Pesados
Manhã	805	158	1.193	175
Tarde	1.112	219	1.274	121

Tabela 5.2: Cálculo de Nível de Serviço na SP 083 – Pista Norte e Pista Sul – Hora Pico Manhã

**ANÁLISE DE NÍVEL DE SERVIÇO PISTA NORTE**

Seção Básica	km		Cota (m)		Extensão (m)	Inclinação Média	Seção de Tráfego	Volume de Tráfego 2020			% DE PES	ET (HCM 1998)	2020		2030		2039	
	Inicial	Final	Inicial	Final				Leves	Pesados	Total			pc/ph/pl	Nível de Serviço	pc/ph/pl	Nível de Serviço	pc/ph/pl	Nível de Serviço
1	12,1	13,1	740,0	718,7	1.040	2,0%	1	805	158	963	18%	1,5	591	A	983	B	1219	C
2	13,1	14,2	718,7	681,2	1.100	3,4%	1	805	158	963	18%	3,3	749	B	1255	C	1562	C
3	14,2	14,5	681,2	682,0	300	-0,3%	1	805	158	963	18%	1,5	591	A	983	B	1219	C
4	14,5	15,0	682,0	688,7	500	-1,3%	1	805	158	963	18%	1,5	591	A	983	B	1219	C
5	15,0	17,2	688,7	622,3	2.160	3,1%	1	805	158	963	18%	4,0	809	B	1357	C	1681	D
6	17,2	17,5	622,3	622,9	320	-0,2%	1	805	158	963	18%	1,5	591	A	983	B	1219	C
7	17,5	18,2	622,9	647,7	680	-3,7%	1	805	158	963	18%	1,5	591	A	983	B	1219	C

\* Velocidade: 100km/h

\*\* N° de faixas: 2

**ANÁLISE DE NÍVEL DE SERVIÇO PISTA SUL**

Seção Básica	km		Cota (m)		Extensão (m)	Inclinação Média	Seção de Tráfego	Volume de Tráfego 2020			% DE PES	ET (HCM 1998)	Flw	2020		2030		2039	
	Inicial	Final	Inicial	Final				Leves	Pesados	Total				pc/ph/pl	Nível de Serviço	pc/ph/pl	Nível de Serviço	pc/ph/pl	Nível de Serviço
1	12,1	13,1	740,0	718,7	1.040	-2,0%	1	1193	175	1368	13%	1,5	0.939	767	A	1082	B	1206	B
2	13,1	14,2	718,7	681,2	1.100	-3,4%	1	1193	175	1368	13%	1,5	0.939	767	A	1082	B	1206	B
3	14,2	14,5	681,2	682,0	300	0,3%	1	1193	175	1368	13%	1,5	0.939	767	A	1082	B	1206	B
4	14,5	15,0	682,0	688,7	500	1,3%	1	1193	175	1368	13%	1,5	0.939	767	A	1082	B	1206	B
5	15,0	17,2	688,7	622,3	2.160	-3,1%	1	1193	175	1368	13%	1,5	0.939	767	A	1082	B	1206	B
6	17,2	17,5	622,3	622,9	320	0,2%	1	1193	175	1368	13%	1,5	0.939	767	A	1082	B	1206	B
7	17,5	18,2	622,9	647,7	680	3,7%	1	1193	175	1368	13%	2,7	0.819	879	B	1227	C	1396	C

\* Velocidade: 120km/h

\*\* N° de faixas: 2



Tabela 5.3: Cálculo de Nível de Serviço na SP 083 – Pista Norte e Pista Sul – Hora Pico Tarde

**ANÁLISE DE NÍVEL DE SERVIÇO PISTA NORTE**

Seção Básica	km		Cota (m)		Extensão (m)	Inclinação Média	Seção de Tráfego	Volume de Tráfego 2020			ET (HCM 1998)	Flv	2020		2030		2039	
	Inicial	Final	Inicial	Final				Leves	Pesados	Total			pc/ph/pl	Nível de Serviço	pc/ph/pl	Nível de Serviço	pc/ph/pl	Nível de Serviço
1	12,1	13,1	740,0	718,7	1.040	2,0%	1	1112	219	1331	1,5	0,926	757	A	1061	B	1377	C
2	13,1	14,2	718,7	681,2	1.100	3,4%	1	1112	219	1331	3,3	0,731	958	B	1359	C	1745	D
3	14,2	14,5	681,2	682,0	300	-0,3%	1	1112	219	1331	1,5	0,926	757	A	1061	B	1377	C
4	14,5	15,0	682,0	688,7	500	-1,3%	1	1112	219	1331	1,5	0,926	757	A	1061	B	1377	C
5	15,0	17,2	688,7	622,3	2.160	3,1%	1	1112	219	1331	4,0	0,676	1036	B	1483	C	1886	D
6	17,2	17,5	622,3	622,9	320	-0,2%	1	1112	219	1331	1,5	0,926	757	A	1061	B	1377	C
7	17,5	18,2	622,9	647,7	680	-3,7%	1	1112	219	1331	1,5	0,926	757	A	1061	B	1377	C

\* Velocidade: 120km/h

\*\* N° de faixas: 2

**ANÁLISE DE NÍVEL DE SERVIÇO PISTA SUL**

Seção Básica	km		Cota (m)		Extensão (m)	Inclinação Média	Seção de Tráfego	Volume de Tráfego 2020			ET (HCM 1998)	Flv	2020		2030		2039	
	Inicial	Final	Inicial	Final				Leves	Pesados	Total			pc/ph/pl	Nível de Serviço	pc/ph/pl	Nível de Serviço	pc/ph/pl	Nível de Serviço
1	12,1	13,1	740,0	718,7	1.040	-2,0%	1	1274	121	1395	1,5	0,957	828	B	1109	B	1189	B
2	13,1	14,2	718,7	681,2	1.100	-3,4%	1	1274	121	1395	1,5	0,957	828	B	1109	B	1189	B
3	14,2	14,5	681,2	682,0	300	0,3%	1	1274	121	1395	1,5	0,957	828	B	1109	B	1189	B
4	14,5	15,0	682,0	688,7	500	1,3%	1	1274	121	1395	1,5	0,957	828	B	1109	B	1189	B
5	15,0	17,2	688,7	622,3	2.160	-3,1%	1	1274	121	1395	1,5	0,957	828	B	1109	B	1189	B
6	17,2	17,5	622,3	622,9	320	0,2%	1	1274	121	1395	1,5	0,957	828	B	1109	B	1189	B
7	17,5	18,2	622,9	647,7	680	3,7%	1	1274	121	1395	2,7	0,867	914	B	1235	C	1350	C

\* Velocidade: 120km/h

\*\* N° de faixas: 2

## **6 ANÁLISE DE NÍVEL DE SERVIÇO NAS INTERSEÇÕES**

### **6.1 Metodologia de Análise de Desempenho em Interseções**

#### **6.1.1 Premissas Básicas**

Para a análise de desempenho de uma interseção, é necessário considerar igualmente os aspectos da acessibilidade, segurança e fluidez do tráfego.

##### **Acessibilidade**

A questão da acessibilidade é simples de ser verificada em um dispositivo. Caso existam acessos locais nos arredores da interseção, é importante que esta permita através de seus ramos os acessos às propriedades, ruas e avenidas locais.

Embora a acessibilidade seja uma premissa básica e simples de ser compreendida, ela muitas vezes não é atendida de forma correta em um projeto devido à existência de dificuldades de implantação, custos ou mesmo negligência por parte dos projetistas.

Assim, para que o dispositivo seja adequado em termos gerais, é importante primeiramente que ele atenda uma de suas principais funções, que é o acesso às vias e propriedades locais.

##### **Segurança**

Mesmo nas interseções em desnível, a questão da segurança é de extrema importância, pois ainda ocorrem cruzamentos em nível nas aproximações dos viadutos ou outros tipos de conflitos como entrelaçamentos, convergências e divergências. Assim, para que seja garantido um nível de segurança adequado em uma interseção, devem ser considerados os seguintes itens:

- Sinalização
- Familiaridade dos motoristas com a geometria;
- Ramos com geometria apropriada;
- Abrigo para esperas de travessia nos cruzamentos em nível;
- Visibilidade;
- Fluidez.

Como se observa, os requisitos de segurança de uma interseção estão ligados principalmente a sua geometria, mas também existe uma relação quanto o aspecto da fluidez. Ainda que os cinco primeiros requisitos sejam respeitados, se a capacidade for inadequada, haverá problemas na interseção. De fato, se o tempo de espera for excessivo, os motoristas poderão executar manobras imprudentes, comprometendo a segurança no local.

As características de acessibilidade e segurança devem ser analisadas de forma qualitativa, verificando se o dispositivo respeita os requisitos mencionados.

##### **Fluidez**

Quanto ao aspecto da fluidez do tráfego, uma interseção pode ter seu desempenho analisado através do cálculo de Nível de Serviço.

De forma geral, os dispositivos recomendados neste trabalho seguiram as seguintes premissas:

- Completa acessibilidade local;
- Configuração usual e familiar ao motorista.



Questões mais específicas de sinalização, geometria de ramos e abrigos em travessias devem ser tratadas no projeto funcional, seguindo as premissas básicas de segurança.

Com relação à fluidez, coube ao estudo de tráfego analisar se a capacidade dos dispositivos apresentados será suficiente para a acomodação do tráfego com os níveis mínimos de desempenho exigidos.

Nos itens seguintes são apresentadas as análises de Níveis de Serviço para as interseções em desnível que deverão ser implantadas ou reformuladas ao longo do trecho em estudo da BR 153. Estas interseções são as seguintes:

- Interseção 1 – SP 083 com SP 330 (interseção existente que será completada no presente projeto);
- Interseção 2 – SP 083 (prolongamento) com SP 348;

A Figura 2.1 apresenta a localização das 2 interseções estudadas.

#### 6.1.2 Principais Conflitos que Afetam a Fluidez do Tráfego

Ocorrem pontos de conflitos de veículos que causam filas de espera ou a diminuição das velocidades. Estes conflitos são:

- Convergências e Divergências;
- Entrelaçamentos.

Esses são na verdade os pontos críticos das interseções em termos de fluidez, e portanto, nesses locais devem ser realizadas as análises de Níveis de Serviço. Ao garantir que a fluidez seja satisfatória nos principais pontos de conflito, o analista estará garantindo a fluidez adequada em todo o dispositivo.

Os itens seguintes detalham o conceito e a metodologia de análise dos principais pontos de conflito em interseções.

#### 6.1.3 Pontos de Convergência e Divergência

Nas junções dos ramos de entrada e saída da interseção com as pistas principais da rodovia ocorrem os conflitos de convergência e divergência. Sob condições de tráfego leve ou moderado, estes conflitos geralmente não causam problemas, apresentando bons Níveis de Serviço em rodovias de pista simples e rodovias de pista dupla.

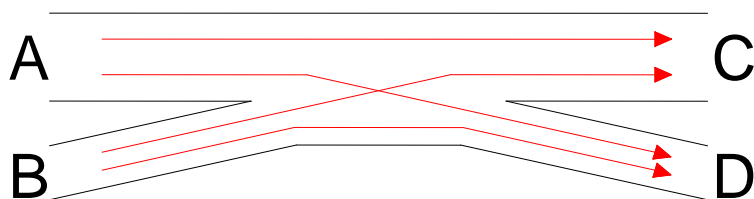
Para a análise do Nível de Serviço nos pontos de convergência e divergência, foi utilizado o software HCS 2000 4.1, que se baseia nos métodos de cálculo do Highway Capacity Manual 2000.

#### 6.1.4 Entrelaçamentos

Os trechos de entrelaçamento ocorrem nas rodovias devido à distância limitada entre dois ramos de acesso adjacentes ou devido a junções de rodovias seguidas de bifurcações. Nestas áreas, veículos que entram em paralelo se conflitam ao trocarem de faixa de tráfego entre si ao longo de uma determinada distância.

Um exemplo comum de entrelaçamento pode ser observado na Figura 6.1.

**Figura 6.1 – Exemplo Genérico de Entrelaçamento**



Os movimentos A-D e B-C são os movimentos críticos do entrelaçamento, pois são aqueles que entram em conflito direto. Porém, os movimentos A-C e B-D também influenciam na análise, tendo em vista sua ocupação do espaço no trecho de entrelaçamento.

Os principais fatores que influenciam no Nível de Serviço de um entrelaçamento são:

- **Volume de Tráfego:** A medida que o fluxo cresce em áreas de entrelaçamento, aumenta a dificuldade do motorista em encontrar uma oportunidade para trocar de faixa, o que acarreta na diminuição da velocidade e do Nível de Serviço;
- **Distância de Entrelaçamento:** Uma longa distância de entrelaçamento permite aos motoristas melhor se adequarem ao trocar de faixas de tráfego sem a diminuição excessiva da velocidade;
- **Número de Faixas:** Faixas adicionais dispostas nas rodovias ao longo das regiões de entrelaçamento permitem que os veículos que não são conflitantes (A-C e B-D; Figura 6.1), permaneçam em faixas de tráfego exclusivas para os movimentos diretos, o que diminui a densidade de veículos e permite aos motoristas melhor se adequarem ao trocarem de faixas de tráfego;
- **Tipo de Entrelaçamento:** Alguns tipos de entrelaçamento obrigam os veículos a fazerem a mudança de duas ou mais faixas de tráfego ao longo de uma distância determinada, o que caracteriza uma situação mais crítica.

Os métodos usuais de cálculo para se avaliar o desempenho de áreas de entrelaçamentos são aqueles estabelecidos no Highway Capacity Manual (HCM).

No presente trabalho, para se avaliar o Nível de Serviço dos entrelaçamentos foi utilizado o software HCS 2000 versão 4.1, que se baseia nos métodos de cálculo do HCM 2000.

## **6.2 Análise das Interseções**

### **6.2.1 Interseção SP 083 com SP 330**

A Figura 6.1 apresenta uma foto aérea atual da interseção. O projeto proposto para o local propõe a complementação do projeto original, inserindo ramos diagonais e o próprio prolongamento SP 083 para compor um trevo de quatro folhas completo. A Figura 6.2 apresenta um croqui do dispositivo proposto para o local.

Em termos de acessibilidade e segurança, pode-se dizer que o trevo de quatro folhas proposto é um conceito bastante indicado, pois permite a realização de todos os movimentos direcionais, e se trata de um formato consagrado e bastante familiar ao motorista brasileiro.

Em relação à questão da fluidez, as análises de Níveis de Serviço apresentadas na Figura 6.9 (**a** e **b**) apresentam a qualidade de sua operação ao longo do período de concessão.

A Figura 6.5 apresenta as análises de Níveis de Serviço nas junções da SP 083 e SP 330 com os ramos das interseções ou início e final da via marginal (convergências e divergências) para o ano de 2039, último ano da concessão e crítico em termos de tráfego.

As Figuras 6.6 a 6.9 apresentam as análises das seções de entrelaçamento. Como se pode notar nas Figuras 6.3 e 6.4b, os Entrelaçamentos 1 e 3 ocorrem em vias marginais para que esses conflitos influenciem o mínimo possível no tráfego direto da SP 330.

A Figura 6.4 (**a** e **b**) apresenta os resultados das análises de Nível de Serviço realizadas. Os resultados detalhados dos cálculos podem ser encontrados também no Anexo B, no formato de folhas de saída do HCS 2000.

Conclui-se que, para todos os pontos de conflito, o trecho operará com Nível de Serviço “D” ou melhor durante todo o período considerado (até 2039).

**Figura 6.2: Interseção SP 083 com SP 330 – Configuração Atual**

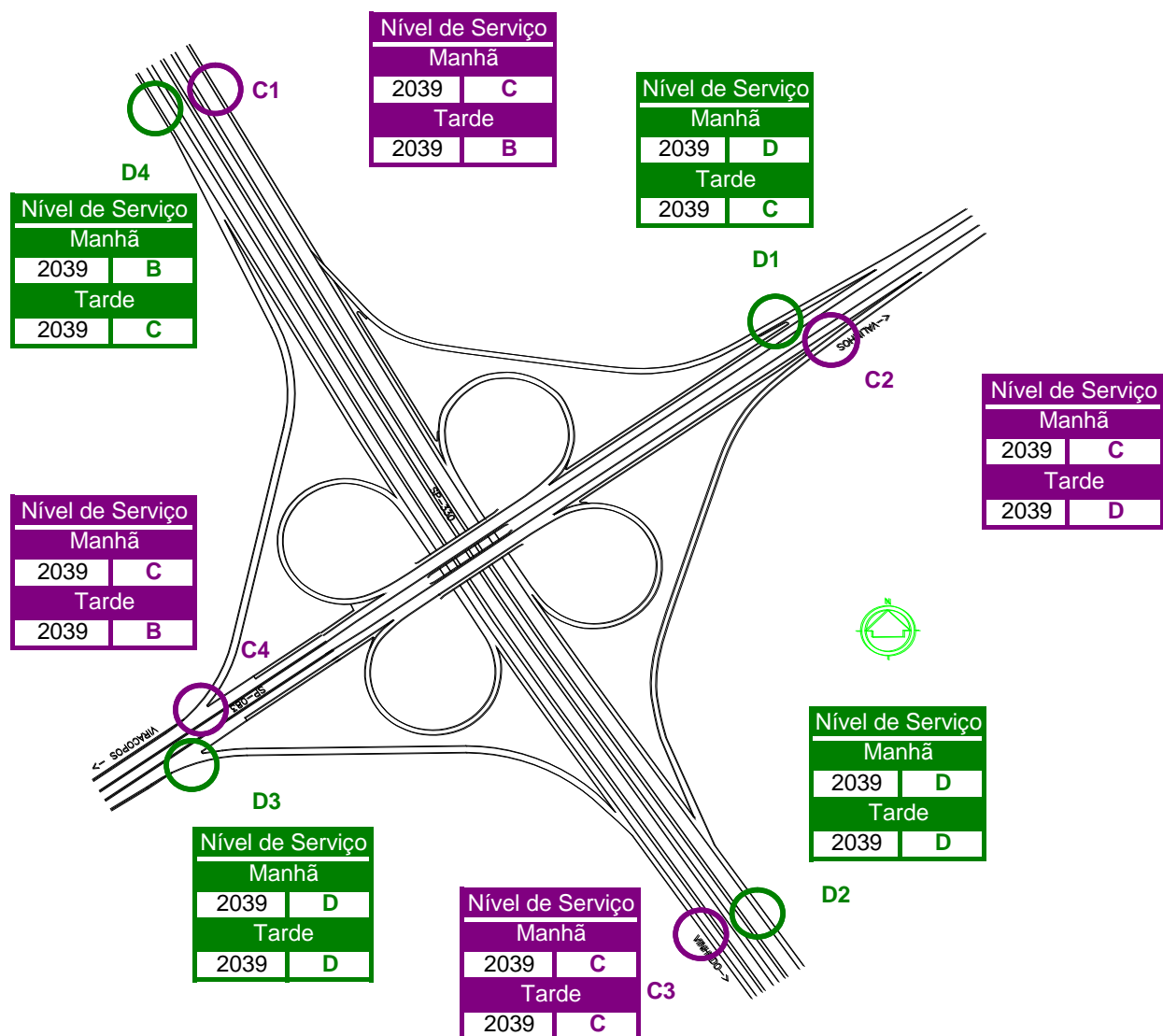




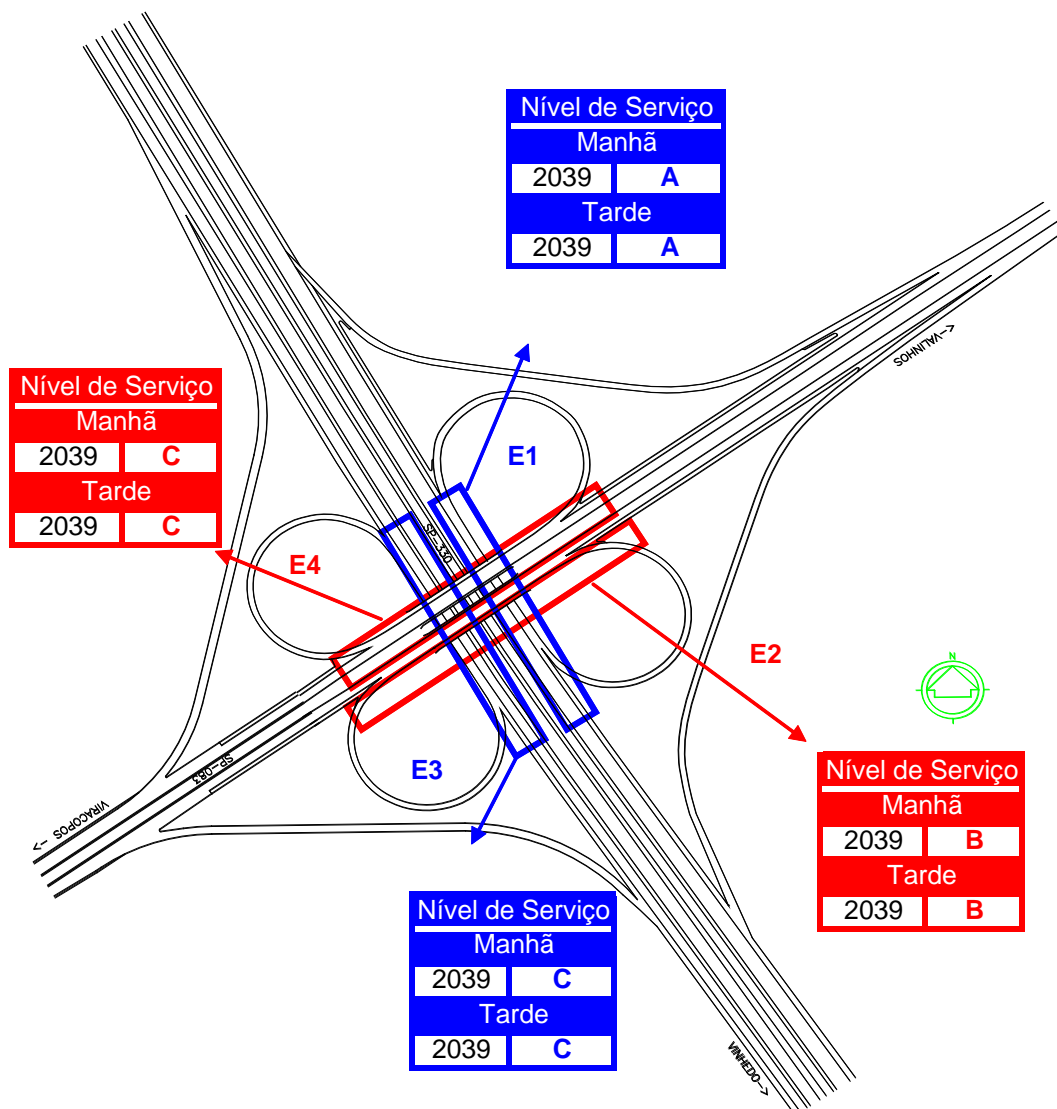
Figura 6.3: Interseção SP 083 com SP 330 – Geometria Proposta



**Figura 6.4a: Resultados das Análises de Nível de Serviço**



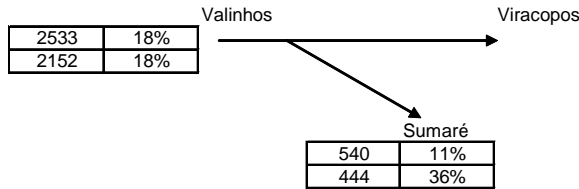
**Figura 6.4b: Resultados das Análises de Nível de Serviço**





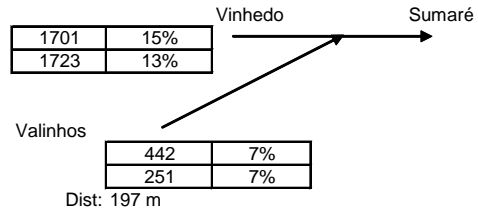
**Figura 6.5: Interseção SP 083 com SP 330 – Divergências e Convergências**  
**Fluxos em Conflito e Níveis de Serviço**

**Ponto de Divergência D1**



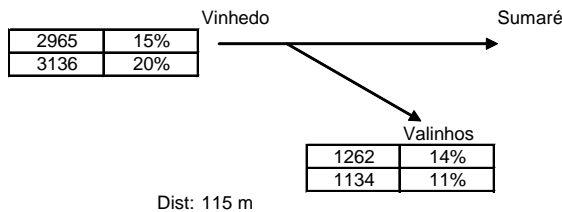
**Nível de Serviço (Manhã):** **D**  
**Nível de Serviço (Tarde):** **C**

**Ponto de Convergência C1**



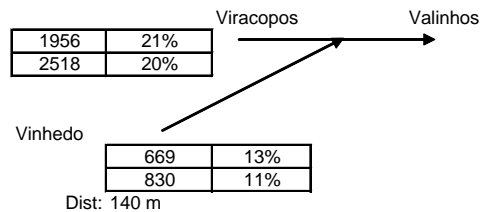
**Nível de Serviço (Manhã):** **C**  
**Nível de Serviço (Tarde):** **B**

**Ponto de Divergência D2**



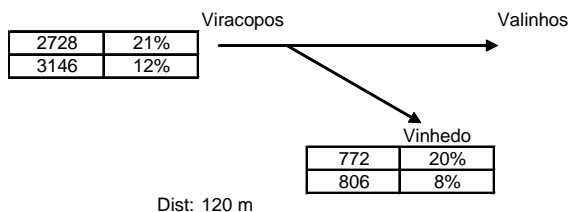
**Nível de Serviço (Manhã):** **D**  
**Nível de Serviço (Tarde):** **D**

**Ponto de Convergência C2**



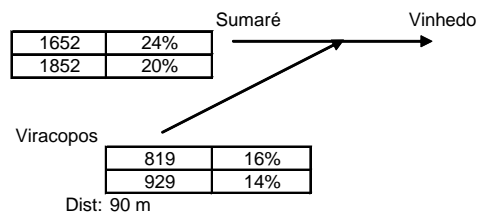
**Nível de Serviço (Manhã):** **C**  
**Nível de Serviço (Tarde):** **D**

**Ponto de Divergência D3**



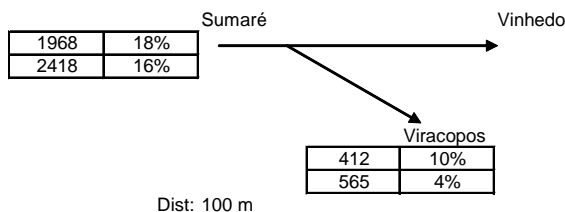
**Nível de Serviço (Manhã):** **D**  
**Nível de Serviço (Tarde):** **D**

**Ponto de Convergência C3**



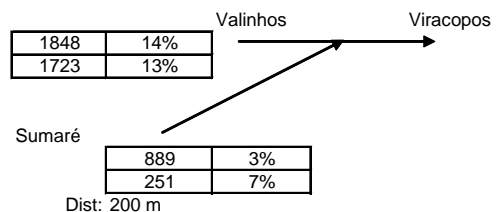
**Nível de Serviço (Manhã):** **C**  
**Nível de Serviço (Tarde):** **C**

**Ponto de Divergência D4**



**Nível de Serviço (Manhã):** **B**  
**Nível de Serviço (Tarde):** **C**

**Ponto de Convergência C4**



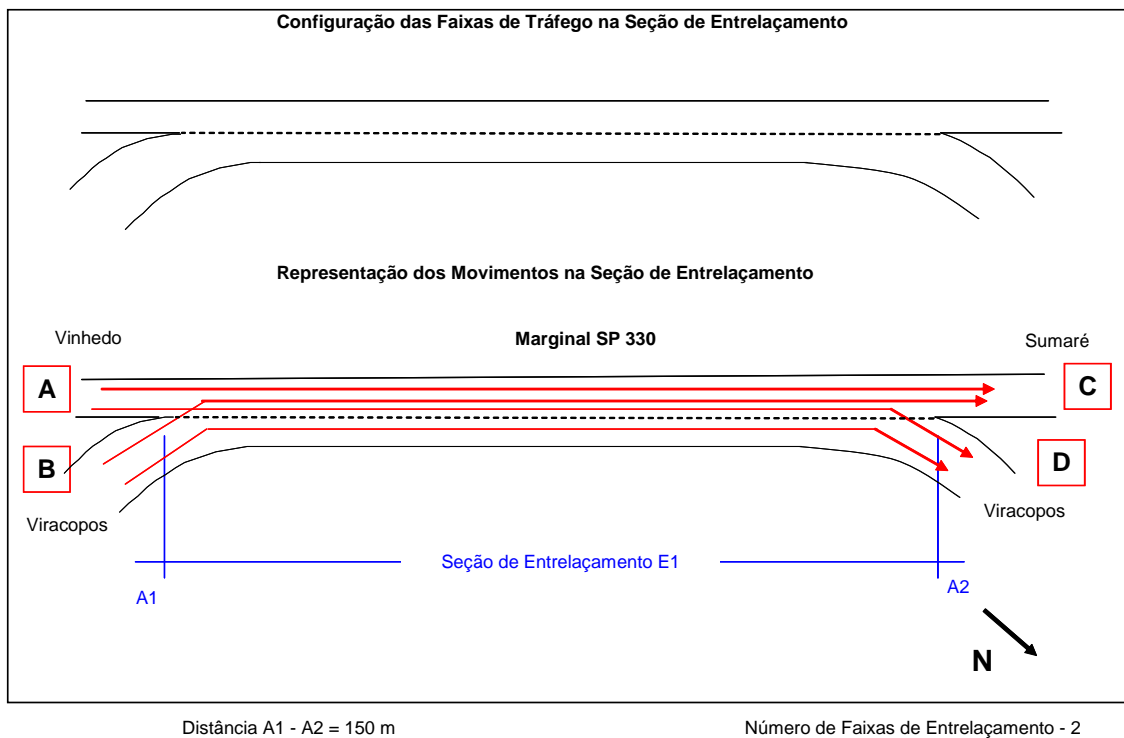
**Nível de Serviço (Manhã):** **C**  
**Nível de Serviço (Tarde):** **B**

Legenda:

1	2	Fluxos Manhã
1	2	Fluxos Tarde
1		Veículos Totais - Hora de Pico

**Figura 6.6: Interseção SP 083 com SP 330 – Entrelaçamento 1**

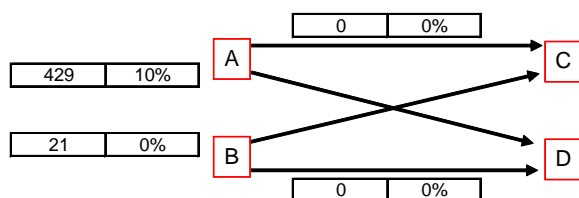
**Fluxos em Conflito e Níveis de Serviço**



**MANHÃ**

**Seção de Entrelaçamento E1 - 2039**

Entrelaçamento Tipo A



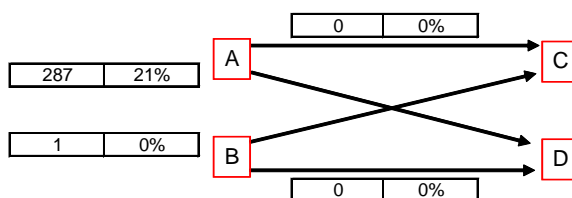
**Nível de Serviço:**

**A**

**TARDE**

**Seção de Entrelaçamento E1 - 2039**

Entrelaçamento Tipo A



**Nível de Serviço:**

**A**

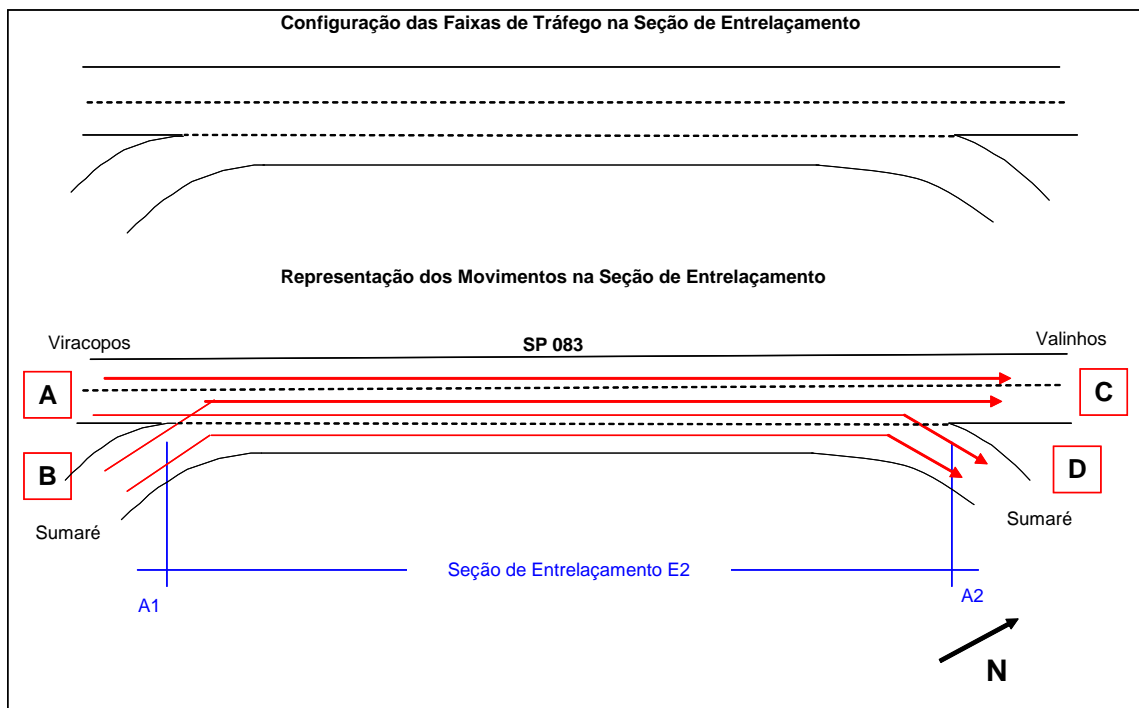
Legenda:

1	2
---	---

- 1 Fluxo de Projeto (Veículos Totais)  
2 Porcentagem de Pesados

**Figura 6.7: Interseção SP 083 com SP 330 – Entrelaçamento 2**

**Fluxos em Conflito e Níveis de Serviço**



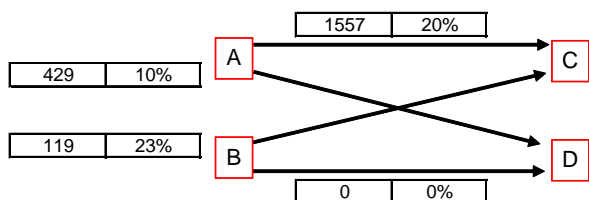
Distância A1 - A2 = 185 m

Número de Faixas de Entrelaçamento - 3

**MANHÃ**

**Seção de Entrelaçamento E2 - 2039**

Entrelaçamento Tipo A



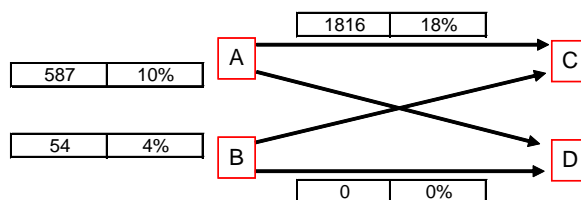
**Nível de Serviço:**

**B**

**TARDE**

**Seção de Entrelaçamento E2 - 2039**

Entrelaçamento Tipo A



**Nível de Serviço:**

**B**

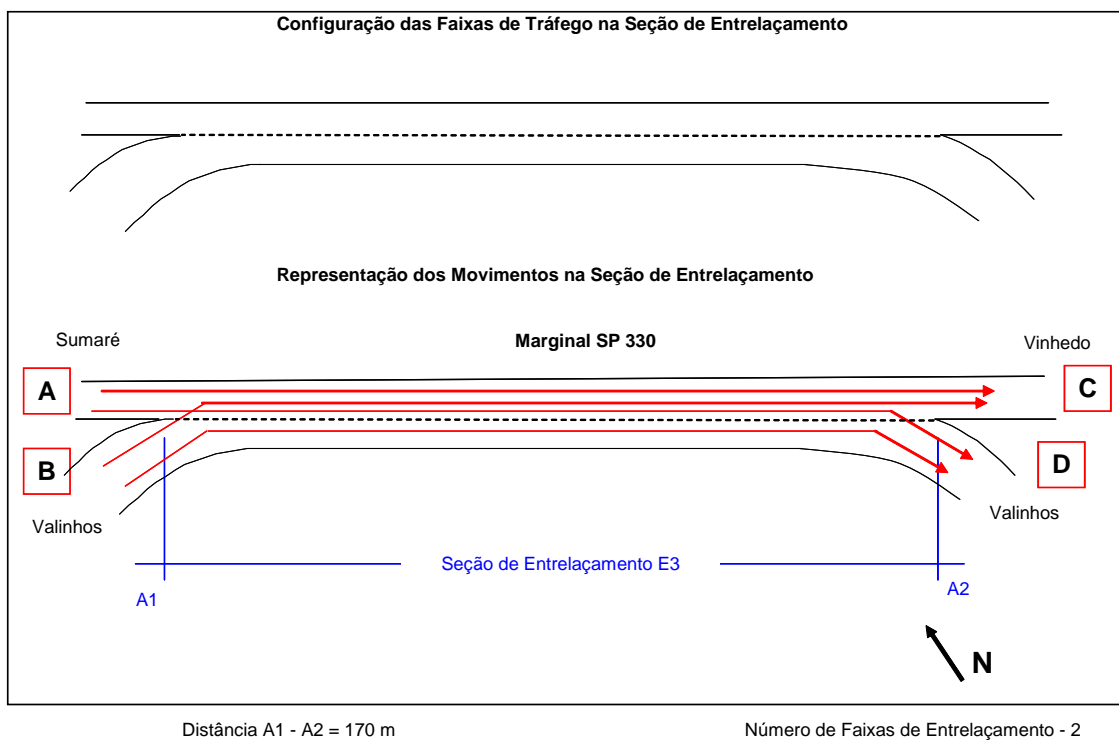
Legenda:

1	2
---	---

- Fluxo de Projeto (Veículos Totais)
- Porcentagem de Pesados



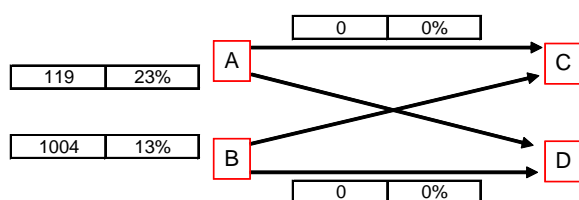
**Figura 6.8: Interseção SP 083 com SP 330 – Entrelaçamento 3**  
**Fluxos em Conflito e Níveis de Serviço**



**MANHÃ**

Seção de Entrelaçamento E3 - 2039

### Entrelaçamento Tipo A



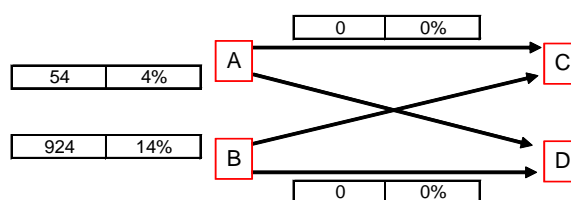
**Nível de Serviço:**

C

**TARDE**

Seção de Entrelaçamento E3 - 2039

### Entrelaçamento Tipo A



**Nível de Serviço:**

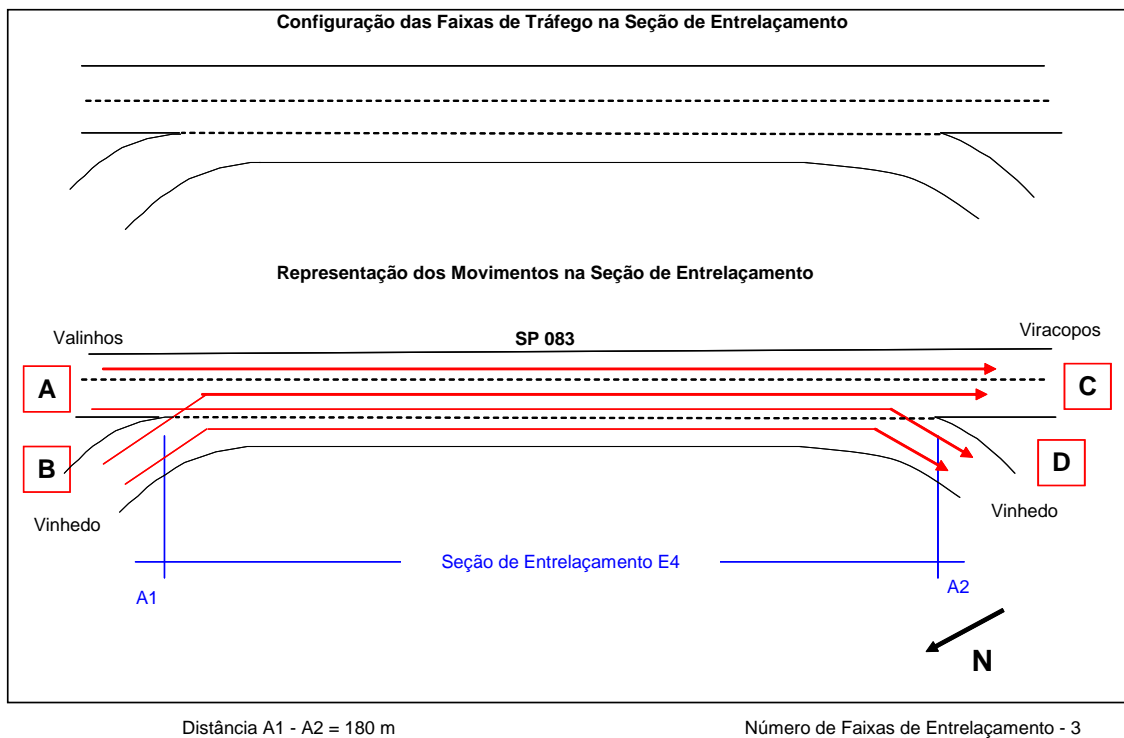
C

Legenda:

1	2
---	---

- |   |                                    |
|---|------------------------------------|
| 1 | Fluxo de Projeto (Veículos Totais) |
| 2 | Porcentagem de Pesados             |

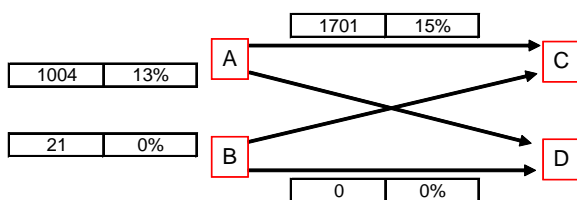
**Figura 6.9: Interseção SP 083 com SP 330 – Entrelaçamento 4**  
**Fluxos em Conflito e Níveis de Serviço**



**MANHÃ**

**Seção de Entrelaçamento E4 - 2039**

Entrelaçamento Tipo A



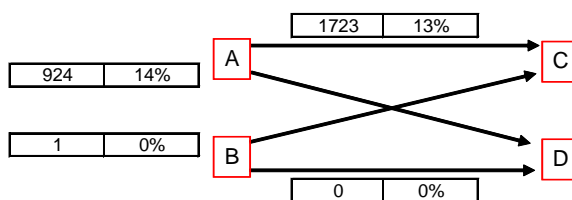
**Nível de Serviço:**

**C**

**TARDE**

**Seção de Entrelaçamento E4 - 2039**

Entrelaçamento Tipo A



**Nível de Serviço:**

**C**

Legenda:

1	2	1	Fluxo de Projeto (Veículos Totais)
		2	Porcentagem de Pesados

### 6.2.2 Interseção SP 083 com SP 348

A Figura 6.10 apresenta um croqui do dispositivo proposto para o local. O formato sugerido é um trevo de quatro folhas com marginais na SP 348 para evitar turbulências na rodovia. A interseção no entanto poderá ser implantada de forma parcial, tal como apresentado na Figura 6.10, pois o prolongamento da SP 083 até a SP 324 poderá ocorrer somente numa etapa futura, o que elimina a necessidade de construção imediata da interseção completa.

Em termos de acessibilidade e segurança, pode-se dizer que o trevo de quatro folhas proposto é um conceito bastante indicado, pois permite a realização de todos os movimentos direcionais, e se trata de um formato consagrado e bastante familiar ao motorista brasileiro.

Em relação à questão da fluidez, as análises de Níveis de Serviço apresentadas na Figura 6.11 apresentam a qualidade de sua operação ao longo do período de concessão.

As Figuras 6.12 e 6.13 apresentam as análises de Níveis de Serviço nas junções da SP 083 e SP 348 com os ramos das interseções ou início e final da via marginal (convergências e divergências) para os anos de 2030 e 2039, último ano da concessão e crítico em termos de tráfego.

As Figuras 6.14 a 6.15 (**a** e **b**) apresentam as análises das seções de entrelaçamento, que ocorrem em vias marginais projetadas para que esses conflitos influenciem o mínimo possível na fluidez da SP 348. No caso das seções teóricas de entrelaçamento que ocorreriam nas pistas da SP 083, na verdade não há tráfego nas alças conectadas à Pista Marginal Norte da SP 348, exceto pelos fluxos rarefeitos de retorno. Assim, até que seja implantado o prolongamento da SP 083 até a SP 324, não haverá turbulências significativas naquelas seções.

A Figura 6.11 apresenta um croqui geral com os resultados das análises de Nível de Serviço realizadas. Os resultados detalhados dos cálculos podem ser encontrados também no Anexo B, no formato de folhas de saída do HCS 2000.

De acordo com as análises, é possível observar que:

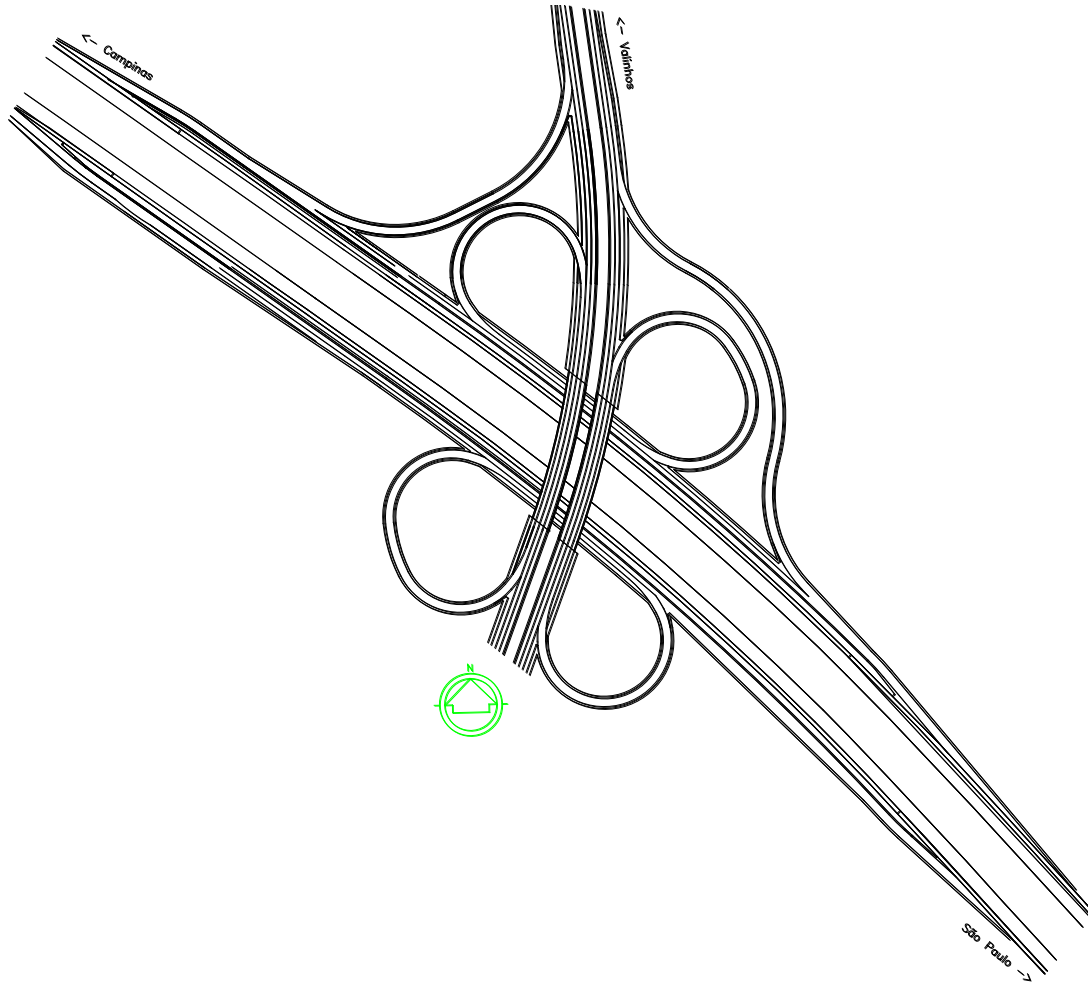
- A Convergência 1 e a Divergência 2 (assinaladas na Figura 6.11) apresentam Nível de Serviço satisfatório em 2030. Já em 2039, o Nível de Serviço passa a ser “F”, ou seja, insatisfatório;
- O Entrelaçamento 2 apresenta Nível de Serviço satisfatório em 2020. Entretanto, as análises para o ano de 2030 já demonstraram Nível de Serviço insatisfatório;

Do ponto de vista das junções, entende-se que a operação adequada por mais de 20 anos já é suficiente para demonstrar a boa funcionalidade do projeto. O trecho deverá, no entanto, ser monitorado após o ano 20 para verificar se é necessário implantar uma segunda faixa nos ramos diagonais.

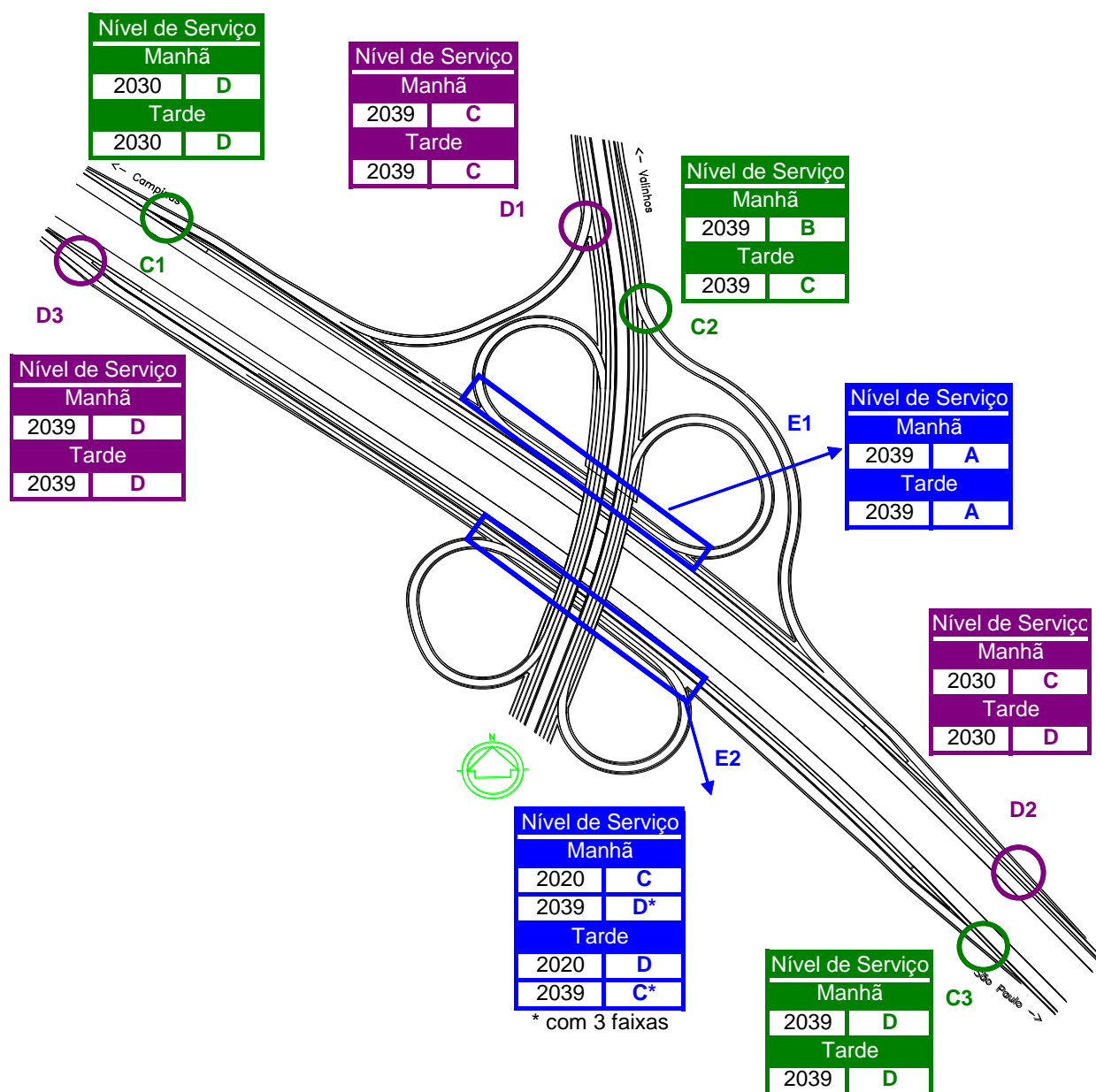
Com relação à seção de Entrelaçamento 2 (Figura 6.11), o trecho deverá ser monitorado já a partir do ano 10 para verificar sua possível saturação. Caso isto ocorra, a implantação de uma terceira faixa na região de entrelaçamento deverá proporcionar Nível de Serviço adequado ao trecho durante todo o período de concessão.



**Figura 6.10: Interseção SP 083 com SP 348 – Geometria Proposta**

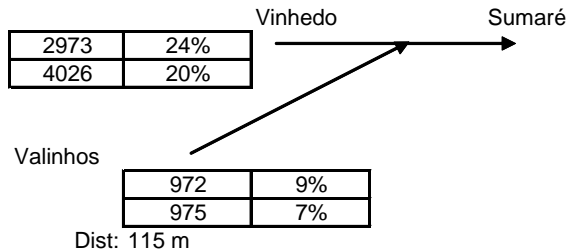


**Figura 6.11: Resultados das Análises de Nível de Serviço**



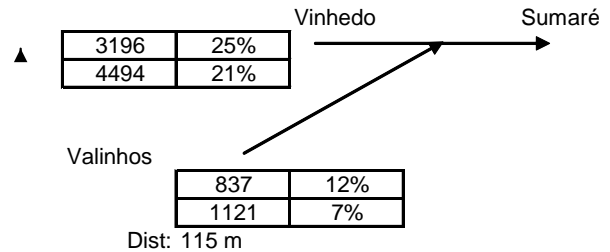
**Figura 6.12: Interseção SP 083 com SP 348 – Convergências**  
**Fluxos em Conflito e Níveis de Serviço**

**Ponto de Convergência C1**



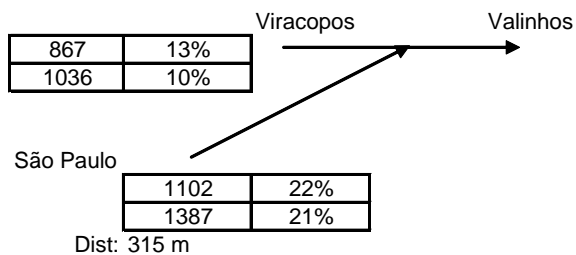
**Nível de Serviço (Manhã):** **2030 D**  
**Nível de Serviço (Tarde):** **D**

**Ponto de Convergência C1**



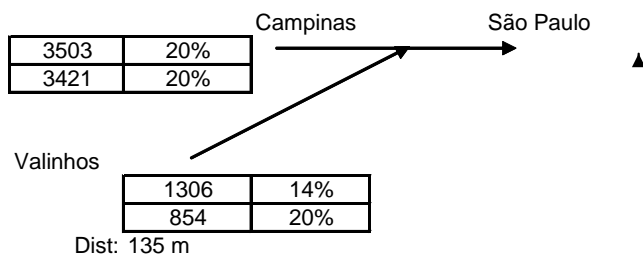
**Nível de Serviço (Manhã):** **2039 D**  
**Nível de Serviço (Tarde):** **E**

**Ponto de Convergência C2**



**Nível de Serviço (Manhã):** **2039 B**  
**Nível de Serviço (Tarde):** **C**

**Ponto de Convergência C3**



**Nível de Serviço (Manhã):** **2039 D**  
**Nível de Serviço (Tarde):** **D**

Legenda:

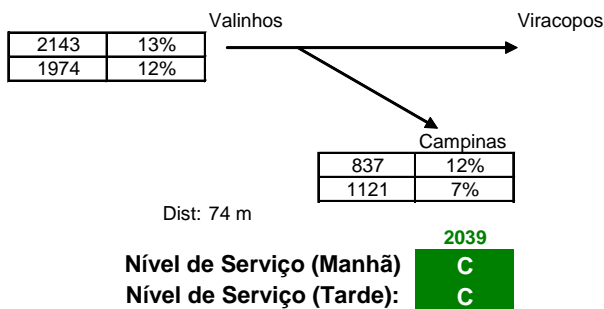
1	2	Fluxos Manhã
1	2	Fluxos Tarde
1		Veículos Totais - Hora de Projeto
2		Porcentagem de Pesados - Hora de Projeto



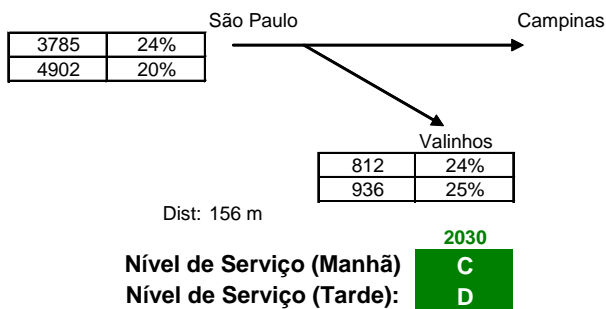
**Figura 6.13: Interseção SP 083 com SP 348 – Divergências**

**Fluxos em Conflito e Níveis de Serviço**

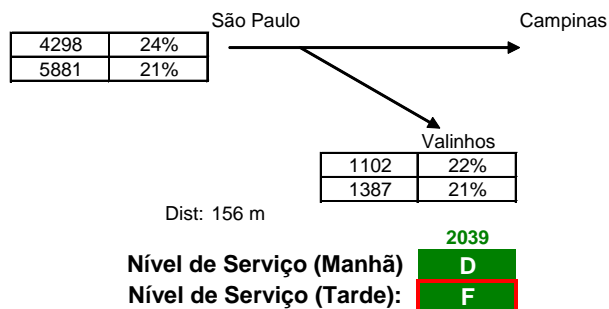
**Ponto de Divergência D1**



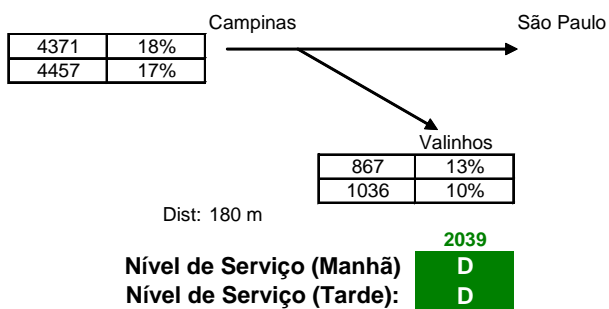
**Ponto de Divergência D2**



**Ponto de Divergência D2**



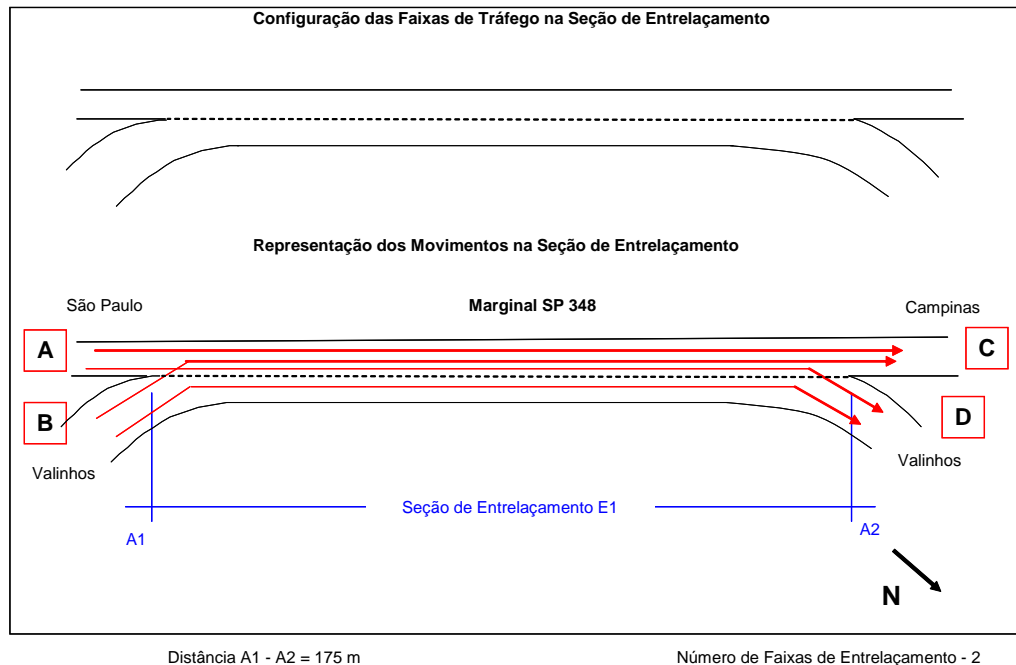
**Ponto de Divergência D3**



**Legenda:**

1	2	Fluxos Manhã
1	2	Fluxos Tarde
1		Veículos Totais - Hora de Projeto
2		Porcentagem de Pesados - Hora de Projeto

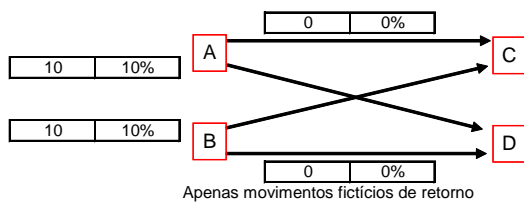
**Figura 6.14: Interseção SP 083 com SP 348 – Entrelaçamento 1**  
**Fluxos em Conflito e Níveis de Serviço**



**MANHÃ**

**Seção de Entrelaçamento E1 - 2039**

Entrelaçamento Tipo A



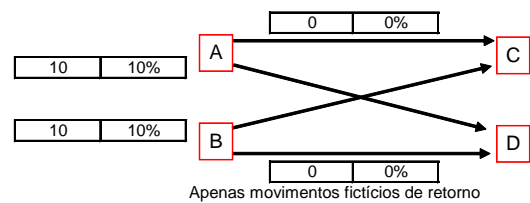
**Nível de Serviço:**

**A**

**TARDE**

**Seção de Entrelaçamento E1 - 2039**

Entrelaçamento Tipo A



**Nível de Serviço:**

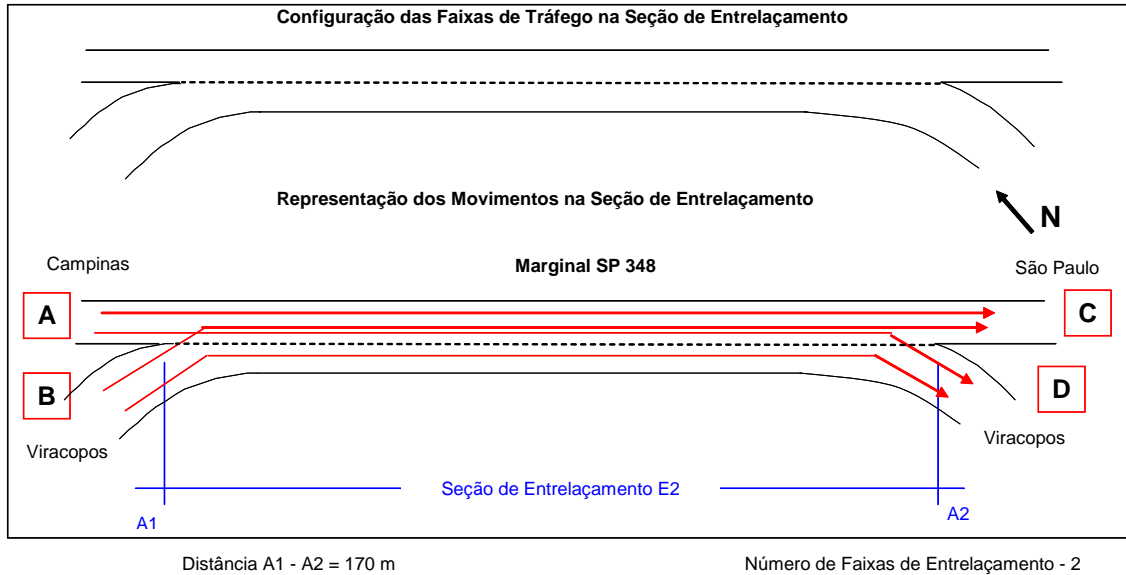
**A**

Legenda:

1	2
---	---

- 1 Fluxo de Projeto (Veículos Totais)
- 2 Porcentagem de Pesados

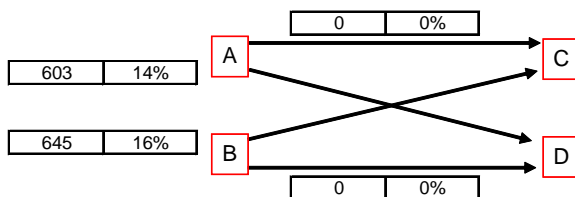
**Figura 6.15a: Interseção SP 083 com SP 348 – Entrelaçamento 2**  
**Fluxos em Conflito e Níveis de Serviço**



**MANHÃ**

**Seção de Entrelaçamento E2 - 2020**

Entrelaçamento Tipo A



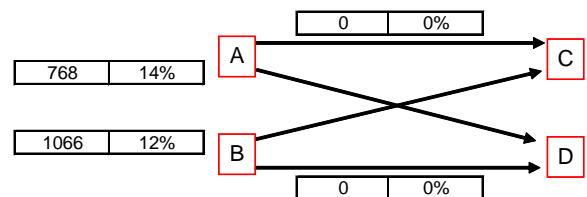
**Nível de Serviço:**

**C**

**MANHÃ**

**Seção de Entrelaçamento E2 - 2030**

Entrelaçamento Tipo A



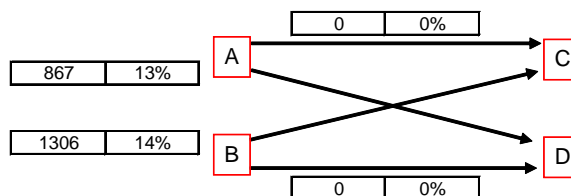
**Nível de Serviço:**

**F**

**MANHÃ**

**Seção de Entrelaçamento E2 - 2039**

Entrelaçamento Tipo A



**Nível de Serviço:**

**D \***

\* com três faixas na seção de entrelaçamento

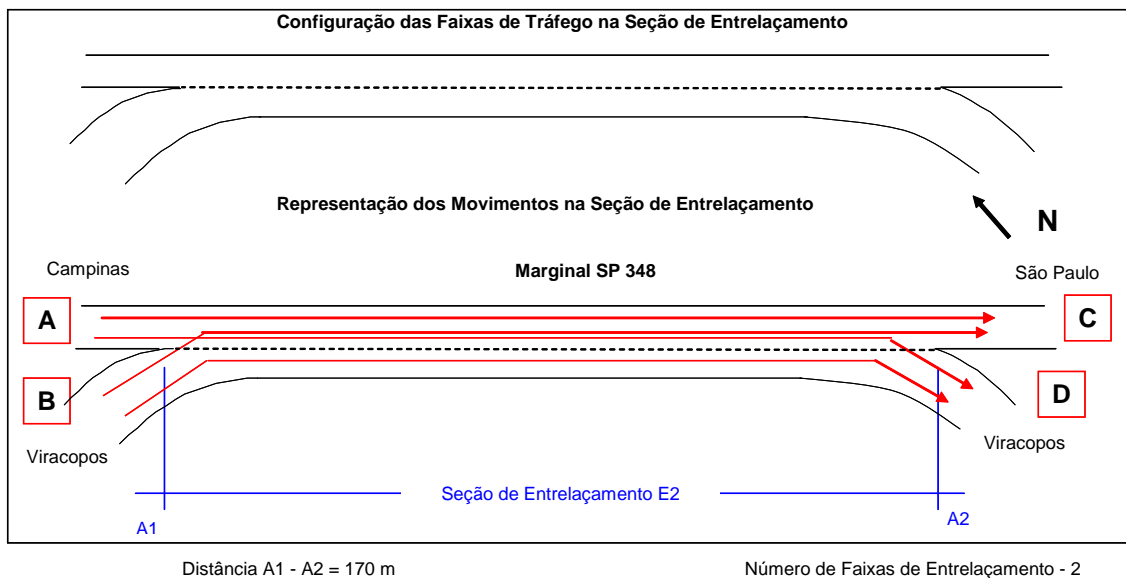
Legenda:

1	2	1	Fluxo de Projeto (Veículos Totais)
		2	Porcentagem de Pesados



**Figura 6.15b: Interseção SP 083 com SP 348 – Entrelaçamento 2**

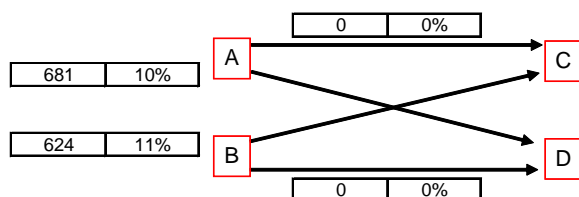
**Fluxos em Conflito e Níveis de Serviço**



**TARDE**

**Seção de Entrelaçamento E2 - 2020**

Entrelaçamento Tipo A



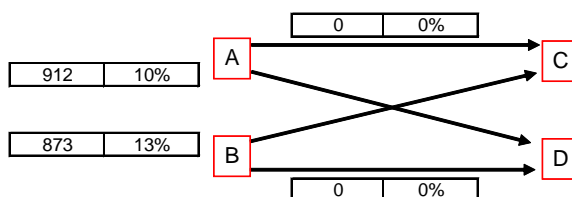
**Nível de Serviço:**

**D**

**TARDE**

**Seção de Entrelaçamento E2 - 2030**

Entrelaçamento Tipo A



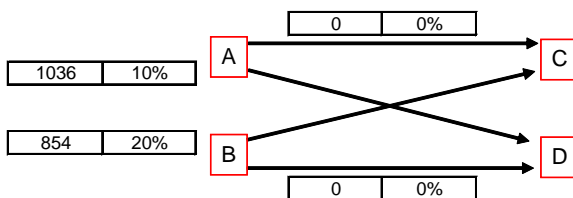
**Nível de Serviço:**

**F**

**TARDE**

**Seção de Entrelaçamento E2 - 2039**

Entrelaçamento Tipo A



**Nível de Serviço:**

**C \***

\* com três faixas na seção de entrelaçamento

Legenda:

1	2	1	Fluxo de Projeto (Veículos Totais)
		2	Porcentagem de Pesados

## 7 CÁLCULO DO NÚMERO “N”

### 7.1 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.

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

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

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 7.1 (ver cálculo detalhado no Anexo C).

**Tabela 7.1: 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

## 7.2 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 SP 083: CPF de 40%. Toma-se como base de calculo 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 SP 083, em 2009. A distribuição de pesados utilizada no cálculo do Número “N” se encontra na Tabela 7.3.

A Figura 7.1 apresenta croqui do trecho com os valores apresentados na Tabela 7.2.

**Tabela 7.2: Cálculo do Número “N” – Método USACE e AASHTO**

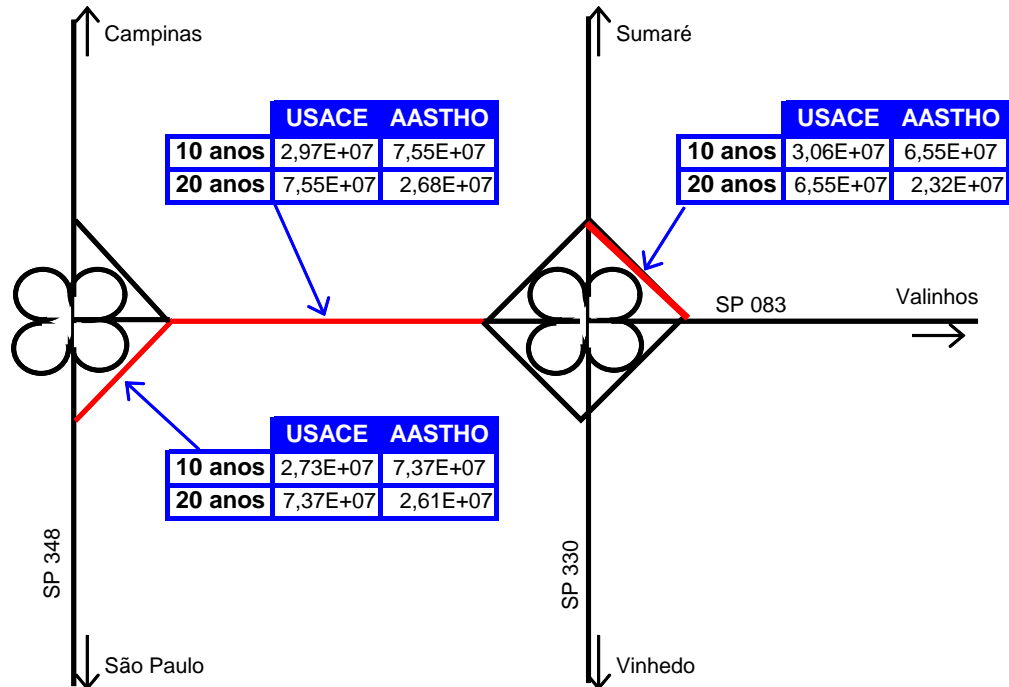
Trecho	10 anos		20 anos	
	USACE	AASHTO	USACE	AASHTO
Inteseção SP 083 x SP 330: ramo mais carregado	3,06E+07	6,55E+07	6,55E+07	2,32E+07
Inteseção SP 083 x SP 348: ramo mais carregado	2,73E+07	7,37E+07	7,37E+07	2,61E+07
Seção de Rodovia (entre SP 083 e SP 330)	2,97E+07	7,55E+07	7,55E+07	2,68E+07

**Tabela 7.3: 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 SP 083**  
**Cálculo do Número "N"**



## **8 CONCLUSÕES**

O prolongamento da SP 083 até a rodovia SP 348 deverá atrair nos primeiros anos de sua operação um volume de tráfego moderado, composto essencialmente pelo tráfego da região de Campinas tributária da SP 065 e tráfego rodoviário da SP 340 com destino ao interior e principalmente à capital através da SP 348.

A rodovia concebida com 2 faixas por sentido terá grande oferta de capacidade por vários anos da concessão. Somente no período próximo ao ano 30 a rodovia deverá apresentar maior relação de fluxo sobre capacidade. Ainda assim, nenhum segmento apresentará Nível de Serviço pior do que "D" ao longo de toda a concessão.

Com relação à nova interseção que promoverá o entroncamento da SP 083 com a SP 348, o formato em trevo de quatro folhas não apresentará problemas de capacidade ao longo de vários anos após a sua implantação. Porém, com o crescimento do tráfego, os fluxos entrelaçantes na pista marginal da 348 ganharão maiores proporções, podendo causar retenção de fluxo em época próxima ao ano 20.

Assim, recomenda-se que o trecho seja monitorado após o ano 10 para verificar a sua fluidez e programar, com o auxílio de dados de tráfego do próprio trecho, as eventuais intervenções de aumento de capacidade necessárias.

## **ANEXO A: CONTAGENS VOLUMÉTRICAS**



**Tabela A.1 – Contagens da Interseção 1: SP330 X SP083**

Data: 6/1/2010  
Local - SP 083 KM 12

Movimento: *SP 330 (Interior) - SP 083*

Hora		Leves	Caminhões	Ônibus	Pesados		Total
das	às				%	Total	
07:00	08:00	495	65	24	15%	89	584
08:00	09:00	511	64	16	14%	80	591
09:00	10:00	397	64	20	17%	84	481
10:00	11:00	368	68	21	19%	89	457
11:00	12:00	360	59	18	18%	78	438
12:00	13:00	361	61	19	18%	79	440
13:00	14:00	346	48	9	14%	57	403
14:00	15:00	380	50	10	14%	60	440
15:00	16:00	394	49	10	13%	58	453
16:00	17:00	294	54	9	18%	63	357
17:00	18:00	517	48	7	10%	55	572
18:00	19:00	554	37	11	8%	48	602
Total		4.978	666	174	14%	840	5.818

Movimento: *SP 330 (Capital) - SP 083*

Hora		Leves	Caminhões	Ônibus	Pesados		Total
das	às				%	Total	
07:00	08:00	577	101	40	20%	141	718
08:00	09:00	682	127	13	17%	140	822
09:00	10:00	424	157	2	27%	159	583
10:00	11:00	441	136	19	26%	155	596
11:00	12:00	432	118	17	24%	135	567
12:00	13:00	433	121	17	24%	138	571
13:00	14:00	497	113	11	20%	125	622
14:00	15:00	546	119	12	19%	131	677
15:00	16:00	566	117	12	18%	128	695
16:00	17:00	422	110	1	21%	111	533
17:00	18:00	682	99	11	14%	110	792
18:00	19:00	856	122	21	14%	143	999
Total		6.558	1.440	176	20%	1.616	8.175

Movimento: *SP 083 - SP 330 (Interior)*

Hora		Leves	Caminhões	Ônibus	Pesados		Total
das	às				%	Total	
07:00	08:00	708	40	54	12%	94	802
08:00	09:00	510	23	23	8%	46	556
09:00	10:00	360	26	21	12%	47	407
10:00	11:00	414	31	34	14%	66	480
11:00	12:00	405	27	30	12%	57	462
12:00	13:00	406	28	31	13%	59	464
13:00	14:00	462	45	18	12%	63	525
14:00	15:00	508	48	19	12%	66	574
15:00	16:00	526	47	18	11%	65	591
16:00	17:00	319	46	9	15%	55	374
17:00	18:00	769	48	17	8%	65	834
18:00	19:00	734	38	26	8%	64	798
Total		6.121	447	300	11%	747	6.868

Movimento: *SP 083 - SP 330 (Capital)*

Hora		Leves	Caminhões	Ônibus	Pesados		Total
das	às				%	Total	
07:00	08:00	844	81	19	11%	100	944
08:00	09:00	725	86	2	11%	88	813
09:00	10:00	483	89	7	17%	96	579
10:00	11:00	538	90	10	16%	100	638
11:00	12:00	526	79	9	14%	87	614
12:00	13:00	527	80	9	14%	89	617
13:00	14:00	424	84	12	18%	96	520
14:00	15:00	465	89	13	18%	101	566
15:00	16:00	482	87	12	17%	99	581
16:00	17:00	341	58	20	19%	78	419
17:00	18:00	660	95	5	13%	100	760
18:00	19:00	668	93	10	13%	103	771
Total		6.684	1.011	127	15%	1.138	7.822

**Tabela A.2 – Contagens da Interseção 1: SP330 X SP083**

Data: 6/1/2010  
Local - SP 083 KM 12

Movimento: *SP 330 - Capital - Interior*

Hora		Leves	Caminhões	Ônibus	Pesados		Total
das	às				%	Total	
07:00	08:00	1.192	182	55	17%	237	1.429
08:00	09:00	1.254	226	39	17%	265	1.519
09:00	10:00	757	263	16	27%	279	1.036
10:00	11:00	840	236	39	25%	275	1.115
11:00	12:00	822	206	34	23%	240	1.062
12:00	13:00	823	211	35	23%	245	1.068
13:00	14:00	994	208	58	21%	265	1.260
14:00	15:00	1.091	218	61	20%	279	1.370
15:00	16:00	1.132	214	60	19%	273	1.405
16:00	17:00	934	199	22	19%	221	1.155
17:00	18:00	1.581	258	71	17%	329	1.910
18:00	19:00	1.402	150	76	14%	226	1.628
Total		12.822	2.571	564	20%	3.135	15.957

Movimento: *SP 330 - Interior - Capital*

Hora		Leves	Caminhões	Ônibus	Pesados		Total
das	às				%	Total	
07:00	08:00	1.281	180	56	16%	236	1.517
08:00	09:00	1.179	270	33	20%	303	1.482
09:00	10:00	767	179	43	22%	222	989
10:00	11:00	846	221	46	24%	268	1.114
11:00	12:00	828	193	41	22%	234	1.062
12:00	13:00	829	198	41	22%	239	1.068
13:00	14:00	679	174	37	24%	211	890
14:00	15:00	746	183	39	23%	222	968
15:00	16:00	773	179	38	22%	217	991
16:00	17:00	714	188	45	25%	233	947
17:00	18:00	945	177	31	18%	208	1.153
18:00	19:00	1.018	144	32	15%	176	1.194
Total		10.606	2.287	482	21%	2.769	13.376

Movimento: *Retorno SP 330 (Capital)*

Hora		Leves	Caminhões	Ônibus	Pesados		Total
das	às				%	Total	
07:00	08:00	6	2	-	25%	2	8
08:00	09:00	4	-	-	0%	-	4
09:00	10:00	3	-	-	0%	-	3
10:00	11:00	3	1	-	17%	1	4
11:00	12:00	3	1	-	16%	1	4
12:00	13:00	3	1	-	16%	1	4
13:00	14:00	3	-	-	0%	-	3
14:00	15:00	3	1	-	23%	1	4
15:00	16:00	3	-	-	0%	-	3
16:00	17:00	3	-	-	0%	-	3
17:00	18:00	5	1	-	17%	1	6
18:00	19:00	4	-	-	0%	-	4
Total		45	6	-	12%	6	51

Movimento: *Retorno SP 330 (Interior)*

Hora		Leves	Caminhões	Ônibus	Pesados		Total
das	às				%	Total	
07:00	08:00	8	-	-	0%	-	8
08:00	09:00	3	-	-	0%	-	3
09:00	10:00	5	1	-	17%	1	6
10:00	11:00	4	-	-	0%	-	4
11:00	12:00	4	-	-	0%	-	4
12:00	13:00	4	-	-	0%	-	4
13:00	14:00	2	-	-	0%	-	2
14:00	15:00	3	1	-	29%	1	4
15:00	16:00	3	-	-	0%	-	3
16:00	17:00	4	-	-	0%	-	4
17:00	18:00	2	1	-	33%	1	3
18:00	19:00	3	-	-	0%	-	3
Total		45	3	-	6%	3	48

**Tabela A.3– Contagens da Interseção 2: SP075 X SP348**

Data: 8/1/2010

Local - SP348 / SP075

Movimento: *Campinas - SP 348 (Capital)*

Hora		Leves	Caminhões	Ônibus	Pesados		Total
das	às				%	Total	
07:00	08:00	231	36	4	15%	40	271
08:00	09:00	237	36	7	15%	43	280
09:00	10:00	236	27	8	13%	35	271
10:00	11:00	230	30	6	14%	36	267
11:00	12:00	223	34	7	16%	41	264
12:00	13:00	210	35	7	17%	41	251
13:00	14:00	121	16	4	14%	20	140
14:00	15:00	124	19	4	16%	23	147
15:00	16:00	135	20	4	15%	24	159
16:00	17:00	116	18	5	17%	23	139
17:00	18:00	154	23	5	15%	28	182
18:00	19:00	149	18	3	12%	21	170
Total		2.165	313	63	15%	376	2.541

Movimento: *Itú - SP348 (Capital)*

Hora		Leves	Caminhões	Ônibus	Pesados		Total
das	às				%	Total	
07:00	08:00	144	21	4	15%	25	169
08:00	09:00	163	38	2	20%	40	203
09:00	10:00	145	53	4	28%	57	202
10:00	11:00	148	34	3	20%	37	185
11:00	12:00	143	39	3	23%	42	186
12:00	13:00	135	39	4	24%	43	177
13:00	14:00	131	32	2	21%	35	165
14:00	15:00	134	38	3	23%	41	175
15:00	16:00	146	40	3	23%	43	189
16:00	17:00	130	57	2	31%	59	189
17:00	18:00	189	55	6	24%	61	250
18:00	19:00	135	7	-	5%	7	142
Total		1.743	455	36	22%	490	2.233

Movimento: *SP 348 (Capital) - Campinas*

Hora		Leves	Caminhões	Ônibus	Pesados		Total
das	às				%	Total	
07:00	08:00	226	48	18	23%	66	292
08:00	09:00	241	35	9	15%	44	285
09:00	10:00	231	37	3	15%	40	271
10:00	11:00	198	41	5	19%	46	244
11:00	12:00	199	29	3	14%	32	231
12:00	13:00	156	32	12	22%	44	200
13:00	14:00	171	39	4	20%	43	214
14:00	15:00	182	35	8	19%	43	225
15:00	16:00	168	36	9	21%	45	213
16:00	17:00	186	38	17	23%	55	241
17:00	18:00	242	42	22	21%	64	306
18:00	19:00	226	59	29	28%	88	314
Total		2.426	471	139	20%	610	3.036



### Tabela A.4 – Contagens da Interseção 2: SP075 X SP348

Data: 8/1/2010

Local - SP348 / SP075

Movimento: *SP 348 (interior) - itú*

Hora		Leves	Caminhões	Ônibus	Pesados		Total
das	às				%	Total	
07:00	08:00	523	113	12	19%	125	648
08:00	09:00	502	98	22	19%	120	622
09:00	10:00	453	84	10	17%	94	547
10:00	11:00	342	69	12	19%	81	423
11:00	12:00	366	72	14	19%	86	452
12:00	13:00	401	79	9	18%	88	489
13:00	14:00	344	63	12	18%	75	419
14:00	15:00	289	88	22	28%	110	399
15:00	16:00	325	91	19	25%	110	435
16:00	17:00	402	104	32	25%	136	538
17:00	18:00	465	118	55	27%	173	638
18:00	19:00	472	84	44	21%	128	600
Total		4.884	1.063	263	21%	1.326	6.210

Movimento: *Campinas - SP348 (interior)*

Hora		Leves	Caminhões	Ônibus	Pesados		Total
das	às				%	Total	
07:00	08:00	288	65	8	20%	73	361
08:00	09:00	249	54	3	19%	57	306
09:00	10:00	242	44	12	19%	56	298
10:00	11:00	202	32	5	15%	37	239
11:00	12:00	197	48	9	22%	57	254
12:00	13:00	221	45	8	19%	53	274
13:00	14:00	186	52	14	26%	66	252
14:00	15:00	199	57	12	26%	69	268
15:00	16:00	207	59	18	27%	77	284
16:00	17:00	237	69	31	30%	100	337
17:00	18:00	245	64	34	29%	98	343
18:00	19:00	242	54	19	23%	73	315
Total		2.715	643	173	23%	816	3.531

Movimento: *Campinas - Itu*

Hora		Leves	Caminhões	Ônibus	Pesados		Total
das	às				%	Total	
07:00	08:00	1.049	21	67	8%	88	1.137
08:00	09:00	1.211	70	49	9%	119	1.330
09:00	10:00	807	58	25	9%	83	890
10:00	11:00	1.003	46	43	8%	89	1.092
11:00	12:00	971	52	49	9%	101	1.072
12:00	13:00	913	52	50	10%	102	1.015
13:00	14:00	953	19	41	6%	60	1.013
14:00	15:00	980	22	48	7%	71	1.051
15:00	16:00	1.067	24	51	7%	75	1.142
16:00	17:00	790	29	47	9%	76	866
17:00	18:00	1.268	23	49	5%	72	1.340
18:00	19:00	1.254	18	54	5%	72	1.326
Total		12.267	434	573	8%	1.007	13.274

**Tabela A.5 – Contagens da Interseção 2: SP075 X SP348**

Data: 8/1/2010

Local - SP348 / SP075

Movimento: *Itú - Campinas*

Hora		Leves	Caminhões	Ônibus	Pesados		Total
das	às				%	Total	
07:00	08:00	1.064	84	66	12%	150	1.214
08:00	09:00	892	86	58	14%	144	1.036
09:00	10:00	894	108	30	13%	138	1.032
10:00	11:00	932	85	47	12%	133	1.065
11:00	12:00	903	97	53	14%	150	1.053
12:00	13:00	848	98	54	15%	152	1.000
13:00	14:00	1.068	100	49	12%	148	1.216
14:00	15:00	1.098	117	57	14%	175	1.273
15:00	16:00	1.196	124	61	13%	185	1.381
16:00	17:00	999	124	52	15%	176	1.175
17:00	18:00	1.473	123	82	12%	205	1.678
18:00	19:00	1.239	119	45	12%	164	1.403
Total		12.606	1.265	655	13%	1.920	14.526

Movimento: *Itu - SP 348 (Interior)*

Hora		Leves	Caminhões	Ônibus	Pesados		Total
das	às				%	Total	
07:00	08:00	651	136	22	20%	158	809
08:00	09:00	539	110	8	18%	118	657
09:00	10:00	467	121	-	21%	121	588
10:00	11:00	542	113	9	18%	122	664
11:00	12:00	525	127	10	21%	138	663
12:00	13:00	493	129	11	22%	140	633
13:00	14:00	455	136	11	24%	146	601
14:00	15:00	468	160	13	27%	173	640
15:00	16:00	509	169	13	26%	183	692
16:00	17:00	446	165	8	28%	173	619
17:00	18:00	625	140	22	21%	162	787
18:00	19:00	509	194	9	29%	203	712
Total		6.228	1.701	136	23%	1.836	8.065

Movimento: *SP348 (Capital) - Itu*

Hora		Leves	Caminhões	Ônibus	Pesados		Total
das	às				%	Total	
07:00	08:00	86	20	1	20%	21	107
08:00	09:00	150	22	7	16%	29	179
09:00	10:00	145	11	1	8%	12	157
10:00	11:00	125	16	3	13%	19	144
11:00	12:00	121	18	3	15%	22	142
12:00	13:00	113	19	3	16%	22	135
13:00	14:00	106	9	7	13%	16	122
14:00	15:00	109	11	8	14%	18	128
15:00	16:00	119	11	8	14%	19	138
16:00	17:00	96	10	5	14%	15	111
17:00	18:00	127	13	8	14%	21	148
18:00	19:00	146	10	11	13%	21	167
Total		1.443	170	64	14%	235	1.678

**Tabela A.6 – Contagens da Interseção 3: SP075 X SP324**

Data: 7/1/2010  
Local - SP 075 / SP 324

Movimento: *Campinas - SP 330* Data: 7/1/2010

Hora		Leves	Caminhões	Ônibus	Pesados		Total
das	às				%	Total	
07:00	08:00	174	26	21	21%	47	221
08:00	09:00	158	45	18	29%	63	221
09:00	10:00	143	37	16	27%	53	196
10:00	11:00	130	34	18	29%	52	182
11:00	12:00	120	34	17	30%	51	171
12:00	13:00	118	30	15	28%	45	164
13:00	14:00	225	41	21	21%	61	287
14:00	15:00	236	43	22	21%	64	301
15:00	16:00	239	43	22	21%	65	304
16:00	17:00	259	47	23	21%	70	329
17:00	18:00	332	34	22	14%	56	388
18:00	19:00	306	38	16	15%	54	360
Total		2.441	452	231	22%	682	3.124

Movimento: *Aeroporto - Itú* Data: 7/1/2010

Hora		Leves	Caminhões	Ônibus	Pesados		Total
das	às				%	Total	
07:00	08:00	24	1	4	17%	5	29
08:00	09:00	61	3	3	9%	6	67
09:00	10:00	48	6	2	14%	8	56
10:00	11:00	36	3	3	14%	6	42
11:00	12:00	34	3	3	15%	6	40
12:00	13:00	33	3	3	14%	5	38
13:00	14:00	82	10	3	13%	13	95
14:00	15:00	86	10	3	13%	13	99
15:00	16:00	87	10	3	13%	13	101
16:00	17:00	83	14	4	18%	18	101
17:00	18:00	109	7	5	10%	12	121
18:00	19:00	135	7	-	5%	7	142
Total		819	77	36	12%	113	931

Movimento: *Itú - Aeroporto* Data: 7/1/2010

Hora		Leves	Caminhões	Ônibus	Pesados		Total
das	às				%	Total	
07:00	08:00	60	6	5	15%	11	71
08:00	09:00	123	3	2	4%	5	128
09:00	10:00	61	3	1	6%	4	65
10:00	11:00	67	4	3	9%	6	73
11:00	12:00	62	4	3	9%	6	68
12:00	13:00	61	3	2	8%	6	66
13:00	14:00	42	5	3	16%	8	50
14:00	15:00	44	5	4	16%	9	53
15:00	16:00	45	5	4	16%	9	53
16:00	17:00	63	6	3	13%	9	72
17:00	18:00	58	5	5	15%	10	68
18:00	19:00	47	3	2	10%	5	52
Total		732	52	36	11%	88	820

Movimento: *SP 330 - Campinas* Data: 7/1/2010

Hora		Leves	Caminhões	Ônibus	Pesados		Total
das	às				%	Total	
07:00	08:00	191	28	20	20%	48	239
08:00	09:00	163	34	12	22%	46	209
09:00	10:00	141	35	14	26%	49	190
10:00	11:00	136	31	15	25%	46	181
11:00	12:00	125	31	15	27%	45	170
12:00	13:00	123	27	13	24%	40	163
13:00	14:00	163	32	15	22%	47	210
14:00	15:00	171	34	15	22%	49	220
15:00	16:00	173	34	15	22%	50	223
16:00	17:00	200	34	9	18%	43	243
17:00	18:00	227	44	18	21%	62	289
18:00	19:00	222	17	16	13%	33	255
Total		2.035	381	177	22%	558	2.593



**Tabela A.7 – Contagens da Interseção 3: SP075 X SP324**

Data: 7/1/2010  
Local - SP 075 / SP 324

Movimento: **Itu - SP 330**

Data: 7/1/2010

Hora		Leves	Caminhões		Carretas					Ônibus		Pesados		Total
das	às		2 Eixos	3 Eixos	3 E	4 E	5 E	6 E	7 E ou +	2 E	3 E ou +	%	Total	
07:00	08:00	61	11	3	-	-	3	-	-	-	-	22%	17	78
08:00	09:00	49	2	2	-	-	5	-	-	-	-	16%	9	58
09:00	10:00	49	4	6	-	-	-	-	-	-	-	17%	10	59
10:00	11:00	44	5	4	-	-	3	-	-	-	-	21%	11	55
11:00	12:00	40	5	3	-	-	3	-	-	-	-	22%	11	52
12:00	13:00	40	5	3	-	-	2	-	-	-	-	20%	10	50
13:00	14:00	36	10	5	-	-	5	-	-	-	-	35%	20	56
14:00	15:00	38	10	6	-	-	5	-	-	-	-	36%	21	58
15:00	16:00	38	10	6	-	-	5	-	-	-	-	35%	21	59
16:00	17:00	52	11	3	-	-	4	-	-	-	-	26%	18	70
17:00	18:00	47	12	8	-	-	6	-	-	-	-	36%	26	73
18:00	19:00	44	5	5	-	-	4	-	-	-	-	24%	14	58
Total		537	90	54	-	-	44	-	-	-	-	26%	188	725

Movimento: **Campinas - Itu**

Data: 7/1/2010

Hora		Leves	Caminhões		Carretas					Ônibus		Pesados		Total
das	às		2 Eixos	3 Eixos	3 E	4 E	5 E	6 E	7 E ou +	2 E	3 E ou +	%	Total	
07:00	08:00	894	67	59	-	-	27	-	-	26	-	17%	179	1.073
08:00	09:00	898	100	62	-	-	48	-	-	12	-	20%	222	1.120
09:00	10:00	728	74	57	-	-	49	-	-	12	-	21%	192	920
10:00	11:00	690	77	57	-	-	40	-	-	16	-	21%	189	879
11:00	12:00	636	76	56	-	-	39	-	-	16	-	23%	187	823
12:00	13:00	628	67	50	-	-	35	-	-	14	-	21%	165	793
13:00	14:00	734	18	38	-	-	41	-	-	29	-	15%	127	861
14:00	15:00	769	19	40	-	-	43	-	-	31	-	15%	133	903
15:00	16:00	780	19	40	-	-	44	-	-	31	-	15%	134	914
16:00	17:00	773	32	44	-	-	34	-	-	21	-	14%	131	904
17:00	18:00	990	12	25	-	-	40	-	-	22	-	9%	99	1.089
18:00	19:00	1.160	9	43	-	-	47	-	-	43	-	11%	142	1.302
Total		9.681	570	571	-	-	486	-	-	273	-	16%	1.900	11.581

Movimento: **SP 330 - Itú**

Data: 7/1/2010

Hora		Leves	Caminhões		Carretas					Ônibus		Pesados		Total
das	às		2 Eixos	3 Eixos	3 E	4 E	5 E	6 E	7 E ou +	2 E	3 E ou +	%	Total	
07:00	08:00	56	6	4	-	-	4	-	-	-	-	20%	14	70
08:00	09:00	73	4	3	-	-	-	-	-	-	-	9%	7	80
09:00	10:00	58	15	2	-	-	6	-	-	-	-	28%	23	81
10:00	11:00	51	8	3	-	-	3	-	-	2	-	24%	16	67
11:00	12:00	47	8	3	-	-	3	-	-	-	-	23%	14	61
12:00	13:00	47	7	3	-	-	3	-	-	1	-	22%	13	60
13:00	14:00	41	6	5	-	-	4	-	-	2	-	29%	17	57
14:00	15:00	43	6	5	-	-	4	-	-	-	-	27%	15	58
15:00	16:00	43	6	5	-	-	4	-	-	2	-	29%	18	61
16:00	17:00	39	7	7	-	-	5	-	-	1	-	34%	20	59
17:00	18:00	69	6	3	-	-	3	-	-	3	-	18%	15	84
18:00	19:00	54	5	4	-	-	3	-	-	2	-	21%	14	68
Total		621	85	46	-	-	42	-	-	13	-	23%	186	807

Movimento: **Campinas - Aeroporto**

Data: 7/1/2010

Hora		Leves	Caminhões		Carretas					Ônibus		Pesados		Total
das	às		2 Eixos	3 Eixos	3 E	4 E	5 E	6 E	7 E ou +	2 E	3 E ou +	%	Total	
07:00	08:00	508	10	3	-	-	5	-	-	14	-	6%	32	540
08:00	09:00	550	16	1	-	-	4	-	-	17	-	6%	38	588
09:00	10:00	402	19	5	-	-	2	-	-	7	-	8%	33	435
10:00	11:00	400	14	3	-	-	4	-	-	12	-	8%	33	433
11:00	12:00	369	14	3	-	-	3	-	-	12	-	8%	32	401
12:00	13:00	364	13	3	-	-	3	-	-	11	-	7%	29	392
13:00	14:00	305	15	9	-	-	5	-	-	13	-	12%	42	347
14:00	15:00	319	16	9	-	-	5	-	-	14	-	12%	44	363
15:00	16:00	324	16	9	-	-	5	-	-	14	-	12%	44	368
16:00	17:00	356	14	10	-	-	3	-	-	18	-	11%	45	401
17:00	18:00	379	18	9	-	-	5	-	-	11	-	10%	43	422
18:00	19:00	479	12	6	-	-	7	-	-	9	-	7%	34	513
Total		4.755	177	69	-	-	52	-	-	151	-	9%	448	5.203

**Tabela A.8 – Contagens da Interseção 3: SP075 X SP324**

Data: 7/1/2010  
Local - SP 075 / SP 324

Movimento: **Aeroporto - SP 330**

Data: 7/1/2010

Hora		Leves	Caminhões		Carretas					Ônibus		Pesados		Total
das	às		2 Eixos	3 Eixos	3 E	4 E	5 E	6 E	7 E ou +	2 E	3 E ou +	%	Total	
07:00	08:00	153	11	17	-	-	10	-	-	9	-	24%	47	200
08:00	09:00	157	10	18	-	-	12	-	-	6	-	23%	46	203
09:00	10:00	204	18	23	-	-	11	-	-	5	-	22%	57	261
10:00	11:00	141	12	18	-	-	11	-	-	6	-	25%	48	189
11:00	12:00	130	12	18	-	-	10	-	-	6	-	27%	47	177
12:00	13:00	128	11	16	-	-	9	-	-	6	-	25%	42	170
13:00	14:00	108	19	47	-	-	20	-	-	7	-	46%	93	201
14:00	15:00	113	20	49	-	-	21	-	-	8	-	46%	98	211
15:00	16:00	115	20	50	-	-	21	-	-	8	-	46%	98	213
16:00	17:00	135	17	48	-	-	22	-	-	2	-	40%	89	224
17:00	18:00	212	9	39	-	-	15	-	-	8	-	25%	71	283
18:00	19:00	83	29	51	-	-	21	-	-	12	-	58%	113	196
Total		1.679	188	395	-	-	183	-	-	84	-	34%	849	2.528

Movimento: **SP 330 - Aeroporto**

Data: 7/1/2010

Hora		Leves	Caminhões		Carretas					Ônibus		Pesados		Total
das	às		2 Eixos	3 Eixos	3 E	4 E	5 E	6 E	7 E ou +	2 E	3 E ou +	%	Total	
07:00	08:00	337	37	17	-	-	7	-	-	30	-	21%	91	428
08:00	09:00	274	38	17	-	-	10	-	-	22	-	24%	87	361
09:00	10:00	268	42	25	-	-	8	-	-	17	-	26%	92	360
10:00	11:00	241	37	19	-	-	8	-	-	22	-	26%	86	327
11:00	12:00	222	37	19	-	-	8	-	-	22	-	28%	85	307
12:00	13:00	219	33	16	-	-	7	-	-	19	-	26%	75	294
13:00	14:00	219	51	27	-	-	15	-	-	24	-	35%	117	336
14:00	15:00	229	53	28	-	-	16	-	-	25	-	35%	123	352
15:00	16:00	232	54	28	-	-	16	-	-	26	-	35%	124	356
16:00	17:00	253	54	29	-	-	16	-	-	17	-	31%	116	369
17:00	18:00	295	52	22	-	-	13	-	-	29	-	28%	116	411
18:00	19:00	322	43	28	-	-	16	-	-	25	-	26%	112	434
Total		3.110	531	276	-	-	140	-	-	278	-	28%	1.225	4.335

Movimento: **Itu - Campinas**

Data: 7/1/2010

Hora		Leves	Caminhões		Carretas					Ônibus		Pesados		Total
das	às		2 Eixos	3 Eixos	3 E	4 E	5 E	6 E	7 E ou +	2 E	3 E ou +	%	Total	
07:00	08:00	1.147	56	41	-	-	23	-	-	35	-	12%	155	1.302
08:00	09:00	1.024	58	42	-	-	26	-	-	32	-	13%	158	1.182
09:00	10:00	821	47	41	-	-	31	-	-	16	-	14%	135	956
10:00	11:00	819	51	40	-	-	25	-	-	26	-	15%	143	962
11:00	12:00	756	51	39	-	-	25	-	-	26	-	16%	141	897
12:00	13:00	745	45	35	-	-	22	-	-	23	-	14%	125	870
13:00	14:00	631	91	52	-	-	41	-	-	21	-	25%	205	835
14:00	15:00	661	96	55	-	-	43	-	-	22	-	25%	215	876
15:00	16:00	670	96	55	-	-	43	-	-	22	-	24%	216	887
16:00	17:00	519	90	46	-	-	22	-	-	7	-	24%	165	684
17:00	18:00	1.055	95	56	-	-	40	-	-	36	-	18%	227	1.282
18:00	19:00	936	82	52	-	-	57	-	-	18	-	18%	209	1.145
Total		9.783	858	554	-	-	398	-	-	284	-	18%	2.094	11.878

Movimento: **Aeroporto - Campinas**

Data: 7/1/2010

Hora		Leves	Caminhões		Carretas					Ônibus		Pesados		Total
das	às		2 Eixos	3 Eixos	3 E	4 E	5 E	6 E	7 E ou +	2 E	3 E ou +	%	Total	
07:00	08:00	233	9	6	-	-	6	-	-	16	-	14%	37	270
08:00	09:00	305	16	4	-	-	4	-	-	9	-	10%	33	338
09:00	10:00	402	19	7	-	-	3	-	-	9	-	9%	38	440
10:00	11:00	257	14	5	-	-	4	-	-	11	-	12%	34	292
11:00	12:00	237	14	5	-	-	4	-	-	11	-	13%	34	271
12:00	13:00	234	12	5	-	-	4	-	-	9	-	11%	30	264
13:00	14:00	412	25	6	-	-	9	-	-	16	-	12%	56	467
14:00	15:00	432	27	6	-	-	9	-	-	16	-	12%	58	490
15:00	16:00	438	27	6	-	-	9	-	-	17	-	12%	59	497
16:00	17:00	371	32	5	-	-	7	-	-	14	-	14%	58	429
17:00	18:00	714	16	6	-	-	11	-	-	21	-	7%	54	768
18:00	19:00	555	26	6	-	-	8	-	-	11	-	8%	51	606
Total		4.590	237	68	-	-	78	-	-	160	-	11%	542	5.133

## **ANEXO B: RESULTADO DAS ANÁLISES DE NÍVEL DE SERVIÇO - HCS2000**



HCS2000: Freeway Weaving Release 4.1c

Operational Analysis

Analyst: Ísis Sartori  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date Performed: 20/5/2010  
Analysis Time Period: Hora Pico Manhã  
Freeway/dir or Travel: SP 083  
Weaving Location: Entrelaçamento 1  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2039  
Description: Análise de Nível de Serviço

Inputs

Freeway free-flow speed, SFF	100	km/h
Weaving number of lanes, N	2	
Weaving segment length, L	150	m
Terrain type	Level	
Grade		%
Length		km
Weaving type	A	Multilane or C-D
Volume ratio, VR	1.00	
Weaving ratio, R	0.04	

Conversion to pc/h Under Base Conditions

	Non-Weaving		Weaving		
	V	V	V	V	
	A-C	B-D	A-D	B-C	
Volume, V	0	0	429	21	veh/h
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90	0.90	0.90	
Peak 15-min volume, v15	0	0	119	6	v
Trucks and buses	0	0	10	0	%
Recreational vehicles	0	0	0	0	%
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5	1.5	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2	1.2	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	1.000	1.000	0.952	1.000	
Driver population factor, fP	1.00	1.00	1.00	1.00	
Flow rate, v	0	0	500	23	pc/h

Weaving and Non-Weaving Speeds

	Weaving	Non-Weaving
Weaving intensity factor, Wi	1.07	0.74
Weaving and non-weaving speeds, Si	64.56	72.15
Number of lanes required for unconstrained operation, Nw (Exhibit 24-7)		1.26
Maximum number of lanes, Nw (max) (Exhibit 24-7)		1.40
Type of operation is		Unconstrained

Weaving Segment Speed, Density, Level of Service and Capacity

Weaving segment speed, S	64.56	km/h
Weaving segment density, D	4.05	pc/km/ln
Level of service, LOS	A	
Capacity for base condition, cb		pc/h

Limitations on Weaving Segments

	Analyzed	If Max Exceeded See Note
Weaving flow rate, Vw	523	2800 a
Average flow rate (pc/h/ln)	261	2300 b
Volume ratio, VR	1.00	1.00 c
Weaving ratio, R	0.04	N/A d
Weaving length (m)	150	750 e

Notes:

- Capacity constrained by maximum allowable weaving flow rate.
- Capacity constrained by basic freeway capacity.
- Segments do not operate well at VR's exceeding max. Poor operations and some local queuing are expected in such cases.
- Breakdown may occur in some cases for Type C segments.
- When length exceeds these limits, merge and diverge are treated as isolated junctions and analyzed accordingly (HCM Chapter 25, HCS Ramps.)

HCS2000: Freeway Weaving Release 4.1c

Operational Analysis

Analyst: Ísis Sartori  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date Performed: 20/5/2010  
Analysis Time Period: Hora Pico Tarde  
Freeway/dir or Travel: SP 083  
Weaving Location: Entrelaçamento 1  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2039  
Description: Análise de Nível de Serviço

Inputs

Freeway free-flow speed, SFF	100	km/h
Weaving number of lanes, N	2	
Weaving segment length, L	150	m
Terrain type	Level	
Grade		%
Length		km
Weaving type	A	Multilane or C-D
Volume ratio, VR	1.00	
Weaving ratio, R	0.00	

Conversion to pc/h Under Base Conditions

	Non-Weaving		Weaving		
	V	V	V	V	
	A-C	B-D	A-D	B-C	
Volume, V	0	0	287	1	veh/h
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90	0.90	0.90	
Peak 15-min volume, v15	0	0	80	1	v
Trucks and buses	0	0	21	0	%
Recreational vehicles	0	0	0	0	%
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5	1.5	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2	1.2	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	1.000	1.000	0.905	1.000	
Driver population factor, fP	1.00	1.00	1.00	1.00	
Flow rate, v	0	0	352	1	pc/h

Weaving and Non-Weaving Speeds

	Weaving	Non-Weaving
Weaving intensity factor, Wi	0.73	0.45
Weaving and non-weaving speeds, Si	72.52	82.06
Number of lanes required for unconstrained operation, Nw (Exhibit 24-7)		1.20
Maximum number of lanes, Nw (max) (Exhibit 24-7)		1.40
Type of operation is		Unconstrained

Weaving Segment Speed, Density, Level of Service and Capacity

Weaving segment speed, S	72.52 km/h
Weaving segment density, D	2.43 pc/km/ln
Level of service, LOS	A
Capacity for base condition, cb	pc/h

Limitations on Weaving Segments

	Analyzed	If Max Exceeded See Note
Weaving flow rate, Vw	353	2800 a
Average flow rate (pc/h/ln)	176	2300 b
Volume ratio, VR	1.00	1.00 c
Weaving ratio, R	0.00	N/A d
Weaving length (m)	150	750 e

Notes:

- Capacity constrained by maximum allowable weaving flow rate.
- Capacity constrained by basic freeway capacity.
- Segments do not operate well at VR's exceeding max. Poor operations and some local queuing are expected in such cases.
- Breakdown may occur in some cases for Type C segments.
- When length exceeds these limits, merge and diverge are treated as isolated junctions and analyzed accordingly (HCM Chapter 25, HCS Ramps.)

HCS2000: Freeway Weaving Release 4.1c

Operational Analysis

Analyst: Ísis Sartori  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date Performed: 20/5/2010  
Analysis Time Period: Hora Pico Manhã  
Freeway/dir or Travel: SP 083  
Weaving Location: Entrelaçamento 3  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2039  
Description: Análise de Nível de Serviço

Inputs

Freeway free-flow speed, SFF	100	km/h
Weaving number of lanes, N	2	
Weaving segment length, L	170	m
Terrain type	Level	
Grade		%
Length		km
Weaving type	A	Multilane or C-D
Volume ratio, VR	1.00	
Weaving ratio, R	0.11	

Conversion to pc/h Under Base Conditions

	Non-Weaving		Weaving		
	V	V	V	V	
	A-C	B-D	A-D	B-C	
Volume, V	0	0	119	1004	veh/h
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90	0.90	0.90	
Peak 15-min volume, v15	0	0	33	279	v
Trucks and buses	0	0	23	13	%
Recreational vehicles	0	0	0	0	%
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5	1.5	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2	1.2	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	1.000	1.000	0.897	0.939	
Driver population factor, fP	1.00	1.00	1.00	1.00	
Flow rate, v	0	0	147	1188	pc/h

Weaving and Non-Weaving Speeds

	Weaving	Non-Weaving
Weaving intensity factor, Wi	5.61	1.31
Weaving and non-weaving speeds, Si	36.71	60.37
Number of lanes required for unconstrained operation, Nw (Exhibit 24-7)		1.47
Maximum number of lanes, Nw (max) (Exhibit 24-7)		1.40
Type of operation is		Constrained

Weaving Segment Speed, Density, Level of Service and Capacity

Weaving segment speed, S	36.71 km/h
Weaving segment density, D	18.18 pc/km/ln
Level of service, LOS	C
Capacity for base condition, cb	pc/h

Limitations on Weaving Segments

	Analyzed	If Max Exceeded See Note
Weaving flow rate, Vw	1335	2800 a
Average flow rate (pc/h/ln)	667	2300 b
Volume ratio, VR	1.00	1.00 c
Weaving ratio, R	0.11	N/A d
Weaving length (m)	170	750 e

Notes:

- Capacity constrained by maximum allowable weaving flow rate.
- Capacity constrained by basic freeway capacity.
- Segments do not operate well at VR's exceeding max. Poor operations and some local queuing are expected in such cases.
- Breakdown may occur in some cases for Type C segments.
- When length exceeds these limits, merge and diverge are treated as isolated junctions and analyzed accordingly (HCM Chapter 25, HCS Ramps.)



HCS2000: Freeway Weaving Release 4.1c

---

Operational Analysis

---

Analyst: Ísis Sartori  
 Agency/Co.: PERPLAN  
 Date Performed: 20/5/2010  
 Analysis Time Period: Hora Pico Tarde  
 Freeway/dir or Travel: SP 083  
 Weaving Location: Entrelaçamento 3  
 Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
 Analysis Year: 2039  
 Description: Análise de Nível de Serviço

---

Inputs

---

Freeway free-flow speed, SFF 100 km/h  
 Weaving number of lanes, N 2  
 Weaving segment length, L 170 m  
 Terrain type Level  
     Grade %  
     Length km  
 Weaving type A Multilane or C-D  
 Volume ratio, VR 1.00  
 Weaving ratio, R 0.05

---

Conversion to pc/h Under Base Conditions

---

	Non-Weaving		Weaving		
	V	V	V	V	
	A-C	B-D	A-D	B-C	
Volume, V	0	0	54	924	veh/h
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90	0.90	0.90	
Peak 15-min volume, v15	0	0	15	257	v
Trucks and buses	0	0	4	14	%
Recreational vehicles	0	0	0	0	%
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5	1.5	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2	1.2	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	1.000	1.000	0.980	0.935	
Driver population factor, fP	1.00	1.00	1.00	1.00	
Flow rate, v	0	0	61	1098	pc/h

---

Weaving and Non-Weaving Speeds

---

	Weaving	Non-Weaving
Weaving intensity factor, Wi	4.89	1.09
Weaving and non-weaving speeds, Si	38.26	64.19
Number of lanes required for unconstrained operation, Nw (Exhibit 24-7)		1.44
Maximum number of lanes, Nw (max) (Exhibit 24-7)		1.40
Type of operation is		Constrained

---

Weaving Segment Speed, Density, Level of Service and Capacity

---

Weaving segment speed, S 38.26 km/h  
 Weaving segment density, D 15.15 pc/km/ln  
 Level of service, LOS C  
 Capacity for base condition, cb pc/h

---

Limitations on Weaving Segments

---

	Analyzed	If Max Exceeded See Note
Weaving flow rate, Vw	1159	2800 a
Average flow rate (pc/h/ln)	579	2300 b
Volume ratio, VR	1.00	1.00 c
Weaving ratio, R	0.05	N/A d
Weaving length (m)	170	750 e

Notes:

- Capacity constrained by maximum allowable weaving flow rate.
- Capacity constrained by basic freeway capacity.
- Segments do not operate well at VR's exceeding max. Poor operations and some local queuing are expected in such cases.
- Breakdown may occur in some cases for Type C segments.
- When length exceeds these limits, merge and diverge are treated as isolated junctions and analyzed accordingly (HCM Chapter 25, HCS Ramps.)

HCS2000: Freeway Weaving Release 4.1c

Operational Analysis

Analyst: Ísis Sartori  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date Performed: 20/5/2010  
Analysis Time Period: Hora Pico Manhã  
Freeway/dir or Travel: SP 083  
Weaving Location: Entrelaçamento 2  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2039  
Description: Análise de Nível de Serviço

Inputs

Freeway free-flow speed, SFF 120 km/h  
Weaving number of lanes, N 3  
Weaving segment length, L 185 m  
Terrain type Level  
Grade %  
Length km  
Weaving type A  
Volume ratio, VR 0.25  
Weaving ratio, R 0.23

Conversion to pc/h Under Base Conditions

	Non-Weaving		Weaving		
	V	V	V	V	
	A-C	B-D	A-D	B-C	
Volume, V	1557	0	429	119	veh/h
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90	0.90	0.90	
Peak 15-min volume, v15	433	0	119	33	v
Trucks and buses	20	0	10	23	%
Recreational vehicles	0	0	0	0	%
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5	1.5	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2	1.2	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.909	1.000	0.952	0.897	
Driver population factor, fP	1.00	1.00	1.00	1.00	
Flow rate, v	1902	0	500	147	pc/h

Weaving and Non-Weaving Speeds

	Weaving	Non-Weaving
Weaving intensity factor, Wi	1.02	0.45
Weaving and non-weaving speeds, Si	75.57	95.49
Number of lanes required for unconstrained operation, Nw (Exhibit 24-7)	0.85	
Maximum number of lanes, Nw (max) (Exhibit 24-7)	1.40	
Type of operation is	Unconstrained	

Weaving Segment Speed, Density, Level of Service and Capacity

Weaving segment speed, S	89.50 km/h
Weaving segment density, D	9.49 pc/km/ln
Level of service, LOS	B
Capacity for base condition, cb	5424 pc/h

Limitations on Weaving Segments

	Analyzed	If Max Exceeded	See Note
Weaving flow rate, Vw	647	2800	a
Average flow rate (pc/h/ln)	849	2400	b
Volume ratio, VR	0.25	0.45	c
Weaving ratio, R	0.23	N/A	d
Weaving length (m)	185	750	e

Notes:

- Capacity constrained by maximum allowable weaving flow rate.
- Capacity constrained by basic freeway capacity.
- Segments do not operate well at VR's exceeding max. Poor operations and some local queuing are expected in such cases.
- Breakdown may occur in some cases for Type C segments.
- When length exceeds these limits, merge and diverge are treated as isolated junctions and analyzed accordingly (HCM Chapter 25, HCS Ramps.)

HCS2000: Freeway Weaving Release 4.1c

<u>Operational Analysis</u>					
Analyst:	Ísis Sartori				
Agency/Co.:	PERPLAN				
Date Performed:	20/5/2010				
Analysis Time Period:	Hora Pico Tarde				
Freeway/dir or Travel:	SP 083				
Weaving Location:	Entrelaçamento 2				
Jurisdiction:	Rota das Bandeiras				
Analysis Year:	2039				
Description:	Análise de Nível de Serviço				
<u>Inputs</u>					
Freeway free-flow speed, SFF	120	km/h			
Weaving number of lanes, N	3				
Weaving segment length, L	185	m			
Terrain type	Level				
Grade		%			
Length		km			
Weaving type	A				
Volume ratio, VR	0.25				
Weaving ratio, R	0.08				
<u>Conversion to pc/h Under Base Conditions</u>					
	Non-Weaving		Weaving		
	V	V	V	V	
	A-C	B-D	A-D	B-C	
Volume, V	1817	0	587	54	veh/l
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90	0.90	0.90	
Peak 15-min volume, v15	505	0	163	15	v
Trucks and buses	18	0	10	4	%
Recreational vehicles	0	0	0	0	%
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5	1.5	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2	1.2	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.917	1.000	0.952	0.980	
Driver population factor, fP	1.00	1.00	1.00	1.00	
Flow rate, v	2200	0	684	61	pc/h
<u>Weaving and Non-Weaving Speeds</u>					
	Weaving		Non-Weaving		
Weaving intensity factor, Wi	1.17		0.55		
Weaving and non-weaving speeds, Si	71.98		91.22		
Number of lanes required for					
unconstrained operation, Nw (Exhibit 24-7)			0.86		
Maximum number of lanes, Nw (max) (Exhibit 24-7)			1.40		
Type of operation is			Unconstrained		
<u>Weaving Segment Speed, Density, Level of Service and Capacity</u>					
Weaving segment speed, S	85.44	km/h			
Weaving segment density, D	11.49	pc/km/ln			
Level of service, LOS	B				
Capacity for base condition, cb	5428	pc/h			
<u>Limitations on Weaving Segments</u>					
	Analyzed	If Max Exceeded	See Nc		
		Maximum	Note		
Weaving flow rate, Vw	745	2800	a		
Average flow rate (pc/h/ln)	981	2400	b		
Volume ratio, VR	0.25	0.45	c		
Weaving ratio, R	0.08	N/A	d		
Weaving length (m)	185	750	e		
Notes:					
a. Capacity constrained by maximum allowable weaving flow rate.					
b. Capacity constrained by basic freeway capacity.					
c. Segments do not operate well at VR's exceeding max. Poor operations and some local queuing are expected in such cases.					
d. Breakdown may occur in some cases for Type C segments.					
e. When length exceeds these limits, merge and diverge are treated as isolated junctions and analyzed accordingly (HCM Chapter 25, HCS Ramps.)					



HCS2000: Freeway Weaving Release 4.1c					
Operational Analysis					
Analyst:	Ísis Sartori				
Agency/Co.:	PERPLAN				
Date Performed:	20/5/2010				
Analysis Time Period:	Hora Pico Manhã				
Freeway/dir or Travel:	SP 083				
Weaving Location:	Entrelaçamento 4				
Jurisdiction:	Rota das Bandeiras				
Analysis Year:	2039				
Description:	Análise de Nível de Serviço				
Inputs					
Freeway free-flow speed, SFF	120				km/h
Weaving number of lanes, N	3				
Weaving segment length, L	180				m
Terrain type	Level				
Grade					%
Length					km
Weaving type	A				
Volume ratio, VR	0.37				
Weaving ratio, R	0.02				
Conversion to pc/h Under Base Conditions					
	Non-Weaving		Weaving		
	V	V	V	V	
	A-C	B-D	A-D	B-C	
Volume, V	1701	0	1004	21	veh/h
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90	0.90	0.90	
Peak 15-min volume, v15	473	0	279	6	v
Trucks and buses	15	0	13	0	%
Recreational vehicles	0	0	0	0	%
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5	1.5	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2	1.2	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.930	1.000	0.939	1.000	
Driver population factor, fP	1.00	1.00	1.00	1.00	
Flow rate, v	2031	0	1188	23	pc/h
Weaving and Non-Weaving Speeds					
	Weaving		Non-Weaving		
Weaving intensity factor, Wi	1.60		0.91		
Weaving and non-weaving speeds, Si	63.94		78.34		
Number of lanes required for unconstrained operation, Nw (Exhibit 24-7)			1.13		
Maximum number of lanes, Nw (max) (Exhibit 24-7)			1.40		
Type of operation is			Unconstrained		
Weaving Segment Speed, Density, Level of Service and Capacity					
Weaving segment speed, S	72.26	km/h			
Weaving segment density, D	14.95	pc/km/ln			
Level of service, LOS	C				
Capacity for base condition, cb	4906	pc/h			
Limitations on Weaving Segments					
	Analyzed		If Max Exceeded See Note		
Weaving flow rate, Vw	1211		Maximum		a
Average flow rate (pc/h/ln)	1080				b
Volume ratio, VR	0.37		0.45		c
Weaving ratio, R	0.02		N/A		d
Weaving length (m)	180		750		e
Notes:					
a. Capacity constrained by maximum allowable weaving flow rate.					
b. Capacity constrained by basic freeway capacity.					
c. Segments do not operate well at VR's exceeding max. Poor operations and some local queuing are expected in such cases.					
d. Breakdown may occur in some cases for Type C segments.					
e. When length exceeds these limits, merge and diverge are treated as isolated junctions and analyzed accordingly (HCM Chapter 25, HCS Ramps.)					

HCS2000: Freeway Weaving Release 4.1c

<u>Operational Analysis</u>					
Analyst:	Ísis Sartori				
Agency/Co.:	PERPLAN				
Date Performed:	20/5/2010				
Analysis Time Period:	Hora Pico Tarde				
Freeway/dir or Travel:	SP 083				
Weaving Location:	Entrelaçamento 4				
Jurisdiction:	Rota das Bandeiras				
Analysis Year:	2039				
Description:	Análise de Nível de Serviço				
<u>Inputs</u>					
Freeway free-flow speed, SFF	120	km/h			
Weaving number of lanes, N	3				
Weaving segment length, L	180	m			
Terrain type	Level				
Grade		%			
Length		km			
Weaving type	A				
Volume ratio, VR	0.35				
Weaving ratio, R	0.00				
<u>Conversion to pc/h Under Base Conditions</u>					
	Non-Weaving		Weaving		
	V	V	V	V	
	A-C	B-D	A-D	B-C	
Volume, V	1723	0	924	1	veh/h
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90	0.90	0.90	
Peak 15-min volume, v15	479	0	257	1	v
Trucks and buses	13	0	14	0	%
Recreational vehicles	0	0	0	0	%
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5	1.5	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2	1.2	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.939	1.000	0.935	1.000	
Driver population factor, fP	1.00	1.00	1.00	1.00	
Flow rate, v	2038	0	1098	1	pc/h
<u>Weaving and Non-Weaving Speeds</u>					
	Weaving		Non-Weaving		
Weaving intensity factor, Wi	1.50		0.82		
Weaving and non-weaving speeds, Si	65.67		81.21		
Number of lanes required for					
unconstrained operation, Nw (Exhibit 24-7)			1.08		
Maximum number of lanes, Nw (max) (Exhibit 24-7)			1.40		
Type of operation is	Unconstrained				
<u>Weaving Segment Speed, Density, Level of Service and Capacity</u>					
Weaving segment speed, S	74.99		km/h		
Weaving segment density, D	13.94		pc/km/ln		
Level of service, LOS	C				
Capacity for base condition, cb	4995		pc/h		
<u>Limitations on Weaving Segments</u>					
	Analyzed	If Max Exceeded See Note			
		Maximum		Note	
Weaving flow rate, Vw	1099	2800		a	
Average flow rate (pc/h/ln)	1045	2400		b	
Volume ratio, VR	0.35	0.45		c	
Weaving ratio, R	0.00	N/A		d	
Weaving length (m)	180	750		e	
Notes:					
a. Capacity constrained by maximum allowable weaving flow rate.					
b. Capacity constrained by basic freeway capacity.					
c. Segments do not operate well at VR's exceeding max. Poor operations and some local queuing are expected in such cases.					
d. Breakdown may occur in some cases for Type C segments.					
e. When length exceeds these limits, merge and diverge are treated as isolated junctions and analyzed accordingly (HCM Chapter 25, HCS Ramps.)					

HCS2000: Freeway Weaving Release 4.1c

Merge Analysis

Analyst: Lúcia Maria Pessoa de Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 21/5/2010  
Analysis time period: Hora Pico Manhã  
Freeway/dir or travel: SP 083  
Junction: Convergência 1  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2039  
Description: Análise de Nível de Serviço

Freeway Data

Type of analysis Merge  
Number of lanes in freeway 2  
Free-flow speed on freeway 100.0 km/h  
Volume on freeway 1701 vph

On Ramp Data

Side of freeway Right  
Number of lanes in ramp 1  
Free-flow speed on ramp 60.0 km/h  
Volume on ramp 442 vph  
Length of first accel/decel lane 197 m  
Length of second accel/decel lane m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist? No  
Volume on adjacent Ramp vph  
Position of adjacent Ramp  
Type of adjacent Ramp  
Distance to adjacent Ramp m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	1701	442		vph
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90		
Peak 15-min volume, v15	473	123		v
Trucks and buses	15	7		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade		%	%	%
Length		km	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.930	0.966		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	2032	508		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

L = 0.00 (Equation 25-2 or 25-3)  
EQ  
P = 1.000 Using Equation 0  
FM  
 $v_{12} = v_F (P_{FM}) = 2032 \text{ pcph}$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v	2540	4600	No
FO			
v	2540	4600	No
R12			

Level of Service Determination (if not F)

Density,  $D = 3.402 + 0.00456 v_R + 0.0048 v_{12} - 0.01278 L_A = 13.0 \text{ pc/km/ln}$

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence C

Speed Estimation

Intermediate speed variable, M = 0.323  
S  
Space mean speed in ramp influence area, S = 89.3 km/h  
R  
Space mean speed in outer lanes, S = N/A km/h  
Space mean speed for all vehicles, S = 89.3 km/h



HCS2000: Freeway Weaving Release 4.1c

Merge Analysis

Analyst: Lúcia Maria Pessoa de Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 21/5/2010  
Analysis time period: Hora Pico Tarde  
Freeway/dir or travel: SP 083  
Junction: Convergência 1  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2039  
Description: Análise de Nível de Serviço

Freeway Data

Type of analysis Merge  
Number of lanes in freeway 2  
Free-flow speed on freeway 100.0 km/h  
Volume on freeway 1723 vph

On Ramp Data

Side of freeway Right  
Number of lanes in ramp 1  
Free-flow speed on ramp 60.0 km/h  
Volume on ramp 251 vph  
Length of first accel/decel lane 197 m  
Length of second accel/decel lane m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist? No  
Volume on adjacent Ramp vph  
Position of adjacent Ramp  
Type of adjacent Ramp  
Distance to adjacent Ramp m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	1723	251		vph
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90		
Peak 15-min volume, v15	479	70		v
Trucks and buses	13	7		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	%	%	%	%
Length	km	km	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.939	0.966		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	2039	289		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

L = 0.00 (Equation 25-2 or 25-3)  
EQ  
P = 1.000 Using Equation 0  
FM  
v = v (P) = 2039 pcph  
12 F FM

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v	2328	4600	No
FO			
v	2328	4600	No
R12			

Level of Service Determination (if not F)

Density,  $D = 3.402 + 0.00456 v + 0.0048 v - 0.01278 L = 12.0 -$  pc/km/ln  
R R 12 A  
Level of service for ramp-freeway junction areas of influence B

Speed Estimation

Intermediate speed variable, M = 0.314  
S  
Space mean speed in ramp influence area, S = 89.6 km/h  
R  
Space mean speed in outer lanes, S = N/A km/h  
Space mean speed for all vehicles, S = 89.6 km/h

HCS2000: Freeway Weaving Release 4.1c

Merge Analysis

Analyst: Lúcia Maria Pessoa de Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 21/5/2010  
Analysis time period: Hora Pico Manhã  
Freeway/dir or travel: SP 083  
Junction: Convergência 2  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2039  
Description: Análise de Nível de Serviço

Freeway Data

Type of analysis Merge  
Number of lanes in freeway 2  
Free-flow speed on freeway 120.0 km/h  
Volume on freeway 1956 vph

On Ramp Data

Side of freeway Right  
Number of lanes in ramp 1  
Free-flow speed on ramp 60.0 km/h  
Volume on ramp 669 vph  
Length of first accel/decel lane 140 m  
Length of second accel/decel lane m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist? No  
Volume on adjacent Ramp vph  
Position of adjacent Ramp  
Type of adjacent Ramp  
Distance to adjacent Ramp m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	1956	669		vph
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90		
Peak 15-min volume, v15	543	186		v
Trucks and buses	21	13		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	%	%	%	%
Length	km	km	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.905	0.939		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	2402	792		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

L = 0.00 (Equation 25-2 or 25-3)  
EQ  
P = 1.000 Using Equation 0  
FM  
 $v_{12} = v_F (P_{FM}) = 2402$  pcph

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v	3194	4800	No
FO			
v	3194	4600	No
R12			

Level of Service Determination (if not F)

Density,  $D = 3.402 + 0.00456 \frac{v}{R} + 0.0048 \frac{v}{12} - 0.01278 \frac{L}{A} = 16.8$  pc/km/ln

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence C

Speed Estimation

Intermediate speed variable, M = 0.383  
S  
Space mean speed in ramp influence area, S = 99.7 km/h  
R  
Space mean speed in outer lanes, S = N/A km/h  
Space mean speed for all vehicles, S = 99.7 km/h

HCS2000: Freeway Weaving Release 4.1c

Merge Analysis

Analyst: Lúcia Maria Pessoa de Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 21/5/2010  
Analysis time period: Hora Pico Tarde  
Freeway/dir or travel: SP 083  
Junction: Convergência 2  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2039  
Description: Análise de Nível de Serviço

Freeway Data

Type of analysis Merge  
Number of lanes in freeway 2  
Free-flow speed on freeway 120.0 km/h  
Volume on freeway 2518 vph

On Ramp Data

Side of freeway Right  
Number of lanes in ramp 1  
Free-flow speed on ramp 60.0 km/h  
Volume on ramp 830 vph  
Length of first accel/decel lane 140 m  
Length of second accel/decel lane m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist? No  
Volume on adjacent Ramp vph  
Position of adjacent Ramp  
Type of adjacent Ramp  
Distance to adjacent Ramp m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	2518	830		vph
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90		
Peak 15-min volume, v15	699	231		v
Trucks and buses	20	11		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade		%	%	%
Length		km	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.909	0.948		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	3078	973		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

L = 0.00 (Equation 25-2 or 25-3)  
EQ  
P = 1.000 Using Equation 0  
FM  
 $v_{12} = v_F (P_{FM}) = 3078$  pcph

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v	4051	4800	No
FO			
v	4051	4600	No
R12			

Level of Service Determination (if not F)

Density,  $D = 3.402 + 0.00456 v_R + 0.0048 v_{12} - 0.01278 L_A = 20.8$  pc/km/ln

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence D

Speed Estimation

Intermediate speed variable, M = 0.511  
S  
Space mean speed in ramp influence area, S = 92.9 km/h  
R  
Space mean speed in outer lanes, S = N/A km/h  
Space mean speed for all vehicles, S = 92.9 km/h

HCS2000: Freeway Weaving Release 4.1c

Merge Analysis

Analyst: Lúcia Maria Pessoa de Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 21/5/2010  
Analysis time period: Hora Pico Manhã  
Freeway/dir or travel: SP 083  
Junction: Convergência 3  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2039  
Description: Análise de Nível de Serviço

Freeway Data

Type of analysis Merge  
Number of lanes in freeway 3  
Free-flow speed on freeway 100.0 km/h  
Volume on freeway 1652 vph

On Ramp Data

Side of freeway Right  
Number of lanes in ramp 1  
Free-flow speed on ramp 60.0 km/h  
Volume on ramp 819 vph  
Length of first accel/decel lane 90 m  
Length of second accel/decel lane m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist? No  
Volume on adjacent Ramp vph  
Position of adjacent Ramp  
Type of adjacent Ramp  
Distance to adjacent Ramp m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	1652	819		vph
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90		
Peak 15-min volume, v15	459	228		v
Trucks and buses	24	16		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade		%	%	%
Length		km	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.893	0.926		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	2056	983		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

L = 0.00 (Equation 25-2 or 25-3)  
EQ  
P = 0.586 Using Equation 1  
FM  
 $v_{12} = v_F (P_{FM}) = 1204$  pcph

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v	3039	6900	No
FO			
v	2187	4600	No
R12			

Level of Service Determination (if not F)

Density,  $D = 3.402 + 0.00456 \frac{v}{R} + 0.0048 \frac{v}{12} - 0.01278 \frac{L}{A} = 12.5$  pc/km/ln

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence C

Speed Estimation

Intermediate speed variable, M = 0.334  
S  
Space mean speed in ramp influence area, S = 89.0 km/h  
R  
Space mean speed in outer lanes, S = 98.0 km/h  
Space mean speed for all vehicles, S = 91.3 km/h



HCS2000: Freeway Weaving Release 4.1c

Merge Analysis

Analyst: Lúcia Maria Pessoa de Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 21/5/2010  
Analysis time period: Hora Pico Tarde  
Freeway/dir or travel: SP 083  
Junction: Convergência 3  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2039  
Description: Análise de Nível de Serviço

Freeway Data

Type of analysis Merge  
Number of lanes in freeway 3  
Free-flow speed on freeway 100.0 km/h  
Volume on freeway 1852 vph

On Ramp Data

Side of freeway Right  
Number of lanes in ramp 1  
Free-flow speed on ramp 60.0 km/h  
Volume on ramp 929 vph  
Length of first accel/decel lane 90 m  
Length of second accel/decel lane m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist? No  
Volume on adjacent Ramp vph  
Position of adjacent Ramp  
Type of adjacent Ramp  
Distance to adjacent Ramp m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	1852	929		vph
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90		
Peak 15-min volume, v15	514	258		v
Trucks and buses	20	14		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade		%	%	%
Length		km	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.909	0.935		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	2264	1104		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

L = 0.00 (Equation 25-2 or 25-3)  
EQ  
P = 0.586 Using Equation 1  
FM  
 $v_{12} = v_F (P_{FM}) = 1326$  pcph

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v	3368	6900	No
FO			
v	2430	4600	No
R12			

Level of Service Determination (if not F)

Density,  $D = 3.402 + 0.00456 v_R + 0.0048 v_{12} - 0.01278 L_A = 13.7$  pc/km/ln

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence C

Speed Estimation

Intermediate speed variable, M = 0.344  
S  
Space mean speed in ramp influence area, S = 88.7 km/h  
R  
Space mean speed in outer lanes, S = 97.5 km/h  
Space mean speed for all vehicles, S = 90.9 km/h

HCS2000: Freeway Weaving Release 4.1c

Merge Analysis

Analyst: Lúcia Maria Pessoa de Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 21/5/2010  
Analysis time period: Hora Pico Manhã  
Freeway/dir or travel: SP 083  
Junction: Convergência 4  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2039  
Description: Análise de Nível de Serviço

Freeway Data

Type of analysis Merge  
Number of lanes in freeway 2  
Free-flow speed on freeway 120.0 km/h  
Volume on freeway 1848 vph

On Ramp Data

Side of freeway Right  
Number of lanes in ramp 1  
Free-flow speed on ramp 60.0 km/h  
Volume on ramp 889 vph  
Length of first accel/decel lane 200 m  
Length of second accel/decel lane m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist? No  
Volume on adjacent Ramp vph  
Position of adjacent Ramp  
Type of adjacent Ramp  
Distance to adjacent Ramp m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	1848	889		vph
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90		
Peak 15-min volume, v15	513	247		v
Trucks and buses	14	3		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade		%	%	%
Length		km	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.935	0.985		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	2197	1003		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

L = 0.00 (Equation 25-2 or 25-3)  
EQ  
P = 1.000 Using Equation 0  
FM  
 $v_{12} = v_F (P_{FM}) = 2197 \text{ pcph}$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v	3200	4800	No
FO			
v	3200	4600	No
R12			

Level of Service Determination (if not F)

Density,  $D = 3.402 + 0.00456 v_R + 0.0048 v_{12} - 0.01278 L_A = 16.0 \text{ pc/km/ln}$

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence C

Speed Estimation

Intermediate speed variable, M = 0.369  
S  
Space mean speed in ramp influence area, S = 100.5 km/h  
R  
Space mean speed in outer lanes, S = N/A km/h  
Space mean speed for all vehicles, S = 100.5 km/h

HCS2000: Freeway Weaving Release 4.1c

Merge Analysis

Analyst: Lúcia Maria Pessoa de Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 21/5/2010  
Analysis time period: Hora Pico Tarde  
Freeway/dir or travel: SP 083  
Junction: Convergência 4  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2039  
Description: Análise de Nível de Serviço

Freeway Data

Type of analysis Merge  
Number of lanes in freeway 2  
Free-flow speed on freeway 120.0 km/h  
Volume on freeway 1723 vph

On Ramp Data

Side of freeway Right  
Number of lanes in ramp 1  
Free-flow speed on ramp 60.0 km/h  
Volume on ramp 251 vph  
Length of first accel/decel lane 200 m  
Length of second accel/decel lane m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist? No  
Volume on adjacent Ramp vph  
Position of adjacent Ramp  
Type of adjacent Ramp  
Distance to adjacent Ramp m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	1723	251		vph
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90		
Peak 15-min volume, v15	479	70		v
Trucks and buses	13	7		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	%	%	%	%
Length	km	km	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.939	0.966		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	2039	289		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

L = 0.00 (Equation 25-2 or 25-3)  
EQ  
P = 1.000 Using Equation 0  
FM  
v = v (P) = 2039 pcph  
12 F FM

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v	2328	4800	No
FO			
v	2328	4600	No
R12			

Level of Service Determination (if not F)

Density,  $D = 3.402 + 0.00456 v + 0.0048 v - 0.01278 L = 12.0 -$  pc/km/ln  
R R 12 A  
Level of service for ramp-freeway junction areas of influence B

Speed Estimation

Intermediate speed variable, M = 0.313  
S  
Space mean speed in ramp influence area, S = 103.4 km/h  
R  
Space mean speed in outer lanes, S = N/A km/h  
Space mean speed for all vehicles, S = 103.4 km/h

HCS2000: Freeway Weaving Release 4.1c

---

Diverge Analysis

---

Analyst: Lúcia Maria Pessoa de Oliveira  
 Agency/Co.: PERPLAN  
 Date performed: 21/5/2010  
 Analysis time period: Hora Pico Manhã  
 Freeway/dir or travel: SP 083  
 Junction: Divergência 1  
 Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
 Analysis Year: 2039  
 Description: Análise de Nível de Serviço

---

Freeway Data

---

Type of analysis Diverge  
 Number of lanes in freeway 2  
 Free-flow speed on freeway 120.0 km/h  
 Volume on freeway 2533 vph

---

Off Ramp Data

---

Side of freeway Right  
 Number of lanes in ramp 1  
 Free-Flow speed on ramp 60.0 km/h  
 Volume on ramp 540 vph  
 Length of first accel/decel lane 80 m  
 Length of second accel/decel lane m

---

Adjacent Ramp Data (if one exists)

---

Does adjacent ramp exist? No  
 Volume on adjacent ramp vph  
 Position of adjacent ramp  
 Type of adjacent ramp  
 Distance to adjacent ramp m

---

Conversion to pc/h Under Base Conditions

---

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp
Volume, V (vph)	2533	540	vph
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90	
Peak 15-min volume, v15	704	150	v
Trucks and buses	18	11	%
Recreational vehicles	0	0	%
Terrain type:	Level	Level	Level
Grade	0.00 %	0.00 %	%
Length	0.00 km	0.00 km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.917	0.948	
Driver population factor, fP	1.00	1.00	
Flow rate, vp	3068	633	pcph

---

Estimation of V12 Diverge Areas

---

L = 0.00 (Equation 25-8 or 25-9)  
 EQ  
 P = 1.000 Using Equation 0  
 FD  

$$v_{12R} = v_F + (v_R - v_F) P = 3068 \text{ pcph}$$

---

Capacity Checks

---

	Actual	Maximum	LOS F?
$v = v_F$	3068	4800	No
$v = v_F$	3068	4400	No
$v = v_F - v_R$	2435	4800	No
$v = v_R$	633	2000	No

---

Level of Service Determination (if not F)

---

Density,  $D = 2.642 + 0.0053 v_{12R} - 0.0183 L = 17.4 \text{ pc/km/ln}$

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence D

---

Speed Estimation

---

Intermediate speed variable,  $D = 0.460$   
 $S$   
 Space mean speed in ramp influence area,  $S = 96 \text{ km/h}$



HCS2000: Freeway Weaving Release 4.1c

Diverge Analysis

Analyst: Lúcia Maria Pessoa de Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 21/5/2010  
Analysis time period: Hora Pico Tarde  
Freeway/dir or travel: SP 083  
Junction: Divergência 1  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2039  
Description: Análise de Nível de Serviço

Freeway Data

Type of analysis Diverge  
Number of lanes in freeway 2  
Free-flow speed on freeway 120.0 km/h  
Volume on freeway 2152 vph

Off Ramp Data

Side of freeway Right  
Number of lanes in ramp 1  
Free-Flow speed on ramp 60.0 km/h  
Volume on ramp 466 vph  
Length of first accel/decel lane 80 m  
Length of second accel/decel lane m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist? No  
Volume on adjacent ramp vph  
Position of adjacent ramp  
Type of adjacent ramp  
Distance to adjacent ramp m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	2152	466		vph
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90		
Peak 15-min volume, v15	598	129		v
Trucks and buses	18	25		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	0.00 %	0.00 %		%
Length	0.00 km	0.00 km		km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fhv	0.917	0.889		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	2606	583		pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

L = 0.00 (Equation 25-8 or 25-9)  
EQ  
P = 1.000 Using Equation 0  
FD  
 $v_{12} = v_F + (v_R - v_F) P = 2606$  pcph  
12 R F R FD

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
$v_F = v_{Fi}$	2606	4800	No
$v_R = v_{FO} - v_{FR}$	2606	4400	No
$v_R = v_{FO} - v_{FR}$	2023	4800	No
$v_R$	583	2000	No

Level of Service Determination (if not F)

Density,  $D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L = 15.0$  pc/km/ln  
R 12 D

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence C

Speed Estimation

Intermediate speed variable,  $D = 0.455$   
S  
Space mean speed in ramp influence area,  $S = 96$  km/h

HCS2000: Freeway Weaving Release 4.1c

Diverge Analysis

Analyst: Lúcia Maria Pessoa de Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 21/5/2010  
Analysis time period: Hora Pico Manhã  
Freeway/dir or travel: SP 083  
Junction: Divergência 2  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2039  
Description: Análise de Nível de Serviço

Freeway Data

Type of analysis Diverge  
Number of lanes in freeway 2  
Free-flow speed on freeway 100.0 km/h  
Volume on freeway 2965 vph

Off Ramp Data

Side of freeway Right  
Number of lanes in ramp 1  
Free-Flow speed on ramp 60.0 km/h  
Volume on ramp 1262 vph  
Length of first accel/decel lane 115 m  
Length of second accel/decel lane m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist? No  
Volume on adjacent ramp vph  
Position of adjacent ramp  
Type of adjacent ramp  
Distance to adjacent ramp m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	2965	1262		vph
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90		
Peak 15-min volume, v15	824	351		v
Trucks and buses	15	14		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	0.00 %	0.00 %		%
Length	0.00 km	0.00 km		km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.930	0.935		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	3542	1500		pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

$L = 0.00$  (Equation 25-8 or 25-9)  
EQ  
 $P = 1.000$  Using Equation 0  
FD  
 $v_{12} = v_R + (v_F - v_R) P = 3542$  pcph

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
$v_F = v_{12}$	3542	4600	No
$v_F$	3542	4400	No
$v_F = v_F - v_R$	2042	4600	No
$v_R$	1500	2000	No

Level of Service Determination (if not F)

Density,  $D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L = 19.3$  pc/km/ln

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence D

Speed Estimation

Intermediate speed variable,  $D = 0.538$   
S  
Space mean speed in ramp influence area,  $S = 82$  km/h

HCS2000: Freeway Weaving Release 4.1c

Diverge Analysis

Analyst: Lúcia Maria Pessoa de Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 21/5/2010  
Analysis time period: Hora Pico Tarde  
Freeway/dir or travel: SP 083  
Junction: Divergência 2  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2039  
Description: Análise de Nível de Serviço

Freeway Data

Type of analysis Diverge  
Number of lanes in freeway 2  
Free-flow speed on freeway 100.0 km/h  
Volume on freeway 3136 vph

Off Ramp Data

Side of freeway Right  
Number of lanes in ramp 1  
Free-Flow speed on ramp 60.0 km/h  
Volume on ramp 1134 vph  
Length of first accel/decel lane 115 m  
Length of second accel/decel lane m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist? No  
Volume on adjacent ramp vph  
Position of adjacent ramp  
Type of adjacent ramp  
Distance to adjacent ramp m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	3136	1134		vph
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90		
Peak 15-min volume, v15	871	315		v
Trucks and buses	20	11		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	0.00 %	0.00 %		%
Length	0.00 km	0.00 km		km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.909	0.948		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	3833	1329		pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

$L = 0.00$  (Equation 25-8 or 25-9)  
EQ  
 $P = 1.000$  Using Equation 0  
FD  
 $v_{12} = v_R + (v_F - v_R) P = 3833$  pcph

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
$v_F = v_{Fi}$	3833	4600	No
$v_R$	3833	4400	No
$v_{FO} = v_F - v_R$	2504	4600	No
$v_R$	1329	2000	No

Level of Service Determination (if not F)

Density,  $D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L = 20.9$  pc/km/ln

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence D

Speed Estimation

Intermediate speed variable,  $D = 0.523$   
S  
Space mean speed in ramp influence area,  $S = 83$  km/h

HCS2000: Freeway Weaving Release 4.1c

Diverge Analysis

Analyst: Lúcia Maria Pessoa de Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 21/5/2010  
Analysis time period: Hora Pico Manhã  
Freeway/dir or travel: SP 083  
Junction: Divergência 3  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2039  
Description: Análise de Nível de Serviço

Freeway Data

Type of analysis Diverge  
Number of lanes in freeway 2  
Free-flow speed on freeway 120.0 km/h  
Volume on freeway 2728 vph

Off Ramp Data

Side of freeway Right  
Number of lanes in ramp 1  
Free-Flow speed on ramp 60.0 km/h  
Volume on ramp 772 vph  
Length of first accel/decel lane 120 m  
Length of second accel/decel lane m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist? No  
Volume on adjacent ramp vph  
Position of adjacent ramp  
Type of adjacent ramp  
Distance to adjacent ramp m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	2728	772		vph
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90		
Peak 15-min volume, v15	758	214		v
Trucks and buses	21	20		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	0.00 %	0.00 %		%
Length	0.00 km	0.00 km		km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.905	0.909		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	3349	944		pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

L = 0.00 (Equation 25-8 or 25-9)  
EQ  
P = 1.000 Using Equation 0  
FD  
 $v_{12} = v_F + (v_R - v_F) P = 3349$  pcph  
12 R F R FD

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
$v_F = v_F$	3349	4800	No
$v_F = v_F$	3349	4400	No
$v_F = v_F - v_R$	2405	4800	No
$v_R = v_R$	944	2000	No

Level of Service Determination (if not F)

Density,  $D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L = 18.2$  pc/km/ln  
R 12 D

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence D

Speed Estimation

Intermediate speed variable,  $D = 0.488$   
S  
Space mean speed in ramp influence area,  $S = 94$  km/h



HCS2000: Freeway Weaving Release 4.1c

Diverge Analysis

Analyst: Lúcia Maria Pessoa de Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 21/5/2010  
Analysis time period: Hora Pico Tarde  
Freeway/dir or travel: SP 083  
Junction: Divergência 3  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2039  
Description: Análise de Nível de Serviço

Freeway Data

Type of analysis Diverge  
Number of lanes in freeway 2  
Free-flow speed on freeway 120.0 km/h  
Volume on freeway 3146 vph

Off Ramp Data

Side of freeway Right  
Number of lanes in ramp 1  
Free-Flow speed on ramp 60.0 km/h  
Volume on ramp 806 vph  
Length of first accel/decel lane 120 m  
Length of second accel/decel lane m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist? No  
Volume on adjacent ramp vph  
Position of adjacent ramp  
Type of adjacent ramp  
Distance to adjacent ramp m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	3146	806		vph
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90		
Peak 15-min volume, v15	874	224		v
Trucks and buses	12	8		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	0.00 %	0.00 %		%
Length	0.00 km	0.00 km		km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.943	0.962		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	3705	931		pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

$L = 0.00$  (Equation 25-8 or 25-9)  
EQ  
 $P = 1.000$  Using Equation 0  
FD  
 $v_{12} = v_R + (v_F - v_R) P = 3705$  pcph

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
$v_F = v_{Fi}$	3705	4800	No
$v_R$	3705	4400	No
$v_{FO} = v_F - v_R$	2774	4800	No
$v_R$	931	2000	No

Level of Service Determination (if not F)

Density,  $D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L = 20.1$  pc/km/ln  
R 12 D

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence D

Speed Estimation

Intermediate speed variable,  $D = 0.487$   
S  
Space mean speed in ramp influence area,  $S = 94$  km/h

HCS2000: Freeway Weaving Release 4.1c

Diverge Analysis

Analyst: Lúcia Maria Pessoa de Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 21/5/2010  
Analysis time period: Hora Pico Manhã  
Freeway/dir or travel: SP 083  
Junction: Divergência 4  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2039  
Description: Análise de Nível de Serviço

Freeway Data

Type of analysis Diverge  
Number of lanes in freeway 3  
Free-flow speed on freeway 100.0 km/h  
Volume on freeway 1968 vph

Off Ramp Data

Side of freeway Right  
Number of lanes in ramp 1  
Free-Flow speed on ramp 60.0 km/h  
Volume on ramp 412 vph  
Length of first accel/decel lane 100 m  
Length of second accel/decel lane m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist? No  
Volume on adjacent ramp vph  
Position of adjacent ramp  
Type of adjacent ramp  
Distance to adjacent ramp m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	1968	412		vph
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90		
Peak 15-min volume, v15	547	114		v
Trucks and buses	18	10		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	0.00 %	0.00 %		%
Length	0.00 km	0.00 km		km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.917	0.952		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	2383	481		pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

$L = 0.00$  (Equation 25-8 or 25-9)  
EQ  
 $P = 0.678$  Using Equation 5  
FD  
 $v_{12} = v_R + (v_F - v_R) P = 1771$  pcph

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
$v_F = v_{Fi}$	2383	6900	No
$v_R$	1771	4400	No
$v_F = v_F - v_{FO}$	1902	6900	No
$v_R$	481	2000	No

Level of Service Determination (if not F)

Density,  $D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L = 10.2$  pc/km/ln  
R D

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence B

Speed Estimation

Intermediate speed variable,  $D = 0.446$   
S  
Space mean speed in ramp influence area,  $S = 85$  km/h

HCS2000: Freeway Weaving Release 4.1c

Diverge Analysis

Analyst: Lúcia Maria Pessoa de Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 21/5/2010  
Analysis time period: Hora Pico Tarde  
Freeway/dir or travel: SP 083  
Junction: Divergência 4  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2039  
Description: Análise de Nível de Serviço

Freeway Data

Type of analysis Diverge  
Number of lanes in freeway 3  
Free-flow speed on freeway 100.0 km/h  
Volume on freeway 2418 vph

Off Ramp Data

Side of freeway Right  
Number of lanes in ramp 1  
Free-Flow speed on ramp 60.0 km/h  
Volume on ramp 565 vph  
Length of first accel/decel lane 100 m  
Length of second accel/decel lane m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist? No  
Volume on adjacent ramp vph  
Position of adjacent ramp  
Type of adjacent ramp  
Distance to adjacent ramp m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	2418	565		vph
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90		
Peak 15-min volume, v15	672	157		v
Trucks and buses	16	4		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	0.00 %	0.00 %		%
Length	0.00 km	0.00 km		km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.926	0.980		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	2902	640		pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

$L = 0.00$  (Equation 25-8 or 25-9)  
EQ  
 $P = 0.658$  Using Equation 5  
FD  
 $v_{12} = v_F + (v_R - v_F) P = 2128$  pcph  
12 R F R FD

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
$v_F = v_{Fi}$	2902	6900	No
$v_{12}$	2128	4400	No
$v_{FO} = v_F - v_R$	2262	6900	No
$v_R$	640	2000	No

Level of Service Determination (if not F)

Density,  $D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L = 12.1$  pc/km/ln  
R 12 D

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence C

Speed Estimation

Intermediate speed variable,  $D = 0.461$   
S  
Space mean speed in ramp influence area,  $S = 85$  km/h

HCS2000: Freeway Weaving Release 4.1c

Operational Analysis

Analyst: Ísis Sartori  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date Performed: 21/5/2010  
Analysis Time Period: Hora Pico Manhã  
Freeway/dir or Travel: SP 083  
Weaving Location: Entrelaçamento 2  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2039  
Description: Análise de Nível de Serviço

Inputs

Freeway free-flow speed, SFF	120	km/h
Weaving number of lanes, N	2	
Weaving segment length, L	170	m
Terrain type	Level	
Grade		%
Length		km
Weaving type	A	Multilane or C-D
Volume ratio, VR	1.00	
Weaving ratio, R	0.40	

Conversion to pc/h Under Base Conditions

	Non-Weaving		Weaving		
	V	V	V	V	
	A-C	B-D	A-D	B-C	
Volume, V	0	0	867	1306	veh/h
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90	0.90	0.90	
Peak 15-min volume, v15	0	0	241	363	v
Trucks and buses	0	0	13	14	%
Recreational vehicles	0	0	0	0	%
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5	1.5	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2	1.2	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	1.000	1.000	0.939	0.935	
Driver population factor, fP	1.00	1.00	1.00	1.00	
Flow rate, v	0	0	1025	1552	pc/h

Weaving and Non-Weaving Speeds

	Weaving	Non-Weaving
Weaving intensity factor, Wi	10.62	3.08
Weaving and non-weaving speeds, Si	32.95	49.49
Number of lanes required for unconstrained operation, Nw (Exhibit 24-7)		1.55
Maximum number of lanes, Nw (max) (Exhibit 24-7)		1.40
Type of operation is		Constrained

Weaving Segment Speed, Density, Level of Service and Capacity

Weaving segment speed, S	32.95	km/h
Weaving segment density, D	39.10	pc/km/ln
Level of service, LOS		
Capacity for base condition, cb		pc/h

Limitations on Weaving Segments

	Analyzed	If Max Exceeded	See Note
		Maximum	Note
Weaving flow rate, Vw	2577	2800	a
Average flow rate (pc/h/ln)	1288	2400	b
Volume ratio, VR	1.00	1.00	c
Weaving ratio, R	0.40	N/A	d
Weaving length (m)	170	750	e

Notes:

- Capacity constrained by maximum allowable weaving flow rate.
- Capacity constrained by basic freeway capacity.
- Segments do not operate well at VR's exceeding max. Poor operations and some local queuing are expected in such cases.
- Breakdown may occur in some cases for Type C segments.
- When length exceeds these limits, merge and diverge are treated as isolated junctions and analyzed accordingly (HCM Chapter 25, HCS Ramps.)



HCS2000: Freeway Weaving Release 4.1c

Operational Analysis

Analyst: Ísis Sartori  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date Performed: 21/5/2010  
Analysis Time Period: Hora Pico Tarde  
Freeway/dir or Travel: SP 083  
Weaving Location: Entrelaçamento 2  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2030  
Description: Análise de Nível de Serviço

Inputs

Freeway free-flow speed, SFF	120	km/h
Weaving number of lanes, N	3	
Weaving segment length, L	170	m
Terrain type	Level	
Grade		%
Length		km
Weaving type	A	Multilane or C-D
Volume ratio, VR	1.00	
Weaving ratio, R	0.40	

Conversion to pc/h Under Base Conditions

	Non-Weaving		Weaving		
	V	V	V	V	
	A-C	B-D	A-D	B-C	
Volume, V	0	0	867	1306	veh/h
Peak-hour factor, PHF	0.95	0.95	0.95	0.95	
Peak 15-min volume, v15	0	0	228	344	v
Trucks and buses	0	1	13	14	%
Recreational vehicles	0	0	0	0	%
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5	1.5	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2	1.2	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	1.000	0.995	0.939	0.935	
Driver population factor, fP	1.00	1.00	1.00	1.00	
Flow rate, v	0	0	971	1470	pc/h

Weaving and Non-Weaving Speeds

	Weaving	Non-Weaving
Weaving intensity factor, Wi	6.80	1.69
Weaving and non-weaving speeds, Si	37.34	62.60
Number of lanes required for unconstrained operation, Nw (Exhibit 24-7)		2.17
Maximum number of lanes, Nw (max) (Exhibit 24-7)		1.40
Type of operation is		Constrained

Weaving Segment Speed, Density, Level of Service and Capacity

Weaving segment speed, S	37.34	km/h
Weaving segment density, D	21.79	pc/km/ln
Level of service, LOS	D	
Capacity for base condition, cb	4506	pc/h

Limitations on Weaving Segments

	Analyzed	If Max Exceeded	See Note
		Maximum	Note
Weaving flow rate, Vw	2441	2800	a
Average flow rate (pc/h/ln)	813	2400	b
Volume ratio, VR	1.00	0.45	c
Weaving ratio, R	0.40	N/A	d
Weaving length (m)	170	750	e

Notes:

- Capacity constrained by maximum allowable weaving flow rate.
- Capacity constrained by basic freeway capacity.
- Segments do not operate well at VR's exceeding max. Poor operations and some local queuing are expected in such cases.
- Breakdown may occur in some cases for Type C segments.
- When length exceeds these limits, merge and diverge are treated as isolated junctions and analyzed accordingly (HCM Chapter 25, HCS Ramps.)

HCS2000: Freeway Weaving Release 4.1c

Operational Analysis

Analyst: Ísis Sartori  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date Performed: 21/5/2010  
Analysis Time Period: Hora Pico Tarde  
Freeway/dir or Travel: SP 083  
Weaving Location: Entrelaçamento 2  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2030  
Description: Análise de Nível de Serviço

Inputs

Freeway free-flow speed, SFF	120	km/h
Weaving number of lanes, N	3	
Weaving segment length, L	170	m
Terrain type	Level	
Grade		%
Length		km
Weaving type	A	Multilane or C-D
Volume ratio, VR	1.00	
Weaving ratio, R	0.46	

Conversion to pc/h Under Base Conditions

	Non-Weaving		Weaving		
	V	V	V	V	
	A-C	B-D	A-D	B-C	
Volume, V	0	0	1036	854	veh/h
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90	0.90	0.90	
Peak 15-min volume, v15	0	0	288	237	v
Trucks and buses	0	1	10	20	%
Recreational vehicles	0	0	0	0	%
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5	1.5	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2	1.2	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	1.000	0.995	0.952	0.909	
Driver population factor, fP	1.00	1.00	1.00	1.00	
Flow rate, v	0	0	1208	1043	pc/h

Weaving and Non-Weaving Speeds

	Weaving	Non-Weaving
Weaving intensity factor, Wi	6.28	1.52
Weaving and non-weaving speeds, Si	38.28	65.19
Number of lanes required for unconstrained operation, Nw (Exhibit 24-7)		2.14
Maximum number of lanes, Nw (max) (Exhibit 24-7)		1.40
Type of operation is		Constrained

Weaving Segment Speed, Density, Level of Service and Capacity

Weaving segment speed, S	38.28	km/h
Weaving segment density, D	19.60	pc/km/ln
Level of service, LOS	C	
Capacity for base condition, cb	4506	pc/h

Limitations on Weaving Segments

	Analyzed	If Max Exceeded	See Note
		Maximum	Note
Weaving flow rate, Vw	2251	2800	a
Average flow rate (pc/h/ln)	750	2400	b
Volume ratio, VR	1.00	0.45	c
Weaving ratio, R	0.46	N/A	d
Weaving length (m)	170	750	e

Notes:

- Capacity constrained by maximum allowable weaving flow rate.
- Capacity constrained by basic freeway capacity.
- Segments do not operate well at VR's exceeding max. Poor operations and some local queuing are expected in such cases.
- Breakdown may occur in some cases for Type C segments.
- When length exceeds these limits, merge and diverge are treated as isolated junctions and analyzed accordingly (HCM Chapter 25, HCS Ramps.)

HCS2000: Freeway Weaving Release 4.1c

Operational Analysis

Analyst: Ísis Sartori  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date Performed: 21/5/2010  
Analysis Time Period: Hora Pico Tarde  
Freeway/dir or Travel: SP 083  
Weaving Location: Entrelaçamento 2  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2039  
Description: Análise de Nível de Serviço

Inputs

Freeway free-flow speed, SFF	120	km/h
Weaving number of lanes, N	2	
Weaving segment length, L	170	m
Terrain type	Level	
Grade		%
Length		km
Weaving type	A	Multilan
Volume ratio, VR	1.00	
Weaving ratio, R	0.46	

Conversion to pc/h Under Base Conditions

	Non-Weaving		Weaving	
	V	V	V	V
	A-C	B-D	A-D	B-C
Volume, V	0	0	1036	854
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90	0.90	0.90
Peak 15-min volume, v15	0	0	288	237
Trucks and buses	0	0	10	20
Recreational vehicles	0	0	0	0
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5	1.5	1.5
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2	1.2	1.2
Heavy vehicle adjustment, fHV	1.000	1.000	0.952	0.90
Driver population factor, fP	1.00	1.00	1.00	1.00
Flow rate, v	0	0	1208	1043

Weaving and Non-Weaving Speeds

	Weaving	Non-Weaving
Weaving intensity factor, Wi	9.31	2.58
Weaving and non-weaving speeds, Si	34.08	53.02
Number of lanes required for unconstrained operation, Nw (Exhibit 24-7)		1.52
Maximum number of lanes, Nw (max) (Exhibit 24-7)		1.40
Type of operation is		Constrained
Weaving Segment Speed, Density, Level of Service and Capac		
Weaving segment speed, S	34.08	km/h
Weaving segment density, D	33.02	pc/km/ln
Level of service, LOS		
Capacity for base condition, cb		pc/h

Limitations on Weaving Segments

	Analyzed	If Max Exceed Maximum
Weaving flow rate, Vw	2251	2800
Average flow rate (pc/h/ln)	1125	2400
Volume ratio, VR	1.00	1.00
Weaving ratio, R	0.46	N/A
Weaving length (m)	170	750

Notes:

- Capacity constrained by maximum allowable weaving flow rate.
- Capacity constrained by basic freeway capacity.
- Segments do not operate well at VR's exceeding max. Poor opera and some local queuing are expected in such cases.
- Breakdown may occur in some cases for Type C segments.
- When length exceeds these limits, merge and diverge are treated isolated junctions and analyzed accordingly (HCM Chapter 25, HC

HCS2000: Freeway Weaving Release 4.1c

Operational Analysis

Analyst: Ísis Sartori  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date Performed: 21/5/2010  
Analysis Time Period: Hora Pico Manhã  
Freeway/dir or Travel: SP 083  
Weaving Location: Entrelaçamento 1  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2039  
Description: Análise de Nível de Serviço

Inputs

Freeway free-flow speed, SFF	120	km/h
Weaving number of lanes, N	2	
Weaving segment length, L	170	m
Terrain type	Level	
Grade		%
Length		km
Weaving type	A	Multilan
Volume ratio, VR	1.00	
Weaving ratio, R	0.50	

Conversion to pc/h Under Base Conditions

	Non-Weaving		Weaving	
	V	V	V	V
	A-C	B-D	A-D	B-C
Volume, V	0	0	10	10
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90	0.90	0.90
Peak 15-min volume, v15	0	0	3	3
Trucks and buses	0	0	10	10
Recreational vehicles	0	0	0	0
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5	1.5	1.5
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2	1.2	1.2
Heavy vehicle adjustment, fHV	1.000	1.000	0.952	0.95
Driver population factor, fP	1.00	1.00	1.00	1.00
Flow rate, v	0	0	11	11

Weaving and Non-Weaving Speeds

	Weaving	Non-Weaving
Weaving intensity factor, Wi	0.04	0.01
Weaving and non-weaving speeds, Si	123.54	126.87
Number of lanes required for unconstrained operation, Nw (Exhibit 24-7)		0.98
Maximum number of lanes, Nw (max) (Exhibit 24-7)		1.40
Type of operation is		Unconstrained
Weaving Segment Speed, Density, Level of Service and Capac		
Weaving segment speed, S	123.54 km/h	
Weaving segment density, D	0.09 pc/km/ln	
Level of service, LOS	A	
Capacity for base condition, cb		pc/h

Limitations on Weaving Segments

	Analyzed	If Max Exceed Maximum
Weaving flow rate, Vw	22	2800
Average flow rate (pc/h/ln)	11	2400
Volume ratio, VR	1.00	1.00
Weaving ratio, R	0.50	N/A
Weaving length (m)	170	750

Notes:

- Capacity constrained by maximum allowable weaving flow rate.
- Capacity constrained by basic freeway capacity.
- Segments do not operate well at VR's exceeding max. Poor opera and some local queuing are expected in such cases.
- Breakdown may occur in some cases for Type C segments.
- When length exceeds these limits, merge and diverge are treated isolated junctions and analyzed accordingly (HCM Chapter 25, HC



HCS2000: Freeway Weaving Release 4.1c

Operational Analysis

Analyst: Ísis Sartori  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date Performed: 21/5/2010  
Analysis Time Period: Hora Pico Tarde  
Freeway/dir or Travel: SP 083  
Weaving Location: Entrelaçamento 1  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2039  
Description: Análise de Nível de Serviço

Inputs

Freeway free-flow speed, SFF	120	km/h
Weaving number of lanes, N	2	
Weaving segment length, L	170	m
Terrain type	Level	
Grade		%
Length		km
Weaving type	A	Multilan
Volume ratio, VR	1.00	
Weaving ratio, R	0.50	

Conversion to pc/h Under Base Conditions

	Non-Weaving		Weaving	
	V	V	V	V
	A-C	B-D	A-D	B-C
Volume, V	0	0	10	10
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90	0.90	0.90
Peak 15-min volume, v15	0	0	3	3
Trucks and buses	0	0	10	10
Recreational vehicles	0	0	0	0
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5	1.5	1.5
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2	1.2	1.2
Heavy vehicle adjustment, fHV	1.000	1.000	0.952	0.95
Driver population factor, fP	1.00	1.00	1.00	1.00
Flow rate, v	0	0	11	11

Weaving and Non-Weaving Speeds

	Weaving	Non-Weaving
Weaving intensity factor, Wi	0.04	0.01
Weaving and non-weaving speeds, Si	123.54	126.87
Number of lanes required for unconstrained operation, Nw (Exhibit 24-7)		0.98
Maximum number of lanes, Nw (max) (Exhibit 24-7)		1.40
Type of operation is		Unconstrained
Weaving Segment Speed, Density, Level of Service and Capac		
Weaving segment speed, S	123.54 km/h	
Weaving segment density, D	0.09 pc/km/ln	
Level of service, LOS	A	
Capacity for base condition, cb		pc/h

Limitations on Weaving Segments

	Analyzed	If Max Exceed Maximum
Weaving flow rate, Vw	22	2800
Average flow rate (pc/h/ln)	11	2400
Volume ratio, VR	1.00	1.00
Weaving ratio, R	0.50	N/A
Weaving length (m)	170	750

Notes:

- Capacity constrained by maximum allowable weaving flow rate.
- Capacity constrained by basic freeway capacity.
- Segments do not operate well at VR's exceeding max. Poor opera and some local queuing are expected in such cases.
- Breakdown may occur in some cases for Type C segments.
- When length exceeds these limits, merge and diverge are treated isolated junctions and analyzed accordingly (HCM Chapter 25, HC

HCS2000: Freeway Weaving Release 4.1c

Operational Analysis

Analyst: Ísis Sartori  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date Performed: 21/5/2010  
Analysis Time Period: Hora Pico Manhã  
Freeway/dir or Travel: SP 083  
Weaving Location: Entrelaçamento 2  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2020  
Description: Análise de Nível de Serviço

Inputs

Freeway free-flow speed, SFF	120	km/h
Weaving number of lanes, N	2	
Weaving segment length, L	170	m
Terrain type	Level	
Grade		%
Length		km
Weaving type	A	Multilan
Volume ratio, VR	1.00	
Weaving ratio, R	0.48	

Conversion to pc/h Under Base Conditions

	Non-Weaving		Weaving	
	V	V	V	V
	A-C	B-D	A-D	B-C
Volume, V	0	0	603	645
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90	0.90	0.90
Peak 15-min volume, v15	0	0	168	179
Trucks and buses	0	0	14	16
Recreational vehicles	0	0	0	0
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5	1.5	1.5
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2	1.2	1.2
Heavy vehicle adjustment, fHV	1.000	1.000	0.935	0.92
Driver population factor, fP	1.00	1.00	1.00	1.00
Flow rate, v	0	0	716	774

Weaving and Non-Weaving Speeds

	Weaving	Non-Weaving
Weaving intensity factor, Wi	6.24	1.51
Weaving and non-weaving speeds, Si	38.36	65.42
Number of lanes required for unconstrained operation, Nw (Exhibit 24-7)		1.42
Maximum number of lanes, Nw (max) (Exhibit 24-7)		1.40
Type of operation is		Constrained
Weaving Segment Speed, Density, Level of Service and Capac		
Weaving segment speed, S	38.36	km/h
Weaving segment density, D	19.42	pc/km/ln
Level of service, LOS	C	
Capacity for base condition, cb		pc/h

Limitations on Weaving Segments

	Analyzed	If Max Exceed Maximum
Weaving flow rate, Vw	1490	2800
Average flow rate (pc/h/ln)	745	2400
Volume ratio, VR	1.00	1.00
Weaving ratio, R	0.48	N/A
Weaving length (m)	170	750

Notes:

- Capacity constrained by maximum allowable weaving flow rate.
- Capacity constrained by basic freeway capacity.
- Segments do not operate well at VR's exceeding max. Poor opera and some local queuing are expected in such cases.
- Breakdown may occur in some cases for Type C segments.
- When length exceeds these limits, merge and diverge are treated isolated junctions and analyzed accordingly (HCM Chapter 25, HC

HCS2000: Freeway Weaving Release 4.1c

Operational Analysis

Analyst: Ísis Sartori  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date Performed: 21/5/2010  
Analysis Time Period: Hora Pico Tarde  
Freeway/dir or Travel: SP 083  
Weaving Location: Entrelaçamento 2  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2020  
Description: Análise de Nível de Serviço

Inputs

Freeway free-flow speed, SFF	120	km/h
Weaving number of lanes, N	2	
Weaving segment length, L	170	m
Terrain type	Level	
Grade		%
Length		km
Weaving type	A	Multilane or C-D
Volume ratio, VR	1.00	
Weaving ratio, R	0.48	

Conversion to pc/h Under Base Conditions

	Non-Weaving		Weaving		
	V	V	V	V	
	A-C	B-D	A-D	B-C	
Volume, V	0	0	681	624	veh/h
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90	0.90	0.90	
Peak 15-min volume, v15	0	0	189	173	v
Trucks and buses	0	0	10	11	%
Recreational vehicles	0	0	0	0	%
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5	1.5	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2	1.2	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	1.000	1.000	0.952	0.948	
Driver population factor, fP	1.00	1.00	1.00	1.00	
Flow rate, v	0	0	794	731	pc/h

Weaving and Non-Weaving Speeds

	Weaving	Non-Weaving
Weaving intensity factor, Wi	6.38	1.56
Weaving and non-weaving speeds, Si	38.09	64.67
Number of lanes required for unconstrained operation, Nw (Exhibit 24-7)		1.43
Maximum number of lanes, Nw (max) (Exhibit 24-7)		1.40
Type of operation is		Constrained

Weaving Segment Speed, Density, Level of Service and Capacity

Weaving segment speed, S	38.09	km/h
Weaving segment density, D	20.02	pc/km/ln
Level of service, LOS	D	
Capacity for base condition, cb		pc/h

Limitations on Weaving Segments

	Analyzed	If Max Exceeded See Note	Note
Weaving flow rate, Vw	1525	2800	a
Average flow rate (pc/h/ln)	762	2400	b
Volume ratio, VR	1.00	1.00	c
Weaving ratio, R	0.48	N/A	d
Weaving length (m)	170	750	e

Notes:

- Capacity constrained by maximum allowable weaving flow rate.
- Capacity constrained by basic freeway capacity.
- Segments do not operate well at VR's exceeding max. Poor operations and some local queuing are expected in such cases.
- Breakdown may occur in some cases for Type C segments.
- When length exceeds these limits, merge and diverge are treated as isolated junctions and analyzed accordingly (HCM Chapter 25, HCS Ramps.)

HCS2000: Freeway Weaving Release 4.1c

Operational Analysis

Analyst: Ísis Sartori  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date Performed: 21/5/2010  
Analysis Time Period: Hora Pico Manhã  
Freeway/dir or Travel: SP 083  
Weaving Location: Entrelaçamento 2  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2030  
Description: Análise de Nível de Serviço

Inputs

Freeway free-flow speed, SFF	120	km/h
Weaving number of lanes, N	2	
Weaving segment length, L	170	m
Terrain type	Level	
Grade		%
Length		km
Weaving type	A	Multilan
Volume ratio, VR	1.00	
Weaving ratio, R	0.42	

Conversion to pc/h Under Base Conditions

	Non-Weaving		Weaving	
	V	V	V	V
	A-C	B-D	A-D	B-C
Volume, V	0	0	768	1066
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90	0.90	0.90
Peak 15-min volume, v15	0	0	213	296
Trucks and buses	0	0	14	12
Recreational vehicles	0	0	0	0
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5	1.5	1.5
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2	1.2	1.2
Heavy vehicle adjustment, fHV	1.000	1.000	0.935	0.94
Driver population factor, fP	1.00	1.00	1.00	1.00
Flow rate, v	0	0	913	1255

Weaving and Non-Weaving Speeds

	Weaving	Non-Weaving
Weaving intensity factor, Wi	8.98	2.46
Weaving and non-weaving speeds, Si	34.42	54.06
Number of lanes required for unconstrained operation, Nw (Exhibit 24-7)		1.51
Maximum number of lanes, Nw (max) (Exhibit 24-7)		1.40
Type of operation is		Constrained
Weaving Segment Speed, Density, Level of Service and Capac		
Weaving segment speed, S	34.42	km/h
Weaving segment density, D	31.49	pc/km/ln
Level of service, LOS		
Capacity for base condition, cb		pc/h

Limitations on Weaving Segments

	Analyzed	If Max Exceed Maximum
Weaving flow rate, Vw	2168	2800
Average flow rate (pc/h/ln)	1084	2400
Volume ratio, VR	1.00	1.00
Weaving ratio, R	0.42	N/A
Weaving length (m)	170	750

Notes:

- Capacity constrained by maximum allowable weaving flow rate.
- Capacity constrained by basic freeway capacity.
- Segments do not operate well at VR's exceeding max. Poor opera and some local queuing are expected in such cases.
- Breakdown may occur in some cases for Type C segments.
- When length exceeds these limits, merge and diverge are treated isolated junctions and analyzed accordingly (HCM Chapter 25, HC



HCS2000: Freeway Weaving Release 4.1c

---

Operational Analysis

---

Analyst: Ísis Sartori  
 Agency/Co.: PERPLAN  
 Date Performed: 21/5/2010  
 Analysis Time Period: Hora Pico Tarde  
 Freeway/dir or Travel: SP 083  
 Weaving Location: Entrelaçamento 2  
 Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
 Analysis Year: 2030  
 Description: Análise de Nível de Serviço

---

Inputs

---

Freeway free-flow speed, SFF	120	km/h
Weaving number of lanes, N	2	
Weaving segment length, L	170	m
Terrain type	Level	
Grade		%
Length		km
Weaving type	A	Multilane or C-D
Volume ratio, VR	1.00	
Weaving ratio, R	0.46	

---

Conversion to pc/h Under Base Conditions

---

	Non-Weaving		Weaving		
	V	V	V	V	
	A-C	B-D	A-D	B-C	
Volume, V	0	0	1036	854	veh/h
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90	0.90	0.90	
Peak 15-min volume, v15	0	0	288	237	v
Trucks and buses	0	1	14	20	%
Recreational vehicles	0	0	0	0	%
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5	1.5	1.5	
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2	1.2	1.2	
Heavy vehicle adjustment, fHV	1.000	0.995	0.935	0.909	
Driver population factor, fP	1.00	1.00	1.00	1.00	
Flow rate, v	0	0	1231	1043	pc/h

---

Weaving and Non-Weaving Speeds

---

	Weaving	Non-Weaving
Weaving intensity factor, Wi	9.41	2.62
Weaving and non-weaving speeds, Si	34.00	52.75
Number of lanes required for unconstrained operation, Nw (Exhibit 24-7)		1.52
Maximum number of lanes, Nw (max) (Exhibit 24-7)		1.40
Type of operation is		Constrained

---

Weaving Segment Speed, Density, Level of Service and Capacity

---

Weaving segment speed, S	34.00 km/h
Weaving segment density, D	33.45 pc/km/ln
Level of service, LOS	
Capacity for base condition, cb	pc/h

---

Limitations on Weaving Segments

---

	Analyzed	If Max Exceeded See Note
Weaving flow rate, Vw	2274	2800 a
Average flow rate (pc/h/ln)	1137	2400 b
Volume ratio, VR	1.00	1.00 c
Weaving ratio, R	0.46	N/A d
Weaving length (m)	170	750 e

Notes:

- Capacity constrained by maximum allowable weaving flow rate.
- Capacity constrained by basic freeway capacity.
- Segments do not operate well at VR's exceeding max. Poor operations and some local queuing are expected in such cases.
- Breakdown may occur in some cases for Type C segments.
- When length exceeds these limits, merge and diverge are treated as isolated junctions and analyzed accordingly (HCM Chapter 25, HCS Ramps.)

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Diverge Analysis

Analyst: Lúcia Maria Pessoa de Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 21/5/2010  
Analysis time period: Hora Pico Manhã  
Freeway/dir or travel: SP 083  
Junction: Divergência 1  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2039  
Description: Análise de Nível de Serviço

Freeway Data

Type of analysis Diverge  
Number of lanes in freeway 2  
Free-flow speed on freeway 120.0 km/h  
Volume on freeway 2143 vph

Off Ramp Data

Side of freeway Right  
Number of lanes in ramp 1  
Free-Flow speed on ramp 60.0 km/h  
Volume on ramp 837 vph  
Length of first accel/decel lane 74 m  
Length of second accel/decel lane m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist? No  
Volume on adjacent ramp vph  
Position of adjacent ramp  
Type of adjacent ramp  
Distance to adjacent ramp m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	2143	837		vph
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90		
Peak 15-min volume, v15	595	233		v
Trucks and buses	13	12		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	0.00 %	0.00 %		%
Length	0.00 km	0.00 km		km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.939	0.943		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	2536	986		pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

$L = 0.00$  (Equation 25-8 or 25-9)  
EQ  
 $P = 1.000$  Using Equation 0  
FD  
 $v_{12} = v_R + (v_F - v_R) P = 2536$  pcph

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
$v_F = v_{12}$	2536	4800	No
$v_F$	2536	4400	No
$v_F = v_F - v_R$	1550	4800	No
$v_R$	986	2000	No

Level of Service Determination (if not F)

Density,  $D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L = 14.7$  pc/km/ln  
R 12 D

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence C

Speed Estimation

Intermediate speed variable,  $D = 0.492$   
S  
Space mean speed in ramp influence area,  $S = 94$  km/h

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Diverge Analysis

Analyst: Lúcia Maria Pessoa de Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 21/5/2010  
Analysis time period: Hora Pico Tarde  
Freeway/dir or travel: SP 083  
Junction: Divergência 1  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2039  
Description: Análise de Nível de Serviço

Freeway Data

Type of analysis Diverge  
Number of lanes in freeway 2  
Free-flow speed on freeway 120.0 km/h  
Volume on freeway 1974 vph

Off Ramp Data

Side of freeway Right  
Number of lanes in ramp 1  
Free-Flow speed on ramp 60.0 km/h  
Volume on ramp 1121 vph  
Length of first accel/decel lane 74 m  
Length of second accel/decel lane m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist? No  
Volume on adjacent ramp vph  
Position of adjacent ramp  
Type of adjacent ramp  
Distance to adjacent ramp m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	1974	1121		vph
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90		
Peak 15-min volume, v15	548	311		v
Trucks and buses	12	7		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	0.00 %	0.00 %		%
Length	0.00 km	0.00 km		km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.943	0.966		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	2325	1289		pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

$L = 0.00$  (Equation 25-8 or 25-9)  
EQ  
 $P = 1.000$  Using Equation 0  
FD  
 $v_{12} = v_F + (v_R - v_F) P = 2325$  pcph

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
$v_F = v_{12}$	2325	4800	No
$v_F$	2325	4400	No
$v_F = v_R - v_{FO}$	1036	4800	No
$v_R$	1289	2000	No

Level of Service Determination (if not F)

Density,  $D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L = 13.6$  pc/km/ln  
R 12 D  
Level of service for ramp-freeway junction areas of influence C

Speed Estimation

Intermediate speed variable,  $D = 0.519$   
S  
Space mean speed in ramp influence area,  $S = 92$  km/h

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Diverge Analysis

Analyst: Ísis Sartori  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 21/5/2010  
Analysis time period: Hora Pico Manhã  
Freeway/dir or travel: SP 083  
Junction: Divergência 2  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2030  
Description: Análise de Nível de Serviço

Freeway Data

Type of analysis Diverge  
Number of lanes in freeway 3  
Free-flow speed on freeway 120.0 km/h  
Volume on freeway 3785 vph

Off Ramp Data

Side of freeway Right  
Number of lanes in ramp 1  
Free-Flow speed on ramp 60.0 km/h  
Volume on ramp 812 vph  
Length of first accel/decel lane 156 m  
Length of second accel/decel lane m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist? No  
Volume on adjacent ramp vph  
Position of adjacent ramp  
Type of adjacent ramp  
Distance to adjacent ramp m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	3785	812		vph
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90		
Peak 15-min volume, v15	1051	226		v
Trucks and buses	24	24		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	0.00 %	0.00 %		%
Length	0.00 km	0.00 km		km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.893	0.893		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	4710	1010		pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

$L = 0.00$  (Equation 25-8 or 25-9)  
EQ  
 $P = 0.596$  Using Equation 5  
FD  
 $v_{12} = v_R + (v_F - v_R) P = 3214$  pcph

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
$v_F = v_{Fi}$	4710	7200	No
$v_F$	3214	4400	No
$v_F = v_F - v_{FO}$	3700	7200	No
$v_R$	1010	2000	No

Level of Service Determination (if not F)

Density,  $D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L = 16.8$  pc/km/ln

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence C

Speed Estimation

Intermediate speed variable,  $D = 0.494$   
S  
Space mean speed in ramp influence area,  $S = 94$  km/h



HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Diverge Analysis

Analyst: Lúcia Maria Pessoa de Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 21/5/2010  
Analysis time period: Hora Pico Manhã  
Freeway/dir or travel: SP 083  
Junction: Divergência 2  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2039  
Description: Análise de Nível de Serviço

Freeway Data

Type of analysis Diverge  
Number of lanes in freeway 3  
Free-flow speed on freeway 120.0 km/h  
Volume on freeway 4298 vph

Off Ramp Data

Side of freeway Right  
Number of lanes in ramp 1  
Free-Flow speed on ramp 60.0 km/h  
Volume on ramp 1102 vph  
Length of first accel/decel lane 156 m  
Length of second accel/decel lane m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist? No  
Volume on adjacent ramp vph  
Position of adjacent ramp  
Type of adjacent ramp  
Distance to adjacent ramp m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	4298	1102		vph
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90		
Peak 15-min volume, v15	1194	306		v
Trucks and buses	24	22		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	0.00 %	0.00 %		%
Length	0.00 km	0.00 km		km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fhv	0.893	0.901		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	5349	1359		pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

$L = 0.00$  (Equation 25-8 or 25-9)  
EQ  
 $P = 0.564$  Using Equation 5  
FD  
 $v_{12} = v_R + (v_F - v_R) P = 3608$  pcph

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
$v_F = v_{Fi}$	5349	7200	No
$v_F$	3608	4400	No
$v_F = v_F - v_{FO}$	3990	7200	No
$v_R$	1359	2000	No

Level of Service Determination (if not F)

Density,  $D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L = 18.9$  pc/km/ln  
R D

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence D

Speed Estimation

Intermediate speed variable,  $D = 0.525$   
S  
Space mean speed in ramp influence area,  $S = 92$  km/h

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Diverge Analysis

Analyst: Lúcia Maria Pessoa de Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 21/5/2010  
Analysis time period: Hora Pico Tarde  
Freeway/dir or travel: SP 083  
Junction: Divergência 2  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2039  
Description: Análise de Nível de Serviço

Freeway Data

Type of analysis Diverge  
Number of lanes in freeway 3  
Free-flow speed on freeway 120.0 km/h  
Volume on freeway 5881 vph

Off Ramp Data

Side of freeway Right  
Number of lanes in ramp 1  
Free-Flow speed on ramp 60.0 km/h  
Volume on ramp 1387 vph  
Length of first accel/decel lane 156 m  
Length of second accel/decel lane m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist? No  
Volume on adjacent ramp vph  
Position of adjacent ramp  
Type of adjacent ramp  
Distance to adjacent ramp m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	5881	1387		vph
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90		
Peak 15-min volume, v15	1634	385		v
Trucks and buses	21	21		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	0.00 %	0.00 %		%
Length	0.00 km	0.00 km		km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.905	0.905		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	7221	1703		pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

$L = 0.00$  (Equation 25-8 or 25-9)  
EQ  
 $P = 0.501$  Using Equation 5  
FD  
 $v_{12} = v_F + (v_R - v_F) P = 4468$  pcph  
12 R F R FD

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
$v_F = v_F$	7221	7200	Yes
$v_F$	4468	4400	Yes
$v_F = v_F - v_{FO}$	5518	7200	No
$v_R$	1703	2000	No

Level of Service Determination (if not F)

Density,  $D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L = 23.5$  pc/km/ln  
R 12 D

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence F

Speed Estimation

Intermediate speed variable,  $D = 0.556$   
S  
Space mean speed in ramp influence area,  $S = 91$  km/h

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Diverge Analysis

Analyst: Ísis Sartori  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 21/5/2010  
Analysis time period: Hora Pico Tarde  
Freeway/dir or travel: SP 083  
Junction: Divergência 2  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2030  
Description: Análise de Nível de Serviço

Freeway Data

Type of analysis	Diverge	
Number of lanes in freeway	3	
Free-flow speed on freeway	120.0	km/h
Volume on freeway	4902	vph

Off Ramp Data

Side of freeway	Right	
Number of lanes in ramp	1	
Free-Flow speed on ramp	60.0	km/h
Volume on ramp	936	vph
Length of first accel/decel lane	156	m
Length of second accel/decel lane		m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist?	No	
Volume on adjacent ramp		vph
Position of adjacent ramp		
Type of adjacent ramp		
Distance to adjacent ramp		m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	4902	936		vph
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90		
Peak 15-min volume, v15	1362	260		v
Trucks and buses	20	25		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	0.00 %	0.00 %		%
Length	0.00 km	0.00 km		km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.909	0.889		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	5991	1170		pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

L = 0.00 (Equation 25-8 or 25-9)  
EQ  
P = 0.556 Using Equation 5  
FD  
 $v_{12} = v_R + (v_F - v_R) P = 3852$  pcph  
FD

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
$v_F = v_{Fi}$	5991	7200	No
$v_F$	3852	4400	No
$v_F = v_F - v_{FO}$	4821	7200	No
$v_R$	1170	2000	No

Level of Service Determination (if not F)

Density,  $D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L = 20.2$  pc/km/ln  
R D

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence D

Speed Estimation

Intermediate speed variable,  $D = 0.508$   
S  
Space mean speed in ramp influence area,  $S = 93$  km/h

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Diverge Analysis

Analyst: Lúcia Maria Pessoa de Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 21/5/2010  
Analysis time period: Hora Pico Manhã  
Freeway/dir or travel: SP 083  
Junction: Divergência 3  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2039  
Description: Análise de Nível de Serviço

Freeway Data

Type of analysis Diverge  
Number of lanes in freeway 3  
Free-flow speed on freeway 120.0 km/h  
Volume on freeway 4371 vph

Off Ramp Data

Side of freeway Right  
Number of lanes in ramp 1  
Free-Flow speed on ramp 60.0 km/h  
Volume on ramp 867 vph  
Length of first accel/decel lane 180 m  
Length of second accel/decel lane m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist? No  
Volume on adjacent ramp vph  
Position of adjacent ramp  
Type of adjacent ramp  
Distance to adjacent ramp m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	4371	867		vph
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90		
Peak 15-min volume, v15	1214	241		v
Trucks and buses	18	13		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	0.00 %	0.00 %		%
Length	0.00 km	0.00 km		km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.917	0.939		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	5294	1026		pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

$L = 0.00$  (Equation 25-8 or 25-9)  
EQ  
 $P = 0.580$  Using Equation 5  
FD  
 $v_{12} = v_R + (v_F - v_R) P = 3503$  pcph

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
$v_F = v_{Fi}$	5294	7200	No
$v_F$	3503	4400	No
$v_F = v_F - v_{FO}$	4268	7200	No
$v_R$	1026	2000	No

Level of Service Determination (if not F)

Density,  $D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L = 17.9$  pc/km/ln  
R D  
Level of service for ramp-freeway junction areas of influence D

Speed Estimation

Intermediate speed variable,  $D = 0.495$   
S  
Space mean speed in ramp influence area,  $S = 94$  km/h



HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Diverge Analysis

Analyst: Lúcia Maria Pessoa de Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 21/5/2010  
Analysis time period: Hora Pico Tarde  
Freeway/dir or travel: SP 083  
Junction: Divergência 3  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2039  
Description: Análise de Nível de Serviço

Freeway Data

Type of analysis Diverge  
Number of lanes in freeway 3  
Free-flow speed on freeway 120.0 km/h  
Volume on freeway 4457 vph

Off Ramp Data

Side of freeway Right  
Number of lanes in ramp 1  
Free-Flow speed on ramp 60.0 km/h  
Volume on ramp 1036 vph  
Length of first accel/decel lane 180 m  
Length of second accel/decel lane m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist? No  
Volume on adjacent ramp vph  
Position of adjacent ramp  
Type of adjacent ramp  
Distance to adjacent ramp m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	4457	1036		vph
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90		
Peak 15-min volume, v15	1238	288		v
Trucks and buses	17	10		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	0.00 %	0.00 %		%
Length	0.00 km	0.00 km		km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.922	0.952		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	5373	1209		pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

$L = 0.00$  (Equation 25-8 or 25-9)  
EQ  
 $P = 0.570$  Using Equation 5  
FD  
 $v_{12} = v_R + (v_F - v_R) P = 3583$  pcph

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
$v_F = v_{Fi}$	5373	7200	No
$v_F$	3583	4400	No
$v_F = v_F - v_{FO}$	4164	7200	No
$v_R$	1209	2000	No

Level of Service Determination (if not F)

Density,  $D = 2.642 + 0.0053 v_{12} - 0.0183 L = 18.3$  pc/km/ln  
R D

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence D

Speed Estimation

Intermediate speed variable,  $D = 0.512$   
S  
Space mean speed in ramp influence area,  $S = 93$  km/h

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Merge Analysis

Analyst: Ísis Sartori  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 21/5/2010  
Analysis time period: Hora Pico da Manhã  
Freeway/dir or travel: SP 083  
Junction: Convergência 1  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2030  
Description: Análise de Nível de Serviço

Freeway Data

Type of analysis Merge  
Number of lanes in freeway 3  
Free-flow speed on freeway 120.0 km/h  
Volume on freeway 2973 vph

On Ramp Data

Side of freeway Right  
Number of lanes in ramp 1  
Free-flow speed on ramp 60.0 km/h  
Volume on ramp 972 vph  
Length of first accel/decel lane 115 m  
Length of second accel/decel lane m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist? No  
Volume on adjacent Ramp vph  
Position of adjacent Ramp  
Type of adjacent Ramp  
Distance to adjacent Ramp m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	2973	972		vph
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90		
Peak 15-min volume, v15	826	270		v
Trucks and buses	24	9		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade		%	%	%
Length		km	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.893	0.957		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	3700	1129		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

L = 0.00 (Equation 25-2 or 25-3)  
EQ  
P = 0.588 Using Equation 1  
FM  
 $v_{12} = v_F (P_{FM}) = 2176$  pcph

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v	4829	7200	No
FO			
v	3305	4600	No
R12			

Level of Service Determination (if not F)

Density,  $D = 3.402 + 0.00456 v_R + 0.0048 v_{12} - 0.01278 L_A = 17.5$  pc/km/ln

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence D

Speed Estimation

Intermediate speed variable, M = 0.400  
S  
Space mean speed in ramp influence area, S = 98.8 km/h  
R  
Space mean speed in outer lanes, S = 114.1 km/h  
Space mean speed for all vehicles, S = 103.2 km/h

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Merge Analysis

Analyst: Lúcia Maria Pessoa de Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 21/5/2010  
Analysis time period: Hora Pico Manhã  
Freeway/dir or travel: SP 083  
Junction: Convergência 1  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2039  
Description: Análise de Nível de Serviço

Freeway Data

Type of analysis Merge  
Number of lanes in freeway 3  
Free-flow speed on freeway 120.0 km/h  
Volume on freeway 3196 vph

On Ramp Data

Side of freeway Right  
Number of lanes in ramp 1  
Free-flow speed on ramp 60.0 km/h  
Volume on ramp 837 vph  
Length of first accel/decel lane 115 m  
Length of second accel/decel lane m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist? No  
Volume on adjacent Ramp vph  
Position of adjacent Ramp  
Type of adjacent Ramp  
Distance to adjacent Ramp m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	3196	837		vph
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90		
Peak 15-min volume, v15	888	233		v
Trucks and buses	25	12		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade		%	%	%
Length	km	km	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.889	0.943		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	3995	986		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

L = 0.00 (Equation 25-2 or 25-3)  
EQ  
P = 0.588 Using Equation 1  
FM  
 $v_{12} = v_{12F} (P_{FM}) = 2349$  pcph

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v	4981	7200	No
FO			
v	3335	4600	No
R12			

Level of Service Determination (if not F)

Density,  $D = 3.402 + 0.00456 \frac{v}{R} + 0.0048 \frac{v}{12} - 0.01278 \frac{L}{A} = 17.7$  pc/km/ln

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence D

Speed Estimation

Intermediate speed variable, M = 0.403  
S  
Space mean speed in ramp influence area, S = 98.6 km/h  
R  
Space mean speed in outer lanes, S = 113.4 km/h  
Space mean speed for all vehicles, S = 103.1 km/h

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Merge Analysis

Analyst: Ísis Sartori  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 21/5/2010  
Analysis time period: Hora Pico da Tarde  
Freeway/dir or travel: SP 083  
Junction: Convergência 1  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2030  
Description: Análise de Nível de Serviço

Freeway Data

Type of analysis Merge  
Number of lanes in freeway 3  
Free-flow speed on freeway 120.0 km/h  
Volume on freeway 4026 vph

On Ramp Data

Side of freeway Right  
Number of lanes in ramp 1  
Free-flow speed on ramp 60.0 km/h  
Volume on ramp 975 vph  
Length of first accel/decel lane 115 m  
Length of second accel/decel lane m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist? No  
Volume on adjacent Ramp vph  
Position of adjacent Ramp  
Type of adjacent Ramp  
Distance to adjacent Ramp m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	4026	975		vph
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90		
Peak 15-min volume, v15	1118	271		v
Trucks and buses	20	7		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	%	%	%	%
Length	km	km	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.909	0.966		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	4921	1121		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

L = 0.00 (Equation 25-2 or 25-3)  
EQ  
P = 0.588 Using Equation 1  
FM  
 $v_{12} = v_{F \cdot FM} = 2894$  pcph

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v	6042	7200	No
FO			
v	4015	4600	No
R12			

Level of Service Determination (if not F)

Density,  $D = 3.402 + 0.00456 v_R + 0.0048 v_{12} - 0.01278 L_A = 20.9$  pc/km/ln

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence D

Speed Estimation

Intermediate speed variable,  $M = 0.510$   
S  
Space mean speed in ramp influence area,  $S = 93.0$  km/h  
R  
Space mean speed in outer lanes,  $S = 111.1$  km/h  
Space mean speed for all vehicles,  $S = 98.4$  km/h



HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Merge Analysis

Analyst: Lúcia Maria Pessoa de Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 21/5/2010  
Analysis time period: Hora Pico Tarde  
Freeway/dir or travel: SP 083  
Junction: Convergência 1  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2039  
Description: Análise de Nível de Serviço

Freeway Data

Type of analysis Merge  
Number of lanes in freeway 3  
Free-flow speed on freeway 120.0 km/h  
Volume on freeway 4494 vph

On Ramp Data

Side of freeway Right  
Number of lanes in ramp 1  
Free-flow speed on ramp 60.0 km/h  
Volume on ramp 1121 vph  
Length of first accel/decel lane 115 m  
Length of second accel/decel lane m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist? No  
Volume on adjacent Ramp vph  
Position of adjacent Ramp  
Type of adjacent Ramp  
Distance to adjacent Ramp m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	4494	1121		vph
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90		
Peak 15-min volume, v15	1248	311		v
Trucks and buses	21	7		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	%	%	%	%
Length	km	km	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.905	0.966		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	5518	1289		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

L = 0.00 (Equation 25-2 or 25-3)  
EQ  
P = 0.588 Using Equation 1  
FM  
v = v (P) = 3245 pcph  
12 F FM

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v	6807	7200	No
FO			
v	4534	4600	No
R12			

Level of Service Determination (if not F)

Density, D =  $3.402 + 0.00456 v + 0.0048 v - 0.01278 L$  = 23.4 pc/km/ln  
R R 12 A

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence E

Speed Estimation

Intermediate speed variable, M = 0.657  
S  
Space mean speed in ramp influence area, S = 85.2 km/h  
R  
Space mean speed in outer lanes, S = 109.7 km/h  
Space mean speed for all vehicles, S = 92.1 km/h

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Merge Analysis

Analyst: Lúcia Maria Pessoa de Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 21/5/2010  
Analysis time period: Hora Pico Manhã  
Freeway/dir or travel: SP 083  
Junction: Convergência 2  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2039  
Description: Análise de Nível de Serviço

Freeway Data

Type of analysis Merge  
Number of lanes in freeway 2  
Free-flow speed on freeway 120.0 km/h  
Volume on freeway 867 vph

On Ramp Data

Side of freeway Right  
Number of lanes in ramp 1  
Free-flow speed on ramp 60.0 km/h  
Volume on ramp 1102 vph  
Length of first accel/decel lane 315 m  
Length of second accel/decel lane m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist? No  
Volume on adjacent Ramp vph  
Position of adjacent Ramp  
Type of adjacent Ramp  
Distance to adjacent Ramp m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	867	1102		vph
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90		
Peak 15-min volume, v15	241	306		v
Trucks and buses	13	22		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	%	%	%	%
Length	km	km	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.939	0.901		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	1026	1359		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

L = 0.00 (Equation 25-2 or 25-3)  
EQ  
P = 1.000 Using Equation 0  
FM  
v = v (P) = 1026 pcph  
12 F FM

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v	2385	4800	No
FO			
v	2385	4600	No
R12			

Level of Service Determination (if not F)

Density, D = 3.402 + 0.00456 v + 0.0048 v - 0.01278 L = 10.5 pc/km/ln  
R R 12 A

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence B

Speed Estimation

Intermediate speed variable, M = 0.288  
S  
Space mean speed in ramp influence area, S = 104.7 km/h  
R  
Space mean speed in outer lanes, S = N/A km/h  
Space mean speed for all vehicles, S = 104.7 km/h

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Merge Analysis

Analyst: Lúcia Maria Pessoa de Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 21/5/2010  
Analysis time period: Hora Pico Tarde  
Freeway/dir or travel: SP 083  
Junction: Convergência 2  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2039  
Description: Análise de Nível de Serviço

Freeway Data

Type of analysis Merge  
Number of lanes in freeway 2  
Free-flow speed on freeway 120.0 km/h  
Volume on freeway 1036 vph

On Ramp Data

Side of freeway Right  
Number of lanes in ramp 1  
Free-flow speed on ramp 60.0 km/h  
Volume on ramp 1387 vph  
Length of first accel/decel lane 315 m  
Length of second accel/decel lane m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist? No  
Volume on adjacent Ramp vph  
Position of adjacent Ramp  
Type of adjacent Ramp  
Distance to adjacent Ramp m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	1036	1387		vph
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90		
Peak 15-min volume, v15	288	385		v
Trucks and buses	10	21		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	%	%	%	%
Length	km	km	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.952	0.905		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	1209	1703		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

L = 0.00 (Equation 25-2 or 25-3)  
EQ  
P = 1.000 Using Equation 0  
FM  
v = v (P) = 1209 pcph  
12 F FM

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v	2912	4800	No
FO			
v	2912	4600	No
R12			

Level of Service Determination (if not F)

Density, D =  $3.402 + 0.00456 v + 0.0048 v - 0.01278 L = 12.9$  pc/km/ln  
R R 12 A

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence C

Speed Estimation

Intermediate speed variable, M = 0.317  
S  
Space mean speed in ramp influence area, S = 103.2 km/h  
R  
Space mean speed in outer lanes, S = N/A km/h  
Space mean speed for all vehicles, S = 103.2 km/h

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Merge Analysis

Analyst: Lúcia Maria Pessoa de Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 21/5/2010  
Analysis time period: Hora Pico Manhã  
Freeway/dir or travel: SP 083  
Junction: Convergência 3  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2039  
Description: Análise de Nível de Serviço

Freeway Data

Type of analysis Merge  
Number of lanes in freeway 3  
Free-flow speed on freeway 120.0 km/h  
Volume on freeway 3503 vph

On Ramp Data

Side of freeway Right  
Number of lanes in ramp 1  
Free-flow speed on ramp 60.0 km/h  
Volume on ramp 1306 vph  
Length of first accel/decel lane 135 m  
Length of second accel/decel lane m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist? No  
Volume on adjacent Ramp vph  
Position of adjacent Ramp  
Type of adjacent Ramp  
Distance to adjacent Ramp m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	3503	1306		vph
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90		
Peak 15-min volume, v15	973	363		v
Trucks and buses	20	14		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	%	%	%	%
Length	km	km	km	km
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.909	0.935		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	4281	1553		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

L = 0.00 (Equation 25-2 or 25-3)  
EQ  
P = 0.590 Using Equation 1  
FM  
v = v (P) = 2525 pcph  
12 F FM

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v	5834	7200	No
FO			
v	4078	4600	No
R12			

Level of Service Determination (if not F)

Density, D =  $3.402 + 0.00456 v + 0.0048 v - 0.01278 L$  = 20.9 pc/km/ln  
R R 12 A

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence D

Speed Estimation

Intermediate speed variable, M = 0.519  
S  
Space mean speed in ramp influence area, S = 92.5 km/h  
R  
Space mean speed in outer lanes, S = 112.7 km/h  
Space mean speed for all vehicles, S = 97.8 km/h



HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Merge Analysis

Analyst: Lúcia Maria Pessoa de Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 21/5/2010  
Analysis time period: Hora Pico Tarde  
Freeway/dir or travel: SP 083  
Junction: Convergência 3  
Jurisdiction: Rota das Bandeiras  
Analysis Year: 2039  
Description: Análise de Nível de Serviço

Freeway Data

Type of analysis Merge  
Number of lanes in freeway 3  
Free-flow speed on freeway 120.0 km/h  
Volume on freeway 3421 vph

On Ramp Data

Side of freeway Right  
Number of lanes in ramp 1  
Free-flow speed on ramp 60.0 km/h  
Volume on ramp 854 vph  
Length of first accel/decel lane 135 m  
Length of second accel/decel lane m

Adjacent Ramp Data (if one exists)

Does adjacent ramp exist? No  
Volume on adjacent Ramp vph  
Position of adjacent Ramp  
Type of adjacent Ramp  
Distance to adjacent Ramp m

Conversion to pc/h Under Base Conditions

Junction Components	Freeway	Ramp	Adjacent Ramp	
Volume, V (vph)	3421	854		vph
Peak-hour factor, PHF	0.90	0.90		
Peak 15-min volume, v15	950	237		v
Trucks and buses	20	20		%
Recreational vehicles	0	0		%
Terrain type:	Level	Level	Level	
Grade	%	%	%	
Length	km	km	km	
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5		
Recreational vehicle PCE, ER	1.2	1.2		
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.909	0.909		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	4181	1044		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

L = 0.00 (Equation 25-2 or 25-3)  
EQ  
P = 0.590 Using Equation 1  
FM  
v = v (P) = 2466 pcph  
12 F FM

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v	5225	7200	No
FO			
v	3510	4600	No
R12			

Level of Service Determination (if not F)

Density, D =  $3.402 + 0.00456 v + 0.0048 v - 0.01278 L$  = 18.3 pc/km/ln  
R R 12 A

Level of service for ramp-freeway junction areas of influence D

Speed Estimation

Intermediate speed variable, M = 0.419  
S  
Space mean speed in ramp influence area, S = 97.8 km/h  
R  
Space mean speed in outer lanes, S = 113.0 km/h  
Space mean speed for all vehicles, S = 102.3 km/h

## ANEXO C: 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 C.1-A e C.1-B).

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

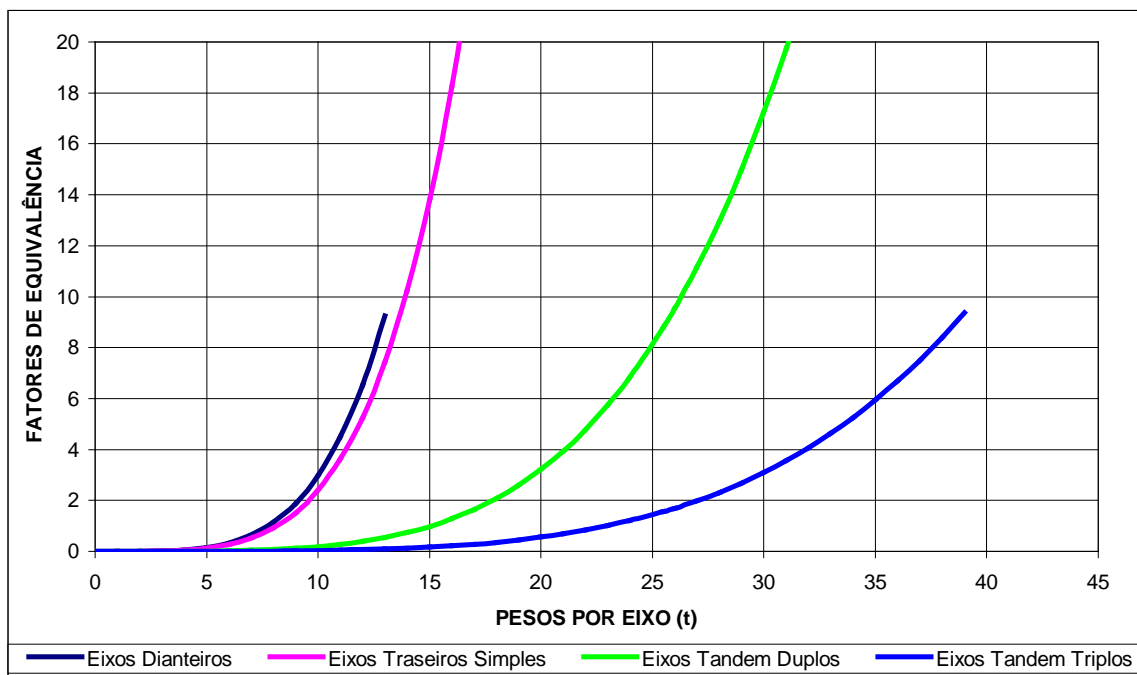
75% dos veículos de cada categoria com carga máxima legal em cada um de seus eixos

25% dos veículos vazios

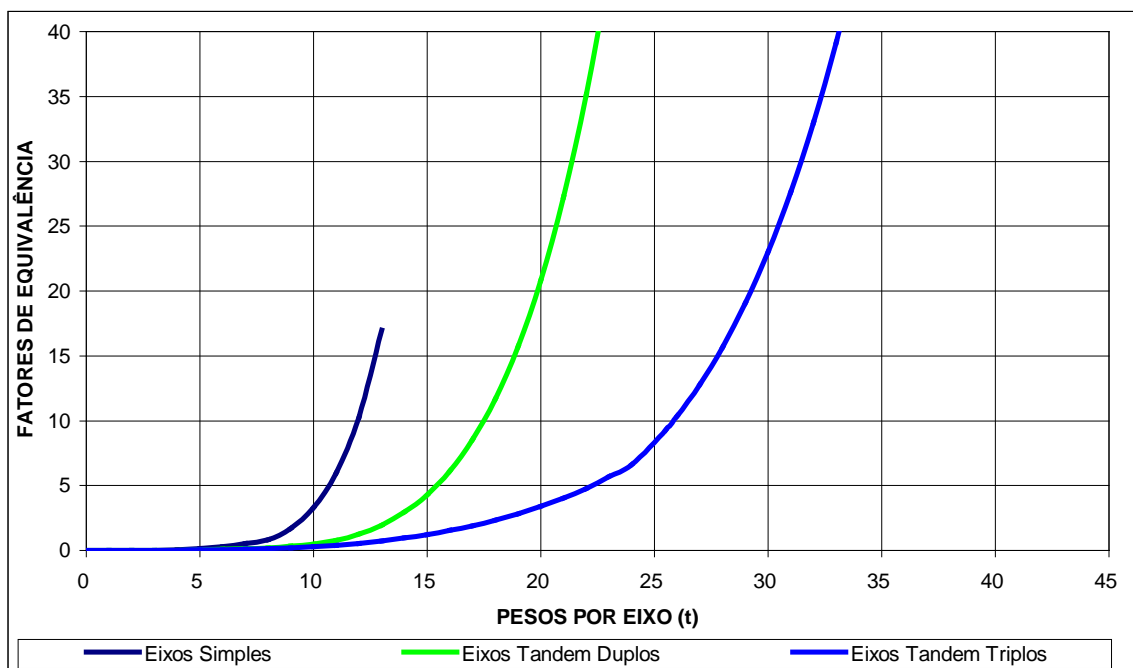
Os resultados do cálculo para as diversas categorias de veículos estão na Tabela C.1. Na parte (a) dessa tabela estão as hipóteses de distribuição de pesos por eixo dos veículos vazios e carregados de cada categoria. Na parte (b) estão os cálculos dos fatores de veículo pelo conceito AASHTO, em que os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

**Figura C.1: Fatores de Equivalência para Dimensionamento do Pavimento**  
**Número de passadas do Eixo Padrão**

**A) MÉTODO AASHTO**



**B) MÉTODO USACE**



**Tabela C.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
			Eixos  Dianteiros	Eixos Traseiros				
				Simples	Simples	Tandem Duplo	Tandem Triplo	Total
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 C.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