



AGÊNCIA DE TRANSPORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO

Código RT-SP0000150-060.065-522-J04/001	REV. 0
--	-----------

Emissão 21/09/2015	Folha 1/110
-----------------------	----------------

Emitente:



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

Resp. Técnico / Concessionária
--------------------------------

Lote: 22	Rodovia: SP150
-------------	-------------------

DE – DER
----------

Trecho: km 60+800 ao km 65+000
-----------------------------------

Verificado – ARTESP
---------------------

Objeto: Estudo de Tráfego Empreendimento Conexão Porto/Cidade – Santos - alternativa - DERSA junho/2015

Aprovado – ARTESP
-------------------

Documentos de Referência:

Documentos Resultantes:

Observação:

Rev.	Data	Resp. Téc/Proj.	Resp. Téc/Conces.	DE - DER	Ver - ARTESP	Aprovado - ARTESP
0	21/09/15					

## CONTEÚDO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA GERAL</b> .....	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>ATUALIZAÇÃO DAS MATRIZES OD</b> .....	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>ANÁLISE DE NÍVEL SERVIÇO: REDE ATUAL</b> .....	<b>18</b>
4.1	FLUXOS NA REDE .....	18
4.2	ANÁLISE DE NÍVEIS DE SERVIÇO DA RODOVIA E MARGINAIS .....	18
<b>5</b>	<b>ANÁLISE DE NÍVEL SERVIÇO: ESTUDO FUNCIONAL PROPOSTO</b> .....	<b>33</b>
5.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	33
5.2	RESULTADOS DAS ANÁLISES.....	33
<b>6</b>	<b>ANÁLISES DAS PISTAS EXPRESSAS– MÉTODO HCM</b> .....	<b>45</b>
6.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	45
6.2	RESULTADOS DAS ANÁLISES.....	45
<b>7</b>	<b>ANÁLISES DOS CONFLITOS PONTUAIS – MÉTODO HCM</b> .....	<b>50</b>
7.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	50
7.2	METODOLOGIA DE ANÁLISE DE DESEMPENHO NOS PONTOS DE TURBULÊNCIA .....	55
7.2.1	<i>Pontos de Convergência e Divergência</i> .....	55
7.2.2	<i>Entrelaçamentos</i> .....	55
7.3	ANÁLISE DE NÍVEL DE SERVIÇO DOS ENTRELAÇAMENTOS.....	56
7.4	ANÁLISE DE NÍVEL DE SERVIÇO DAS JUNÇÕES.....	62
7.5	ALTERNATIVA DE CONFIGURAÇÃO – ENTRELAÇAMENTO 2 .....	64
<b>8</b>	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b> .....	<b>68</b>
8.1	RESUMO DO PROJETO FUNCIONAL PROPOSTO.....	68
8.2	RESULTADOS DAS ANÁLISES DAS SEÇÕES DE TRÁFEGO DO FUNCIONAL PROPOSTO .....	68
8.3	RESULTADOS DAS ANÁLISES DOS PONTOS DE TURBULÊNCIA DO FUNCIONAL PROPOSTO .....	69
8.3.1	<i>Conflitos nas Junções – Convergências, Divergências e Entrelaçamentos</i> .....	69
<b>ANEXO A: COMENTÁRIOS SOBRE O FECHAMENTO DA AGULHA DO KM 64</b> .....		<b>71</b>
<b>ANEXO B: RESULTADO DAS ANÁLISES DE NÍVEL DE SERVIÇO – HCS2000</b> .....		<b>79</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Este relatório apresenta os estudos de tráfego relativos à implantação de melhorias no sistema viário da SP150 – Rodovia Anchieta - na seção entre os quilômetros 60+800 e 65, inserida nos municípios de São Vicente e Santos. O segmento está destacado na Figura 1.1.

Foi realizado um trabalho anterior (RT-SP0000150-055.065-022-J04/003, datado de 04 de novembro de 2013) no qual foram analisadas alternativas de projeto para o trecho da SP150 entre os quilômetros 55 e 65. Posteriormente, em um trabalho datado de 24 de junho de 2015 (RT-SP0000150-061.065-022-J04/001), foram estudadas novas alternativas de configurações para um trecho mais restrito, entre os quilômetros 60+800 e 65, com alterações no dispositivo do km 63 e no trevo de acesso à Avenida Engenheiro Antônio Alves Freire (km 64+500).

No presente trabalho, foram estudadas alternativas ao projeto do trabalho de junho para o mesmo do trecho do km 60+800 ao 65 e a atualização dos fluxos de veículos leves e pesados da rede viária (Capítulo 3 deste relatório).

A configuração atual do trecho em estudo conta com duas faixas de rolamento por sentido na via expressa da SP150. Suas vias marginais, onde existem, permitem o fluxo de veículos em mão-dupla, absorvendo o tráfego local lindeiro à SP150. A Figura 1.2 apresenta fotos aéreas que ilustram as condições atuais do trecho, entre os quilômetros 60+800 e 65, onde são planejadas implantações de melhorias no sistema viário da SP150.

O principal objetivo da implantação de melhorias no trecho é proporcionar acessos adequados e maior capacidade ao sistema viário. De forma a garantir capacidade suficiente no sistema viário da SP150 nos próximos anos, propõe-se:

- em alguns trechos, a modificação das pistas marginais, fazendo-as operar em mão única.
- próximo ao km 62+700, a implantação de uma ponte a ser realizada pela prefeitura de Santos, dando acesso às regiões próximas dos bairros Bom Retiro e Rádio Clube, em Santos. Essa ponte tem acesso à marginal Sul, no sentido Cubatão-Ponte, e a outra extremidade é conectada a uma rotatória que passará a pertencer ao viário local.
- próximo ao km 64+500, a extensão do viaduto existente (conexão com a SP150 e transposição da ferrovia) até o Retão da Alemoa (Avenida Augusto Barata), permitindo o desnivelamento do tráfego direto rodovia-porto.

A Figura 1.3 (de **a** até **c**) apresenta o projeto proposto.

O objetivo deste trabalho foi verificar se as soluções analisadas atendem adequadamente à demanda futura que virá a solicitar o trecho nos próximos anos.

Figura 1.1: SP150 km 60+800 a 65 – Trecho em Estudo



Figura 1.2.a: Trecho SP150 km60+800ao 65 – Configuração Atual

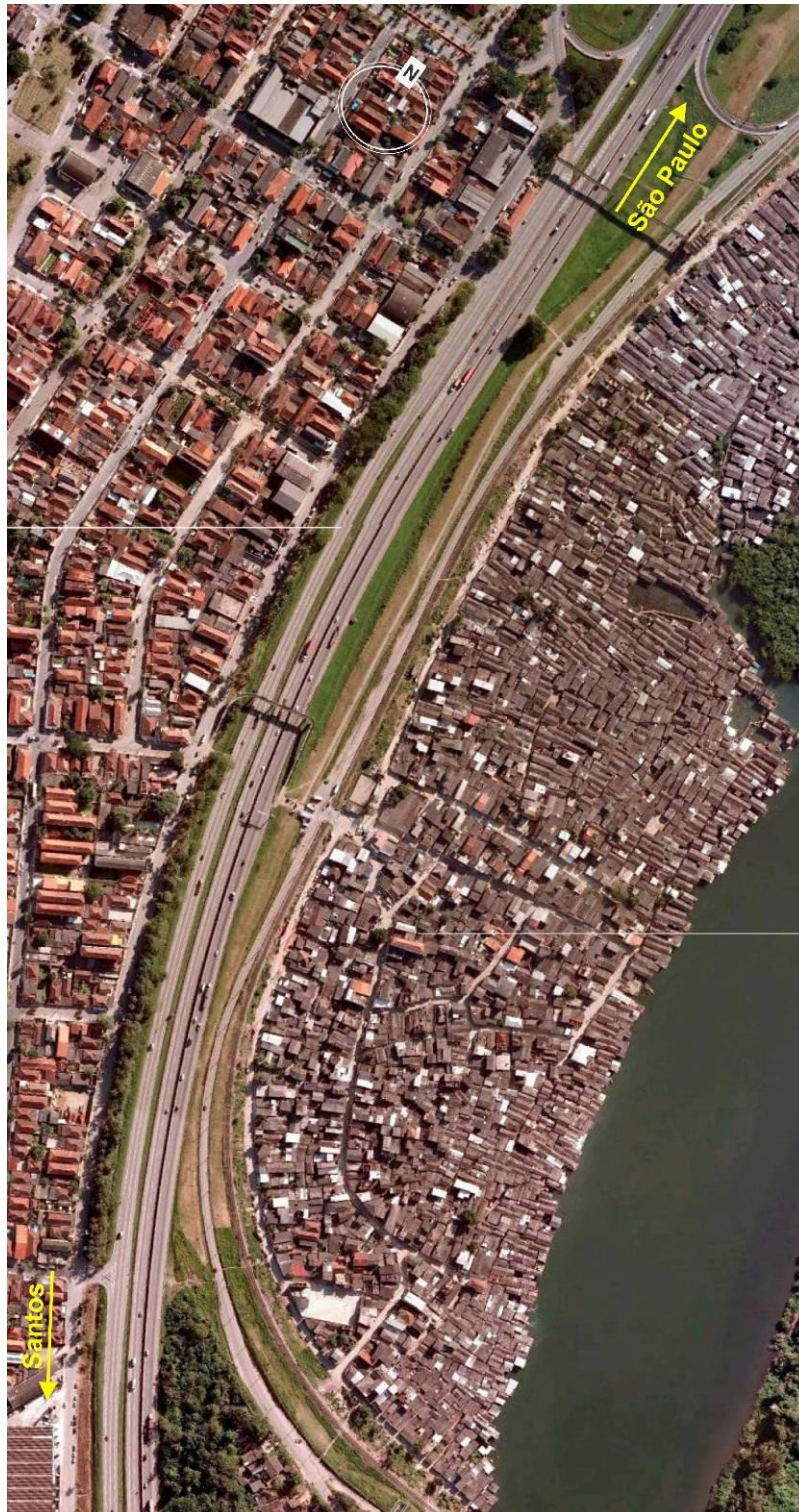


Figura 1.2.b: Trecho SP150 km60+800 ao 65 – Configuração Atual



Figura 1.2.c: Trecho SP150 km60+800 ao 65 – Configuração Atual



Figura 1.2.d: Trecho SP150 km60+800 ao 65 – Configuração Atual





Figura 1.3.a: Projeto Proposto

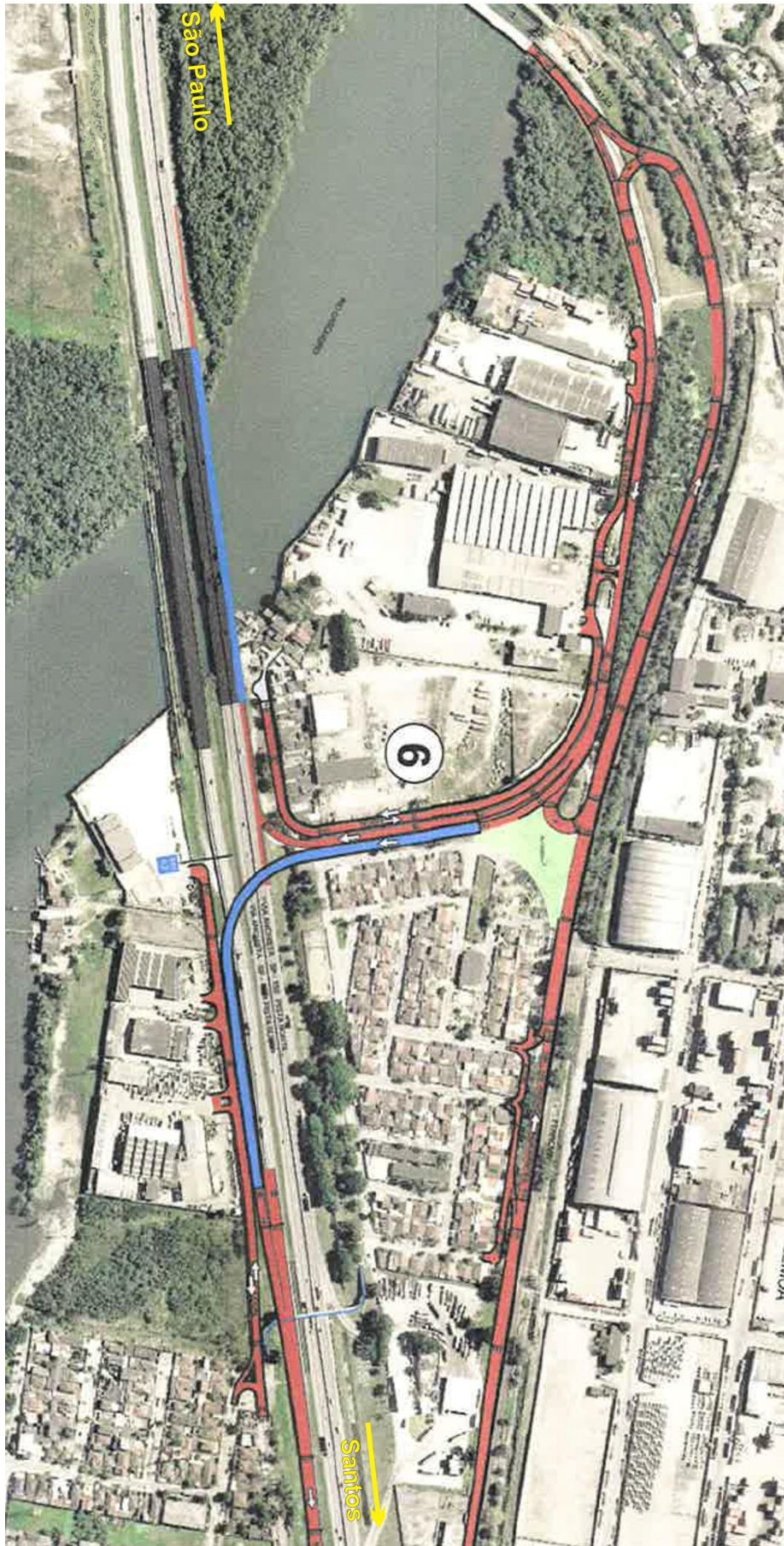


Figura 1.3.b: Projeto Proposto

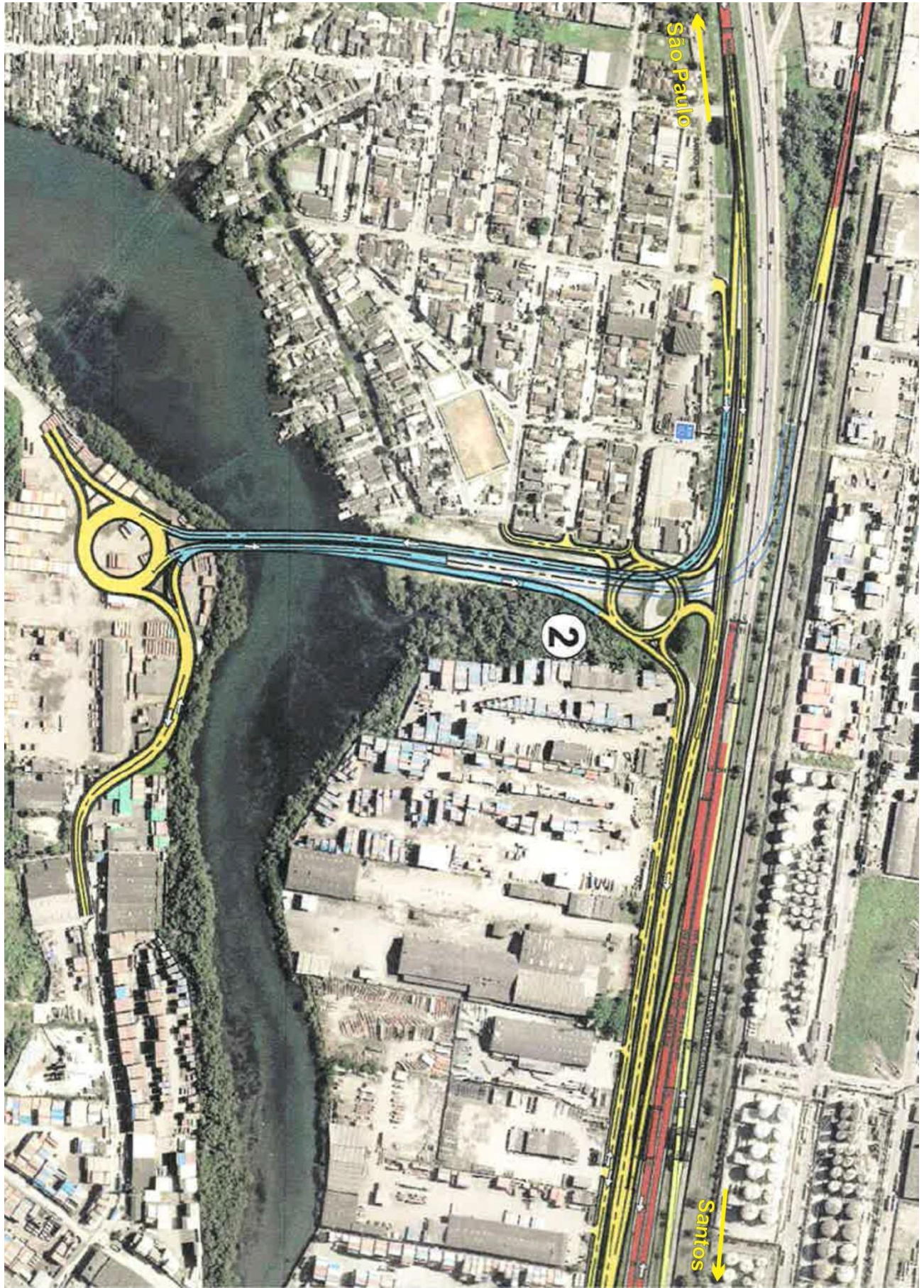
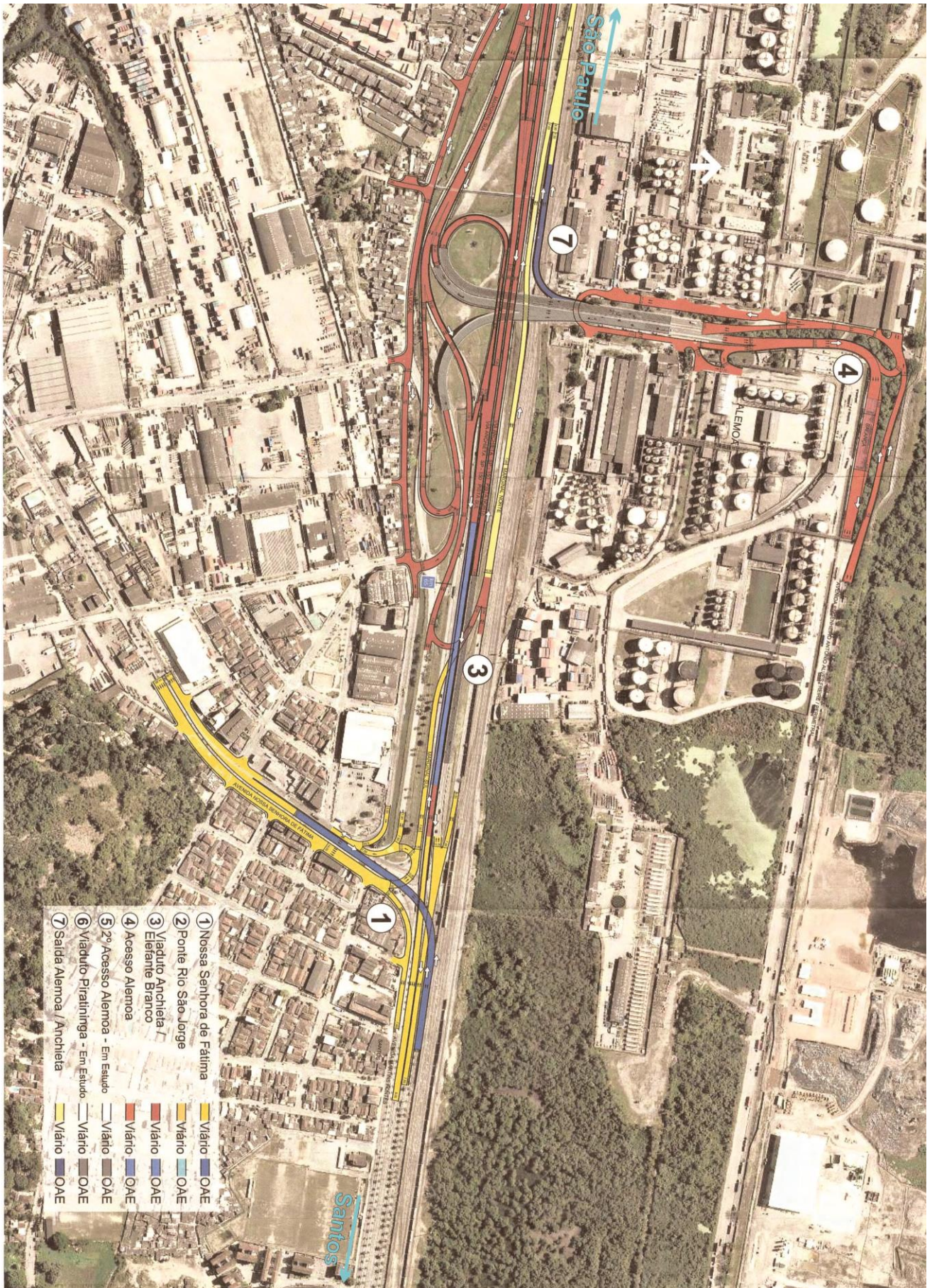


Figura 1.3.c: Projeto Proposto



## 2 METODOLOGIA GERAL

Um trabalho anterior, realizado em 2013, estudou-se o trecho da SP150 entre os quilômetros 55 e 65. No presente trabalho estudam-se novas alternativas de configurações para um trecho mais restrito, entre os quilômetros 60+800 e 65.

A metodologia empregada no estudo anterior para modelar a demanda atual do trecho em estudo, e que conseqüentemente utilizará o projeto proposto, consistiu em:

- a) Utilização de software especializado em análise de redes de transporte (Transcad);
- b) Divisão da área de influência em Zonas de Tráfego;
- c) 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.;
- d) Estimativa de matrizes de origem e destino (OD) por tipo de veículo.

As Matrizes OD usadas anteriormente foram aproveitadas para o presente trabalho e atualizadas, como será explicado no Capítulo 3 deste relatório. Essas matrizes, atualizadas, contêm os fluxos estimados para a 50ª hora de maior demanda no ano para o ano de 2014.

Para o presente estudo, o projeto proposto foi analisado para o ano de 2030. Para isso, a taxa de crescimento foi considerada variável de 2014 a 2024 e constante a partir de 2024 (taxa anual de 1,54% para veículos leves e 4,07% para veículos pesados).

A Tabela 2.1 apresenta as taxas de crescimento, para veículos leves e pesados, utilizadas neste trabalho.

Mudando a rede e alocando as matrizes, o software identifica quais os caminhos que serão utilizados pelos usuários do trecho na nova rede viária.

**Tabela 2.1: Taxas de Crescimento**

Ano	Leves	Pesados
2015	1,88%	4,99%
2016	1,84%	4,89%
2017	1,81%	4,79%
2018	1,77%	4,68%
2019	1,73%	4,58%
2020	1,69%	4,48%
2021	1,65%	4,38%
2022	1,62%	4,27%
2023	1,58%	4,17%
2024	1,54%	4,07%
2025	1,54%	4,07%
2026	1,54%	4,07%
2027	1,54%	4,07%
2028	1,54%	4,07%
2029	1,54%	4,07%
2030	1,54%	4,07%

### 3 ATUALIZAÇÃO DAS MATRIZES OD

No presente trabalho são estudadas alternativas de projeto para o trecho da SP150 entre os km 60+800 e 65, sendo atualizadas as Matrizes OD utilizadas em trabalhos anteriores.

As análises dos trabalhos anteriores foram realizadas a partir de Matrizes OD que tiveram como base fluxos de 2010. Viu-se, então, a necessidade de atualização desses volumes, alterando o fluxo base para 2014 (ano mais recente).

Foi disponibilizado pela concessionária um banco de dados com os fluxos por hora do ano de 2014, em termos de veículos leves e pesados, de laços localizados próximo ao trecho em estudo da SP150. Os laços foram:

- SAT 25: km 56+700 da SP150
- SAT 26: km 60+500 da SP150
- SAT 28: km 0+300 da SP059

Analisando os fluxos do SAT 26, optou-se pela utilização dos SAT's 25 e 28 para atualização das Matrizes OD, que foi realizada da seguinte maneira:

- a) Foram calculados os fluxos totais do ano de 2014 de cada pista dos laços, separados em veículos leves e pesados, excluindo volumes nulos (prováveis falhas no laço);
- b) O mesmo foi feito para os fluxos de 2010 dos SAT's utilizados no trabalho anterior;
- c) Os fluxos do SAT 25 foram somados aos do SAT 28, para os anos de 2010 e 2014;
- d) Dividindo-se os fluxos bidirecionais de 2014 pelos de 2010, obtiveram-se os fatores de expansão;
- e) Multiplicou-se os fatores obtidos em d) pelas Matrizes OD de 2010 utilizadas no trabalho anterior, resultando na atualização das Matrizes OD para 2014.

A Tabela 3.1 apresenta o cálculo dos fatores de expansão das Matrizes OD de 2010 para 2014. Os fatores finais utilizados na atualização das matrizes são os destacados em laranja.

As Tabelas 3.2 e 3.3 apresentam as Matrizes OD para veículos leves e pesados, respectivamente, atualizadas para 2014.

A Tabela 3.4 apresenta a nomeação das diversas zonas indicadas nas Tabelas 3.2 e 3.3.

É importante salientar que as matrizes apresentadas abrangem a rede completa analisada no trabalho de novembro de 2013, que foi aproveitada para o presente trabalho.

Para expansão para os anos futuros, a partir de 2014, foram utilizadas as mesmas taxas dos trabalhos anteriores (Tabela 2.1).

**Tabela 3.1: Fatores de Expansão das Matrizes OD de 2010 para 2014**

**SAT25 - km 56+700**

Pista	Total Anual 2014			Total Anual 2010			Fator 2014 / 2010	
	Leves	Pesados	Horas	Leves	Pesados	Horas	Leves	Pesados
Norte Expressa	4.587.768	2.610.758	8.414	4.184.696	2.142.002	8.414	1,0963	1,2188
Sul Expressa	6.150.283	3.360.574	8.408	5.561.284	3.086.843	8.408	1,1059	1,0887
<b>Total</b>	<b>10.738.051</b>	<b>5.971.332</b>	<b>-</b>	<b>9.745.980</b>	<b>5.228.845</b>	<b>-</b>	<b>1,1018</b>	<b>1,1420</b>

**SAT28 - km 0+500**

Pista	Total Anual 2014			Total Anual 2010			Fator 2014 / 2010	
	Leves	Pesados	Horas	Leves	Pesados	Horas	Leves	Pesados
Leste Expressa	5.648.924	728.544	6.059	4.513.123	631.842	6.059	1,2517	1,1530
Oeste Expressa	5.695.889	1.052.786	6.063	4.621.335	1.192.303	6.063	1,2325	0,8830
<b>Total</b>	<b>11.344.813</b>	<b>1.781.330</b>	<b>-</b>	<b>9.134.458</b>	<b>1.824.145</b>	<b>-</b>	<b>1,2420</b>	<b>0,9765</b>

**SAT 28 + SAT 25**

Pista	Total Anual 2014			Total Anual 2010			Fator 2014 / 2010	
	Leves	Pesados	Horas	Leves	Pesados	Horas	Leves	Pesados
Norte + Oeste	10.283.657	3.663.544	14.477	8.806.031	3.334.305	14.477	1,1678	1,0987
Sul + Leste	11.799.207	4.089.118	14.467	10.074.407	3.718.685	14.467	1,1712	1,0996
<b>Total</b>	<b>22.082.864</b>	<b>7.752.662</b>	<b>-</b>	<b>18.880.438</b>	<b>7.052.990</b>	<b>-</b>	<b>1,1696</b>	<b>1,0992</b>

■ Fatores finais utilizados na atualização das Matrizes OD

**Tabela 3.2:Matriz OD – Leves 2014 Atualizada**

DE \ PARA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	Total	
1	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8	0	0	0	6	0	0	13	12	0	0	0	0	26	0	0	0	8	13	6	109
2	6	0	0	19	6	65	6	35	17	17	6	6	0	0	0	0	0	1	0	0	3	1	0	74	0	0	1	6	0	0	0	0	268	
3	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	9	1	3	0	22	1	0	3	44	0	0	0	2	2	85	28	4	6	2	221	
4	0	12	349	1	0	0	0	0	0	0	0	0	12	5	3	6	5	12	12	0	2	24	0	0	4	12	5	0	2	12	174	43	694	
5	0	8	47	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8	8	1	2	1	31	2	0	12	58	0	0	3	4	0	3	1	8	13	7	220	
6	0	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85	85	0	0	0	12	0	0	3	14	0	0	0	0	0	0	0	85	1	1	371	
7	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8	0	0	0	12	5	0	3	3	0	0	0	1	0	0	0	8	8	8	72	
8	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	18	0	0	0	2	0	0	19	2	0	0	0	2	0	0	140	18	18	18	273	
9	0	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	37	0	0	0	4	4	0	31	25	0	0	0	5	0	0	0	37	52	52	323	
10	0	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	37	1	1	2	35	0	0	13	106	0	0	0	4	2	0	0	37	52	8	373	
11	0	8	18	0	0	0	0	0	0	0	0	3	8	8	1	2	0	16	2	0	8	12	0	0	0	26	0	3	21	8	13	4	160	
12	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	8	8	1	2	0	14	2	0	13	6	0	0	0	2	0	3	1	8	13	11	105	
13	6	0	0	19	6	65	6	35	17	17	6	6	0	0	0	0	0	14	0	0	3	8	0	74	0	6	0	9	5	0	0	0	303	
14	6	0	1	8	6	65	6	35	17	17	6	6	0	0	1	2	0	81	0	0	5	52	0	74	0	6	0	6	1	0	0	3	405	
15	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	0	0	6	3	0	0	0	0	0	0	3	0	8	2	32	
16	0	0	5	1	2	0	0	0	0	0	2	2	0	1	0	0	0	4	0	0	12	6	0	0	0	1	0	1	5	0	17	5	64	
17	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	15	1	0	7	0	0	0	33	
18	12	0	4	42	68	2	12	1	4	31	34	31	10	54	0	0	1	4	52	3	0	11	2	26	0	0	7	34	173	0	0	48	667	
19	0	0	1	0	2	0	2	0	2	0	2	2	0	1	0	0	0	166	1	0	166	3	0	0	0	7	0	0	3	0	0	8	367	
20	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	4	0	0	4	4	0	0	3	0	0	0	2	4	5	31		
21	29	2	1	7	25	0	3	10	28	11	17	29	2	4	1	1	0	0	52	3	0	3	2	26	0	0	54	14	28	0	0	3	353	
22	27	0	8	87	127	2	3	1	22	94	27	13	5	34	0	1	3	11	1	3	3	11	10	26	0	0	10	103	404	2	0	37	1.077	
23	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	39	0	0	0	1	9	9	64	
24	0	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	47	0	0	0	38	0	0	38	38	0	0	0	35	0	0	0	47	38	38	415	
25	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	2	0	0	0	26	
26	25	0	3	2	4	0	0	6	2	2	25	2	2	2	0	1	25	0	7	4	0	1	6	0	25	0	10	0	0	0	1	1	155	
27	0	13	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	0	0	0	21	0	0	165	29	0	0	0	16	0	0	1	8	103	2	362	
28	0	8	51	0	3	0	0	0	0	0	3	3	11	8	1	2	0	35	0	0	14	107	0	0	0	1	0	0	0	8	8	4	266	
29	0	0	1	2	1	0	0	1	0	0	21	1	5	1	10	19	11	259	0	0	42	606	0	0	3	1	0	0	6	0	0	35	1.026	
30	6	0	0	19	6	65	6	35	17	17	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	74	0	0	0	6	0	0	0	0	267	
31	29	0	7	0	29	0	8	35	46	46	29	29	0	0	5	10	0	0	0	8	0	0	18	26	0	1	364	8	0	0	0	0	697	
32	12	0	2	0	15	0	8	35	46	7	8	25	0	2	1	3	0	48	8	10	3	37	18	26	0	0	7	4	24	0	0	0	347	
<b>Total</b>	<b>160</b>	<b>303</b>	<b>506</b>	<b>207</b>	<b>314</b>	<b>267</b>	<b>60</b>	<b>229</b>	<b>216</b>	<b>261</b>	<b>195</b>	<b>166</b>	<b>321</b>	<b>390</b>	<b>28</b>	<b>56</b>	<b>51</b>	<b>855</b>	<b>149</b>	<b>32</b>	<b>583</b>	<b>1.234</b>	<b>55</b>	<b>425</b>	<b>37</b>	<b>230</b>	<b>463</b>	<b>283</b>	<b>857</b>	<b>302</b>	<b>553</b>	<b>359</b>	<b>10.146</b>	

**Tabela 3.3:Matriz OD – Pesados 2014 Atualizada**

DE \ PARA	PARA																																Total			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32				
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	26
2	0	0	0	16	0	0	0	16	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	1	1	0	0	0	60	
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	1	0	0	63		
4	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	33	3	7	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	33	61	10	221		
5	0	1	9	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	0	11	0	0	0	0	0	2	0	0	0	17	0	0	1	1	0	0	50		
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	4	0	0	0	1	0	0	9		
8	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	0	0	0	11	0	0	0	11	0	0	0	0	43	0	0	0	6	11	11	122		
9	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	4	0	0	24			
10	0	4	0	0	52	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	2	0	0	0	7	0	0	0	3	0	0	0	4	0	0	82			
11	0	1	9	0	0	0	0	0	0	0	24	0	4	4	1	5	10	9	28	0	0	1	8	0	0	1	6	0	1	12	1	0	121			
12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	2	4	0	13	0	0	3	0	0	0	0	17	0	0	0	1	0	0	47			
13	0	0	1	16	0	0	0	16	4	4	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	17	0	1	0	1	0	1	0	0	67			
14	0	0	2	16	0	0	0	16	4	4	4	0	2	0	0	1	2	0	6	0	0	4	0	17	0	3	0	1	3	0	0	1	83			
15	3	0	0	3	3	0	0	0	1	0	13	6	0	0	0	0	0	1	0	0	19	1	0	0	0	0	0	0	5	22	0	3	1	80		
16	6	0	1	6	7	0	0	0	2	0	25	11	0	1	0	0	0	2	0	0	38	2	0	0	0	0	0	0	9	44	0	5	2	161		
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	3	0	2	0	0	0	50			
18	1	0	1	6	24	0	1	3	1	2	62	29	0	2	0	0	0	1	5	7	0	2	0	5	0	0	2	6	50	0	0	21	230			
19	0	0	0	0	6	0	1	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	38	0	0	36	38	0	0	0	18	0	9	1	0	0	0	151			
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	14	14	0	0	0	11	0	0	0	0	17	17	86			
21	1	0	0	1	1	0	0	3	0	0	1	6	0	0	0	0	0	0	5	7	0	0	0	5	0	0	3	0	1	0	0	1	38			
22	1	0	2	2	3	0	1	3	0	8	18	1	0	1	0	0	0	2	5	7	0	0	0	5	0	0	9	21	27	0	0	22	137			
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	0	0	0	0	0	0	39			
24	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	3	12	0	0	0	79			
25	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	26			
26	43	0	0	3	43	0	7	1	4	4	16	43	0	1	0	0	8	0	5	6	0	0	62	0	8	13	5	7	0	0	0	0	277			
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	3	9	0	0	47	0	0	1	0	9	8	82				
28	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	5	9	0	6	9	0	0	21	0	0	5	0	0	0	1	0	0	0	59			
29	0	1	59	0	1	0	0	0	0	0	12	0	1	3	22	44	2	50	1	0	1	27	0	3	0	7	1	0	5	1	0	3	244			
30	0	0	1	16	0	0	0	16	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	1	1	0	0	0	61				
31	1	0	0	0	1	0	0	19	0	0	1	1	0	0	8	16	0	0	0	30	0	0	0	5	0	42	0	0	0	0	0	0	125			
32	1	0	0	0	1	0	1	19	0	0	1	1	0	0	3	7	2	21	0	30	1	22	0	5	0	41	0	3	0	0	0	0	159			
Total	56	65	88	84	145	0	13	109	26	35	198	101	70	78	53	106	21	210	35	86	130	171	62	95	9	319	116	59	244	65	109	103	3.062			



**Tabela 3.4: Zonas de Tráfego**

Zona	Nome
1	Barnabé
2	Cubatão, Caraguatá
3	Cubatão, Casqueiro
4	Cubatão, Centro
5	Cubatão, Con. Domênico
6	Cubatão, Nova República
7	Cubatão, Pilões
8	Cubatão, São Luiz
9	Cubatão, Vila Natal
10	Cubatão, Vila Nova
11	Guarujá
12	Litoral Norte
13	Litoral Sul
14	Praia Grande
15	Santos, Alamoia Norte
16	Santos, Alamoia Sul
17	Santos, Bom Retiro
18	Santos, Centro/Valongo
19	Santos, Chico de Paula
20	Santos, Fábricas
21	Santos, Porto Margem Direita
22	Santos, Praias
23	Santos, R. Etelvina Freire
24	Santos, R. Ferroviários
25	Santos, Rádio Clube
26	Santos, Saboó
27	Santos, São Manoel
28	São Paulo, Anchieta
29	São Paulo, Imigrantes
30	São Vicente, Cidade Náutica
31	São Vicente, Joquei Clube
32	São Vicente, Praias

## 4 ANÁLISE DE NÍVEL SERVIÇO: REDE ATUAL

### 4.1 Fluxos na Rede

Os fluxos representativos da demanda da 50ª hora (veículos leves e pesados) foram alocados à rede viária atual através do software Transcad.

### 4.2 Análise de Níveis de Serviço da Rodovia e Marginais

Conhecidos os fluxos na hora de projeto, o cálculo dos Níveis de Serviço utiliza parâmetros tais como largura da via, velocidade de fluxo livre, inclinação de cada trecho, existência e largura de acostamento.

No caso presente, como o terreno é bastante plano, foi possível calcular os Níveis de Serviço através de um processo simplificado, válido para todos os trechos (exceto aqueles sujeitos a cruzamento ou entrelaçamento, que foram analisados através do método HCM).

Para as análises de Nível de Serviço foram utilizados os seguintes parâmetros:

- Velocidade de Fluxo Livre *FFS*:
  - Pistas Centrais da Via Anchieta: 110 km/h
  - Marginais da Anchieta: 60 km/h
- Capacidade por faixa de rolamento (definida segundo Tabela 21-2 do HCM2000, vide Tabela 4.1):
  - Pistas Centrais da Via Anchieta: 2.200 ucp/h<sup>1</sup>
  - Marginais da Anchieta: 1.900 ucp/h<sup>2</sup>
- Fator de Equivalência de Pesados<sup>3</sup> $E_t$ : 1,5
- Fator de Pico Horário *PHF*: 0,95<sup>4</sup>
- Cada faixa de Nível de Serviço foi definida de acordo com a Tabela 4.2(segundo a Tabela 21-2 do HCM2000)

Considerando a utilização de um fator de equivalência único e pela facilidade de visualização, optou-se no presente estudo por apresentar os resultados das análises de Nível de Serviço em formato gráfico.

De forma a explicitar o número de faixas de cada trecho considerado na análise e facilitar a compreensão dos resultados das análises para a rede atual, apresenta-se a Figura 4.1 (de **a** até **d**).

As Figuras 4.2 (de **a** até **f**) apresentam as alocações de tráfego das Matrizes OD no cenário futuro, em termos de veículos equivalentes do ano de 2030, no trecho em estudo da SP055.

As Figuras 4.3 (de **a** até **c**) apresentam os resultados da Análise de Nível de Serviço para o ano de 2030.

---

<sup>1</sup>ucp = unidades de carros de passageiros. Não havendo critério para vias de 110km/h, adotou-se para a expressa a capacidade de uma via de 100km/h.

<sup>2</sup>Não havendo critério para vias de 60km/h, adotou-se para a marginal a capacidade de uma via de 70km/h.

<sup>3</sup>Em razão da característica bastante plana de todos os trechos, utilizou-se o fator de equivalência de veículos pesados igual em todos os segmentos, referente ao HCM 1998, de 1,5.

<sup>4</sup>Fator utilizado para trechos localizados em áreas urbanas.

Como alguns trechos analisados apresentam, em 2030, Nível de Serviço insatisfatório, foi analisado ainda o ano limite destes trechos, isto é, o último ano em que o trecho apresenta Nível de Serviço adequado. Nas próprias Figuras 4.3 são apresentados, nos trechos em que com Nível de Serviço foi insatisfatório em 2030, o ano limite em cada.

Assim, no próximo capítulo, são apresentados os resultados de Níveis de Serviço do Estudo Funcional Proposto.

**Tabela 4.1: Critérios para Determinação de Nível de Serviço – Multilane**

EXHIBIT 21-2. LOS CRITERIA FOR MULTILANE HIGHWAYS

Free-Flow Speed	Criteria	LOS				
		A	B	C	D	E
100 km/h	Maximum density (pc/km/ln)	7	11	16	22	25
	Average speed (km/h)	100.0	100.0	98.4	91.5	88.0
	Maximum volume to capacity ratio (v/c)	0.32	0.50	0.72	0.92	1.00
	Maximum service flow rate (pc/h/ln)	700	1100	1575	2015	2200
90 km/h	Maximum density (pc/km/ln)	7	11	16	22	26
	Average speed (km/h)	90.0	90.0	89.8	84.7	80.8
	Maximum v/c	0.30	0.47	0.68	0.89	1.00
	Maximum service flow rate (pc/h/ln)	630	990	1435	1860	2100
80 km/h	Maximum density (pc/km/ln)	7	11	16	22	27
	Average speed (km/h)	80.0	80.0	80.0	77.6	74.1
	Maximum v/c	0.28	0.44	0.64	0.85	1.00
	Maximum service flow rate (pc/h/ln)	560	880	1280	1705	2000
70 km/h	Maximum density (pc/km/ln)	7	11	16	22	28
	Average speed (km/h)	70.0	70.0	70.0	69.6	67.9
	Maximum v/c	0.26	0.41	0.59	0.81	1.00
	Maximum service flow rate (pc/h/ln)	490	770	1120	1530	1900

**Tabela 4.2: Parâmetros para o Cálculo do Nível de Serviço**

Nível de Serviço	Densidade (veq/km/ln)	Fluxo / Capacidade	Máximo Fluxo de Serviço (veq/h/ln)	Cor da linha
A	7	0,32	700	verde
B	11	0,50	1100	azul claro
C	16	0,72	1575	azul escuro
D	22	0,92	2015	amarelo
E	25	1	2200	vermelho
F		>1		vinho

Figura 4.1.a: Rede Viária Atual – Número de Faixas de Rolamento



Figura 4.1.b: Rede Viária Atual – Número de Faixas de Rolamento



Figura 4.1.c: Rede Viária Atual – Número de Faixas de Rolamento



Figura 4.1.d: Rede Viária Atual – Número de Faixas de Rolamento



Figura 4.2.a: Fluxo na Rede Viária Atual – Veículos Equivalentes 2030

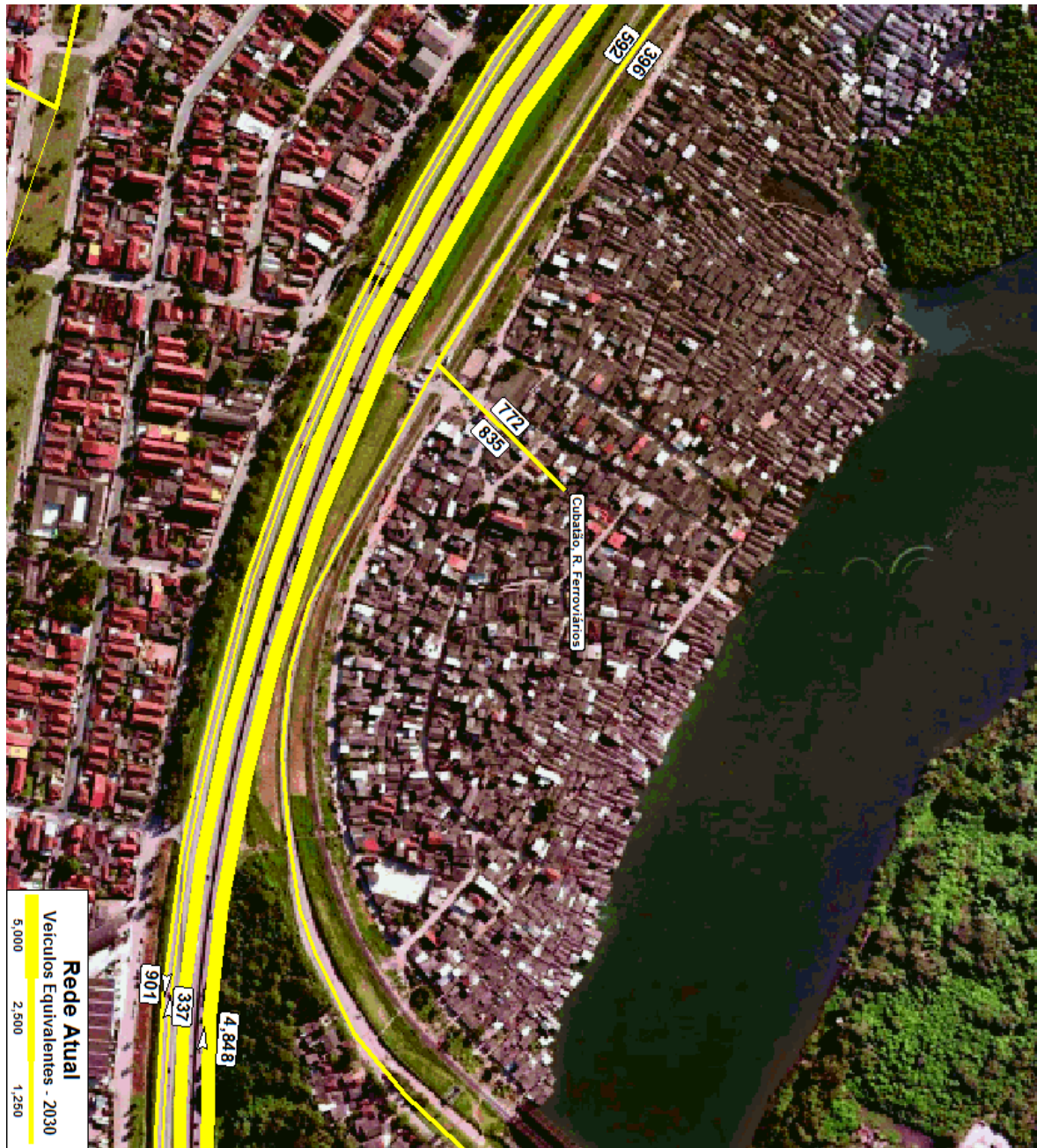




Figura 4.2.b: Fluxo na Rede Viária Atual – Veículos Equivalentes 2030





Figura 4.2.d: Fluxo na Rede Viária Atual – Veículos Equivalentes 2030



Figura 4.2.e: Fluxo na Rede Viária Atual – Veículos Equivalentes 2030

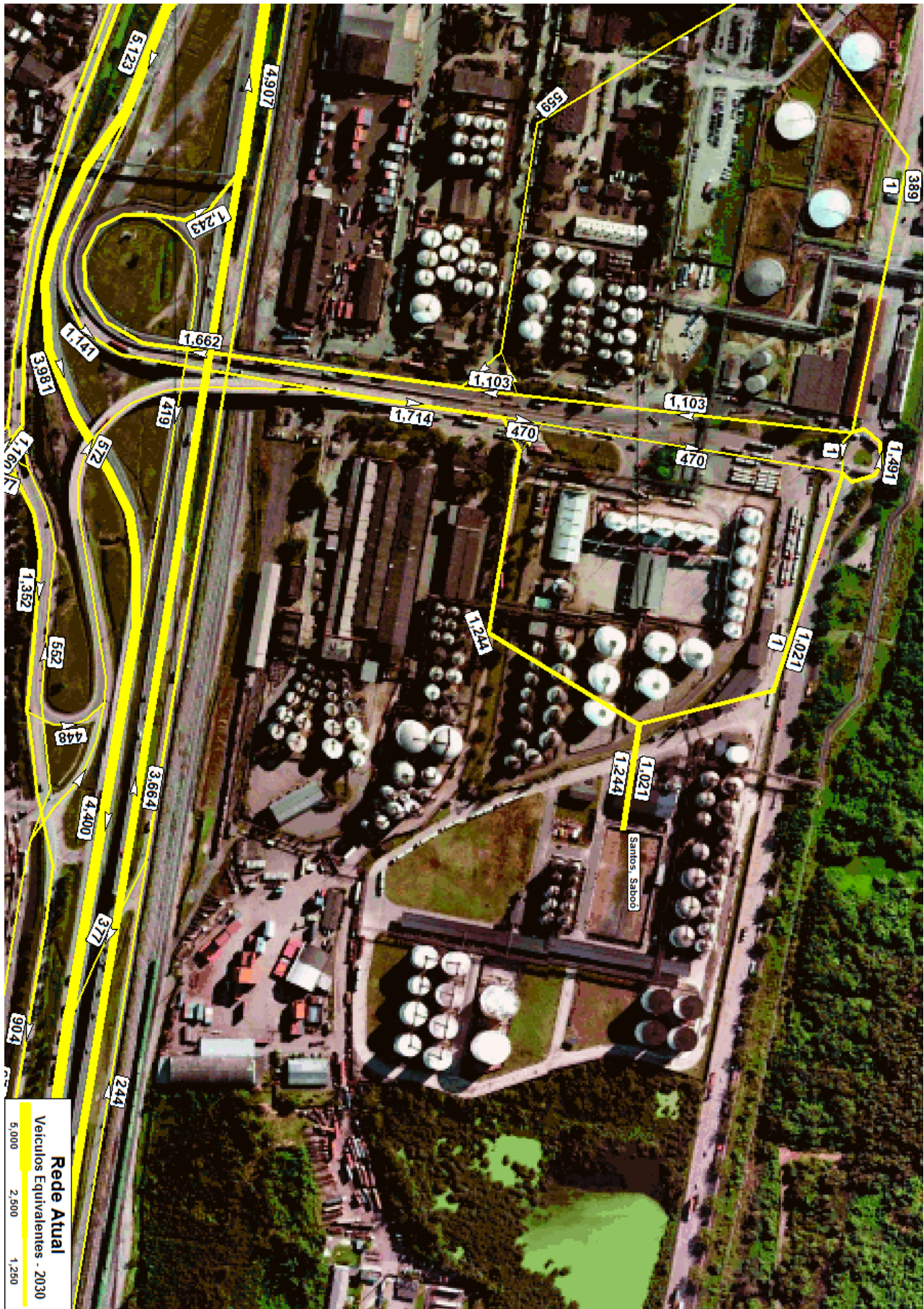


Figura 4.2.f: Fluxo na Rede Viária Atual – Veículos Equivalentes 2030



Figura 4.3.a: Resultados das Análises de Nível de Serviço – Rede Viária Atual – 2030



Figura 4.3.b: Resultados das Análises de Nível de Serviço – Rede Viária Atual – 2030

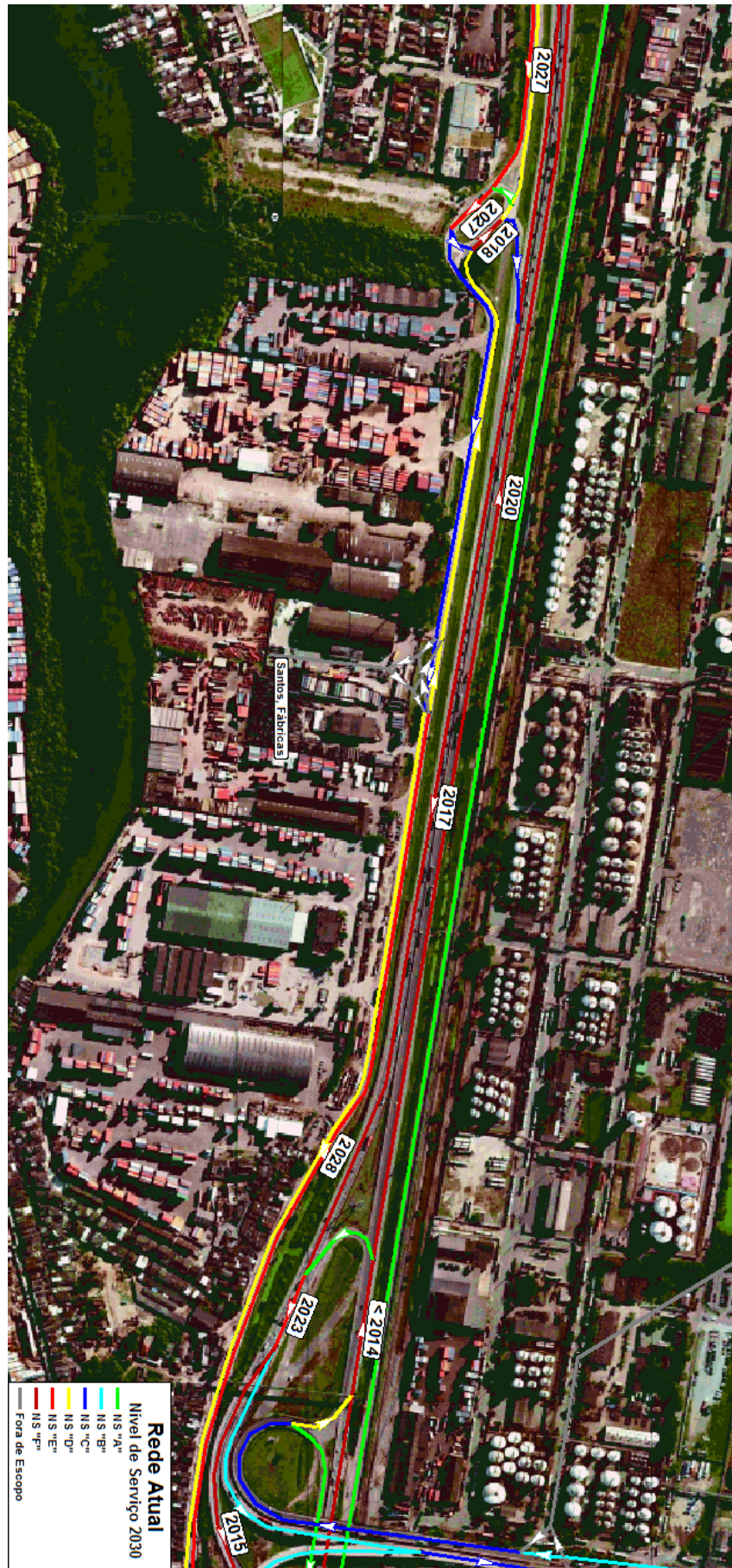


Figura 4.3.c: Resultados das Análises de Nível de Serviço – Rede Viária Atual – 2030





## **5 ANÁLISE DE NÍVEL SERVIÇO: ESTUDO FUNCIONAL PROPOSTO**

### **5.1 Considerações Iniciais**

Este item apresenta a análise de capacidade geral do trecho em estudo da SP150 entre os quilômetros 60+800 e 65, na configuração do Estudo Funcional Proposto apresentado na Figura 1.3 (de **a** até **c**). A metodologia e os critérios utilizados foram os mesmos do Capítulo 4.

### **5.2 Resultados das Análises**

De forma a explicitar o número de faixas de cada trecho considerado na análise e facilitar a compreensão dos resultados das análises para o projeto proposto, apresenta-se a Figura 5.1 (de **a** até **c**). As figuras foram divididas em partes, para uma melhor visualização.

As Figuras 5.2 (de **a** até **e**) apresentam as alocações de tráfego das Matrizes OD no cenário futuro, em termos de veículos equivalentes do ano de 2030, no trecho em estudo da SP055.

As Figuras 5.3 (de **a** até **c**) apresentam os resultados da Análise de Nível de Serviço para o ano de 2030.

Como alguns trechos analisados apresentam, em 2030, Nível de Serviço insatisfatório, foi analisado ainda o ano limite destes trechos, isto é, o último ano em que o trecho apresenta Nível de Serviço adequado. Nas próprias Figuras 5.3 são apresentados, nos trechos em que com Nível de Serviço foi insatisfatório em 2030, o ano limite em cada.

Ao se observar as Figuras 5.3, verifica-se que os Níveis de Serviço nas Pistas Expressas não serão adequados até 2030 em todo o trecho em estudo.

Figura 5.1.a: Projeto Proposto – Número de Faixas de Rolamento

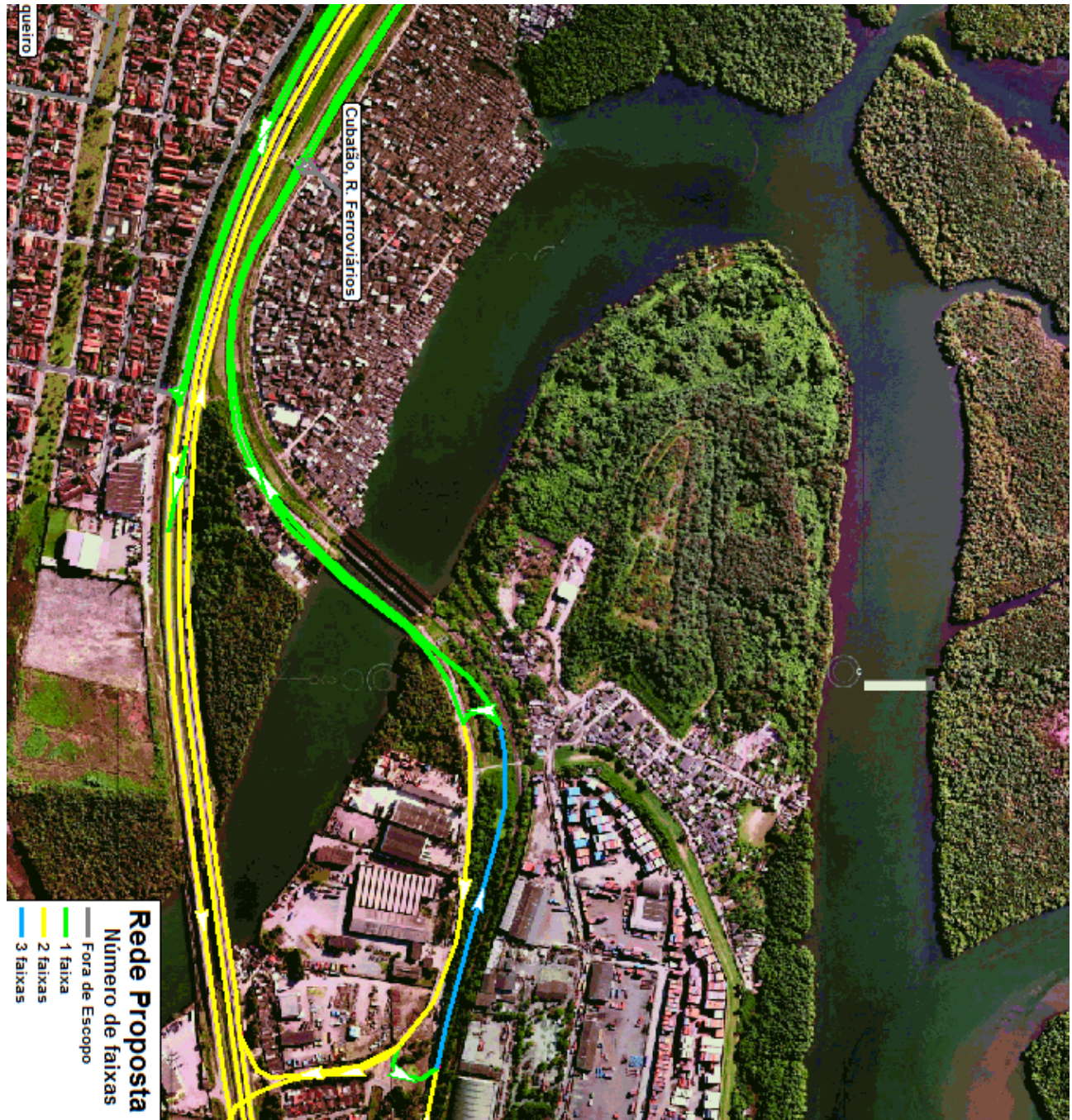


Figura 5.1.b: Projeto Proposto – Número de Faixas de Rolamento



Figura 5.1.c: Projeto Proposto – Número de Faixas de Rolamento



Figura 5.2.a: Fluxo na Rede Proposta– Veículos Equivalentes 2030



Figura 5.2.b: Fluxo na Rede Proposta – Veículos Equivalentes 2030





Figura 5.2.d: Fluxo na Rede Proposta – Veículos Equivalentes 2030





Figura 5.2.e: Fluxo na Rede Proposta – Veículos Equivalentes 2030



Figura 5.3.a: Resultados das Análises de Nível de Serviço – Rede Proposta – 2030



Figura 5.3.b: Resultados das Análises de Nível de Serviço – Rede Proposta – 2030

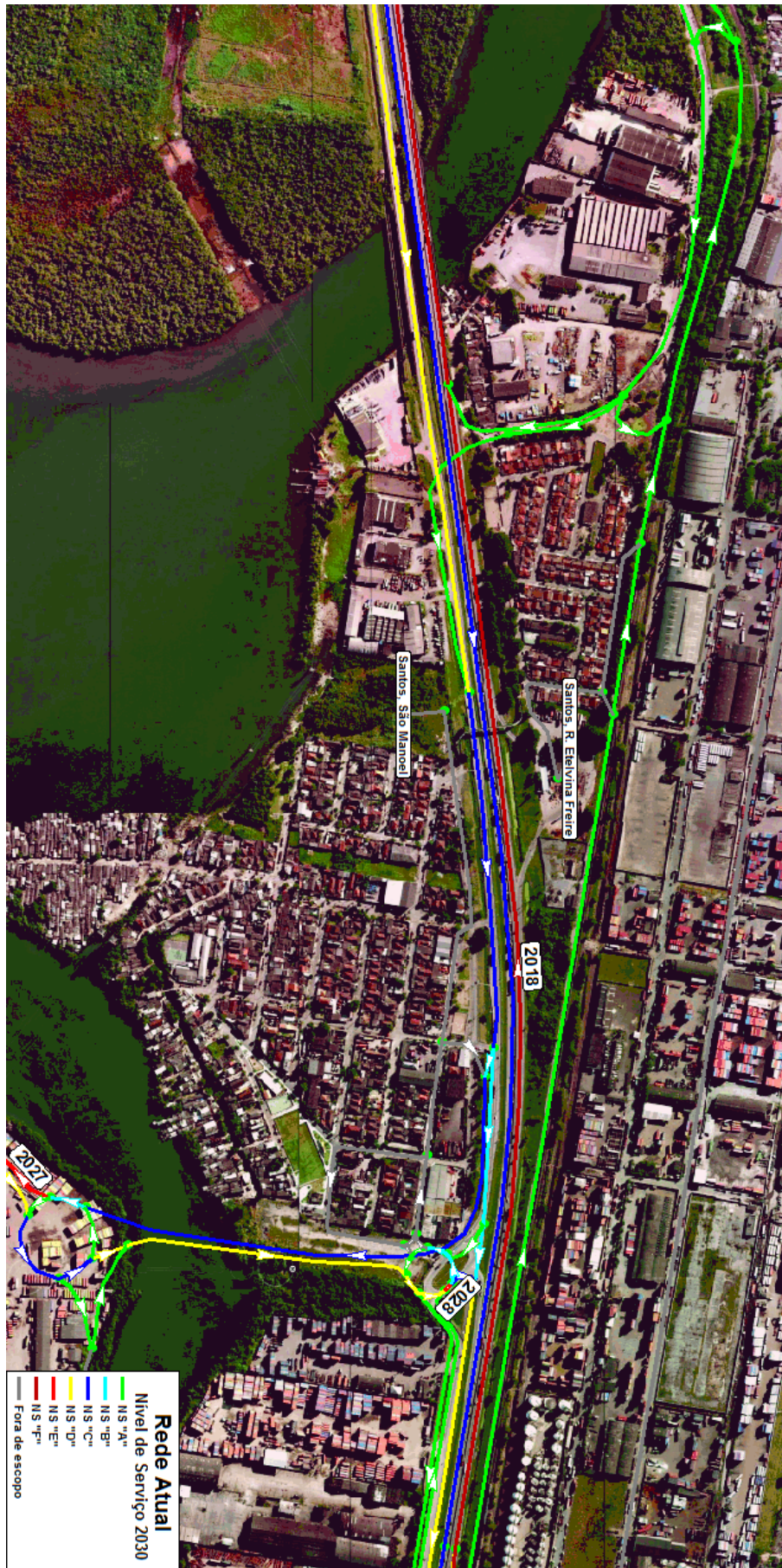
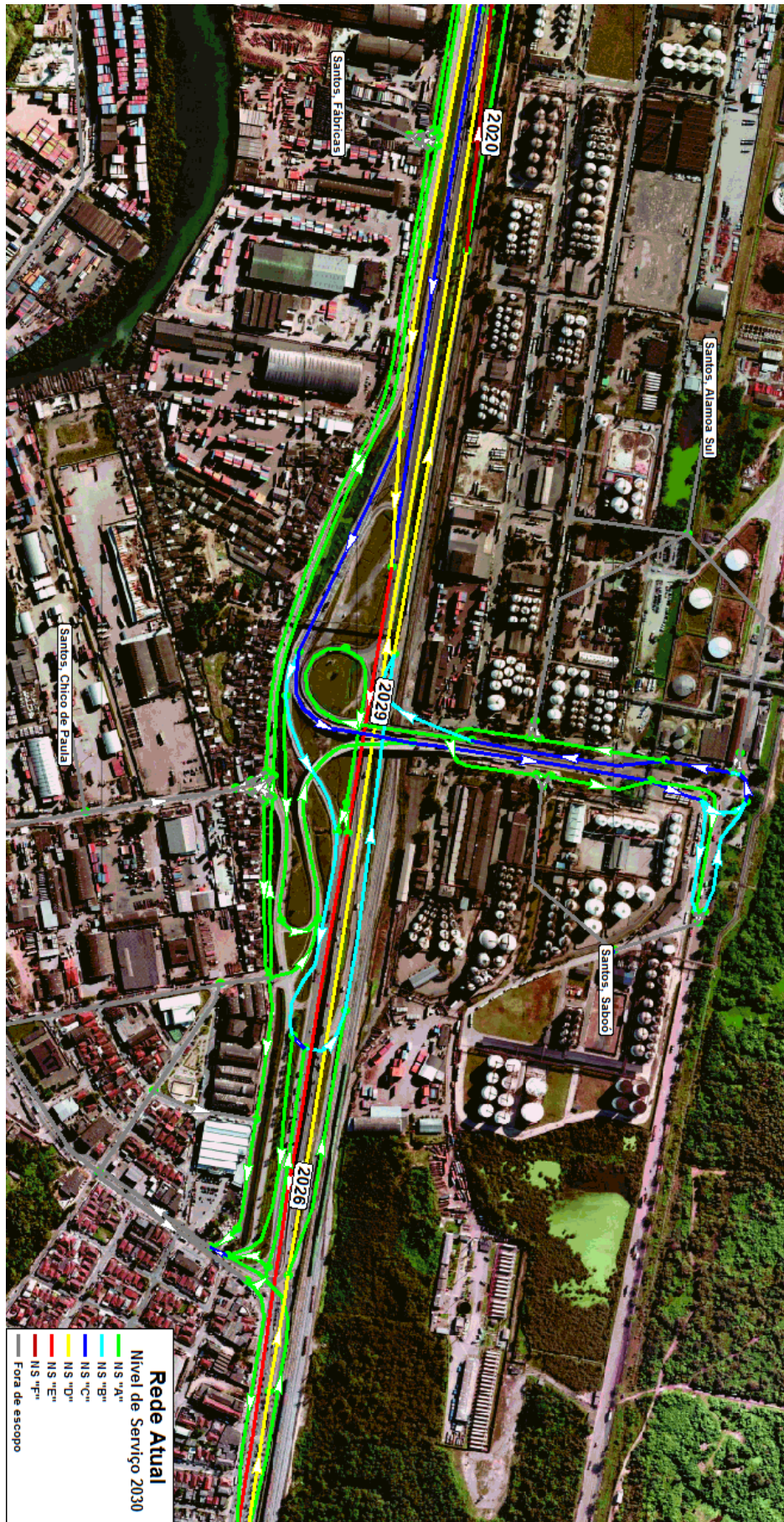


Figura 5.3.c: Resultados das Análises de Nível de Serviço – Rede Proposta – 2030



## 6 ANÁLISES DAS PISTAS EXPRESSAS– MÉTODO HCM

### 6.1 *Considerações Iniciais*

Nos capítulos 4 e 5 deste relatório, os Níveis de Serviço da rede viária foram calculados através de um processo simplificado. Neste capítulo, as Pistas Expressas da SP150, considerando o projeto proposto, são analisadas através do software HCS2000, que adota a metodologia do HCM.

Para as análises, a rodovia foi dividida em trechos uniformes, denominados Seções Básicas de Análises. Ainda foram utilizados os mesmos parâmetros determinados nos Capítulos 4 e 5:

- Variação do fluxo determinada pelas entradas e saídas da rodovia
- Velocidade de Fluxo Livre  $FFS = 100$  km/h
- $E_t = 1,5$
- $FHP = 0,95$

O item seguinte apresenta a divisão da rodovia em Seções Básicas de Análise e seus resultados de Nível de Serviço através do método do HCM pelo software HCS2000.

### 6.2 *Resultados das Análises*

A Figura 6.1 (de **a** até **c**) apresenta a divisão das pistas expressas da SP150, considerando o projeto proposto, em Seções Básicas de Análise. A Tabela 6.1 apresenta um resumo do resultado das análises.

As análises de Níveis de Serviço através do software HCS200 mostraram resultados semelhantes aos apresentados no Capítulo 5 deste relatório. Ou seja, o Estudo Funcional proposto não será capaz de acomodar a demanda futura de tráfego em algumas seções da Pista Expressa, com Níveis de Serviço inadequados até 2030.

Os resultados detalhados das análises das pistas expressas encontram-se em anexo.

Figura 6.1.a: Divisão das Seções de Análise

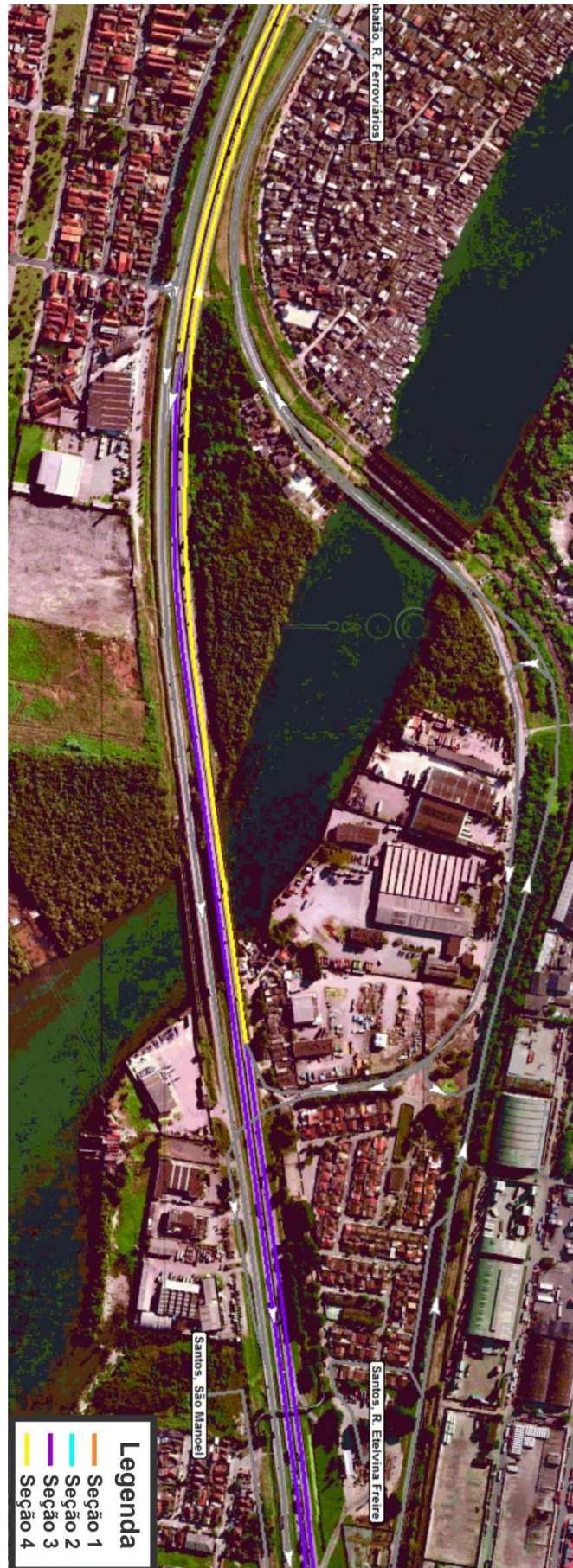


Figura 6.1.b: Divisão das Seções de Análise



Figura 6.1.c: Divisão das Seções de Análise





**Tabela 6.1: Resultado das Análises de Nível de Serviço nas Seções de Análise**

Seção	Pista Norte		Pista Sul	
	NS 2030	Ano Limite	NS 2030	Ano Limite
1	D		E	2026
2	D		E	2028
3	F	2018	C	
4	F	2018	F	2020

---

## **7 ANÁLISES DOS CONFLITOS PONTUAIS – MÉTODO HCM**

### **7.1 Considerações Iniciais**

No funcional proposto foram identificados os pontos de turbulência mais críticos, em termos de capacidade. Nesses pontos analisados ocorrem os conflitos de Convergência, Divergência e Entrelaçamentos.

A Figura 7.1 (de **a** até **d**) apresenta os pontos de turbulência principais identificados no funcional em estudo.

A metodologia utilizada para a análise de desempenho dos conflitos foi aquela estabelecida nos capítulos 24 e 25 do Highway Capacity Manual (HCM), sendo utilizado o software HCS2000.

Figura 7.1.a: Projeto Proposto – Identificação dos Pontos de Turbulência



Figura 7.1.b: Projeto Proposto – Identificação dos Pontos de Turbulência



Figura 7.1.c: Projeto Proposto – Identificação dos Pontos de Turbulência

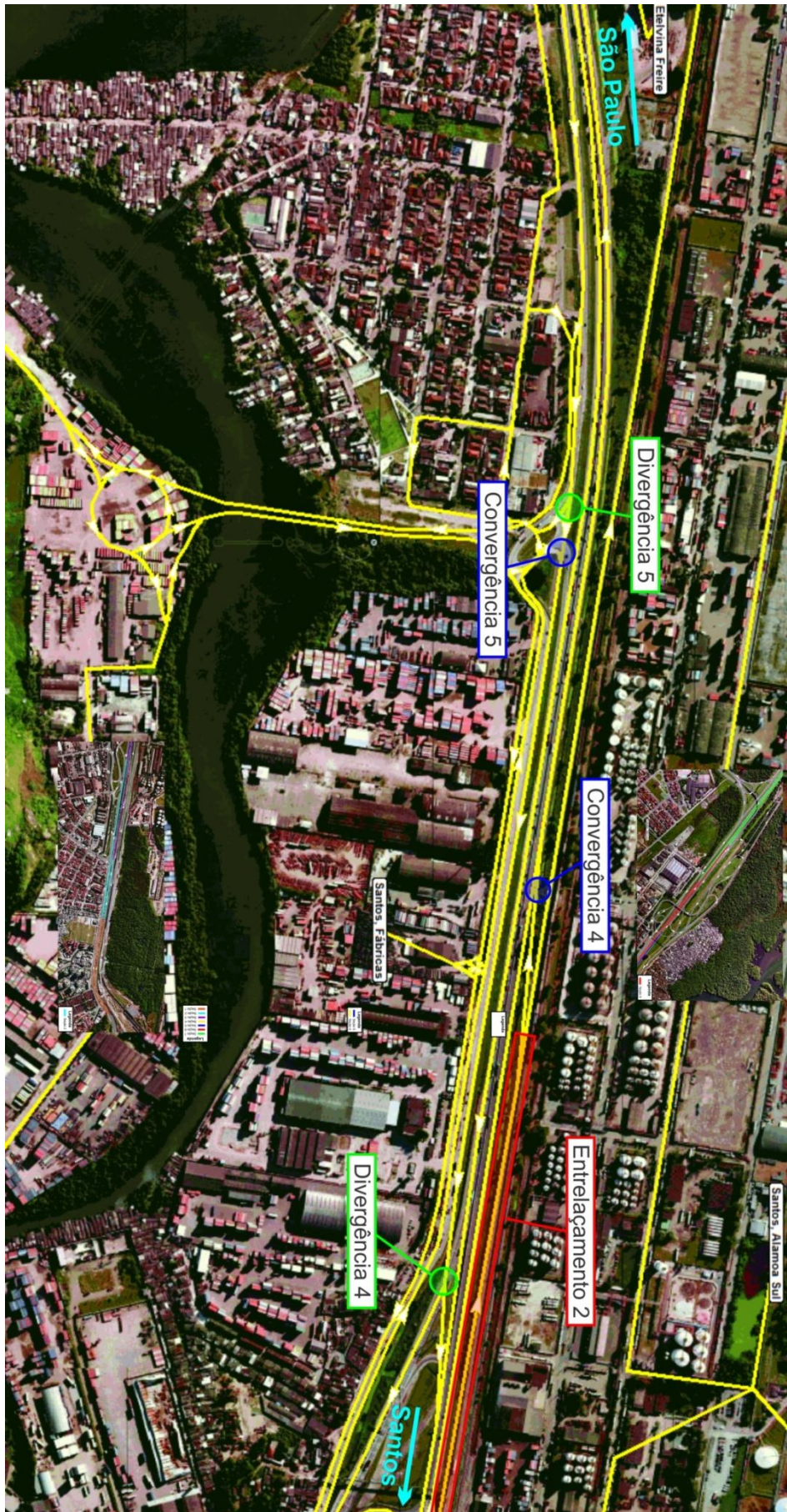


Figura 7.1.d: Projeto Proposto – Identificação dos Pontos de Turbulência



## 7.2 Metodologia de Análise de Desempenho nos Pontos de Turbulência

### 7.2.1 Pontos de Convergência e Divergência

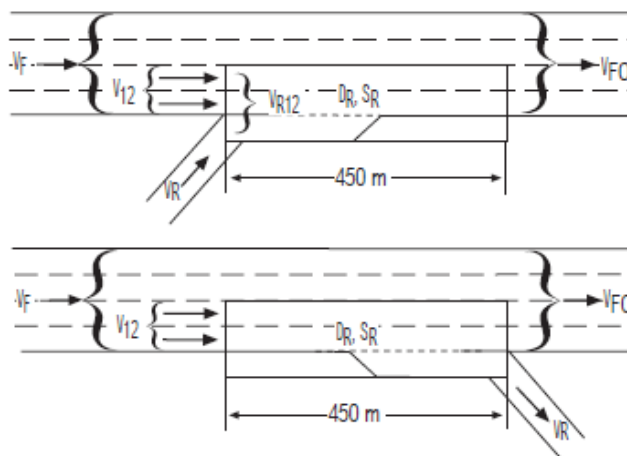
A Metodologia do Capítulo 25 do HCM estuda os conflitos que ocorrem nas junções convergentes ou divergentes entre as pistas principais de uma rodovia de múltiplas faixas, agulhas ou ramos de interseção. Estes conflitos ocorrem devido à movimentação dos veículos na rodovia nas proximidades de uma entrada (convergência) ou saída (divergência).

O HCM define que em uma seção de rodovia de cerca de 450 metros de extensão, a partir junção em questão, já ocorre o aumento da densidade na faixa da direita da rodovia devido aos veículos que ingressam nesta faixa para deixar a rodovia ou para acessá-la. Por outro lado, alguns veículos previamente se dirigem para a faixa da esquerda nas proximidades da junção com a intenção de evitar a maior densidade na faixa da direita.

A metodologia do Capítulo 25 do HCM analisa o impacto desta movimentação de veículos sobre o Nível de Serviço da rodovia. Em geral, este tipo de conflito não costuma a causar uma queda significativa no Nível de Serviço do trecho, ao menos em situações em que a rodovia já esteja bem próxima de sua saturação, ou quando o volume de veículos que acessa ou deixa a pista em uma única junção é muito intenso.

A utilização da metodologia estabelecida no Capítulo 25 do HCM é ideal para verificar o impacto da convergência ou divergência numa seção básica de rodovia de múltiplas faixas. Estas são junções típicas, as quais são exemplificadas na Figura 7.2.

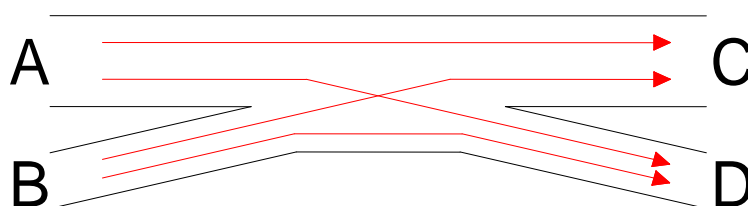
**Figura 7.2: Situações de Junções Típicas de Convergência e Divergência**



### 7.2.2 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 7.3.

**Figura 7.3: 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 7.3), 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 HCM.

No presente trabalho, para se avaliar o Nível de Serviço dos entrelaçamentos foi utilizado os métodos de cálculo do HCM 2010.

### **7.3 Análise de Nível de Serviço dos Entrelaçamentos**

As Figuras 7.4 (de **a** até **e**) apresentam as análises de Níveis de Serviço nos conflitos de entrelaçamento identificados na Figura 7.1.

Como se observa nas Figuras 7.4 (de **a** até **e**), os conflitos 1, 4 e 5 apresentarão Níveis de Serviço adequados em 2030. Os conflitos 2 e 3 não possuem capacidade suficiente para suportar os fluxos de 2030.

Entretanto, analisando os entrelaçamentos 2 e 3 com uma faixa de tráfego a mais do que o analisado (3 e 4 faixas, respectivamente), as análises mostraram Níveis de Serviço adequados em 2030 (Nível de Serviço "C").

Os resultados detalhados das Análises de Nível de Serviço encontram-se em anexo.



Figura 7.4.a: Análise de Nível de Serviço – Entrelaçamento 1

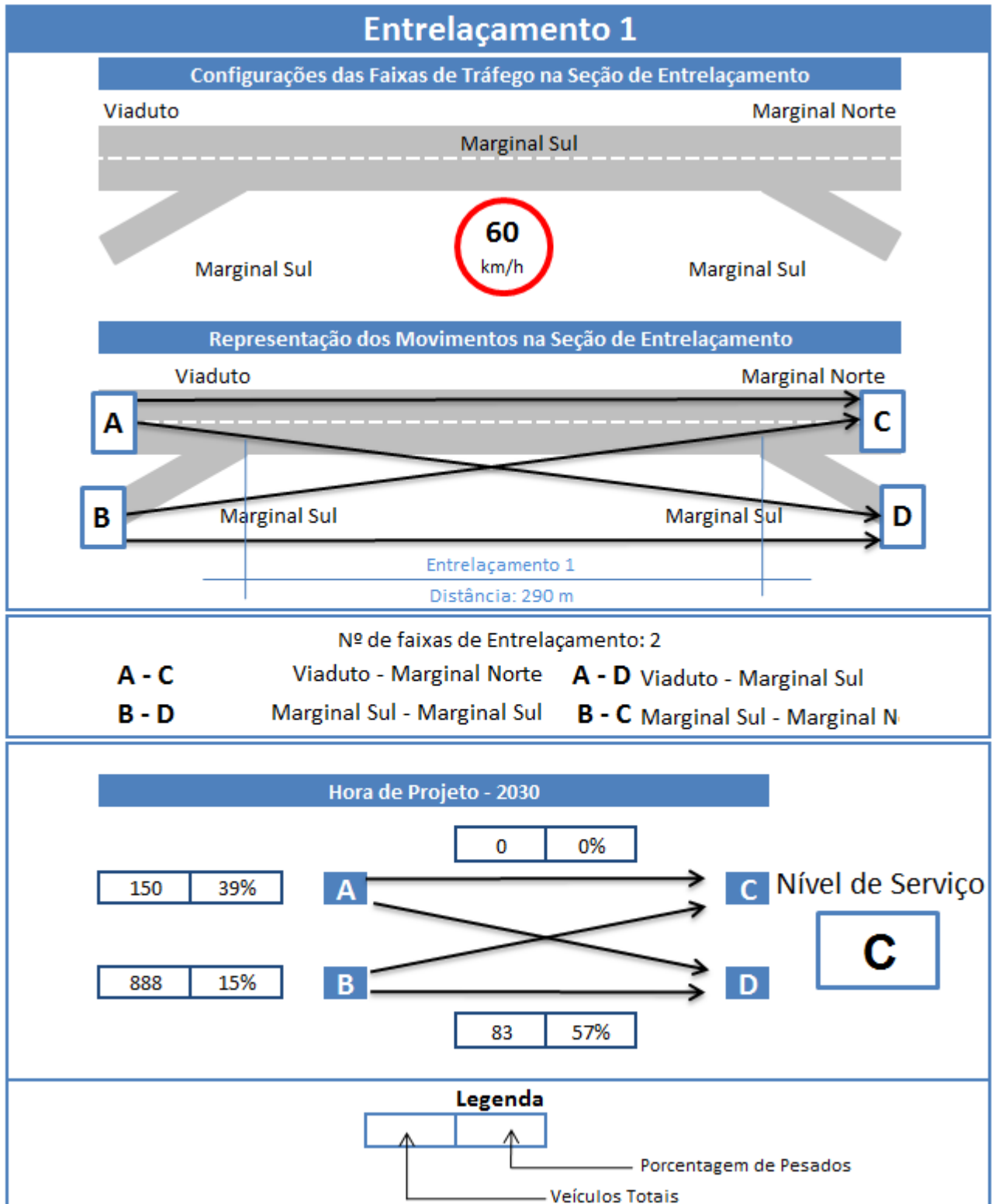
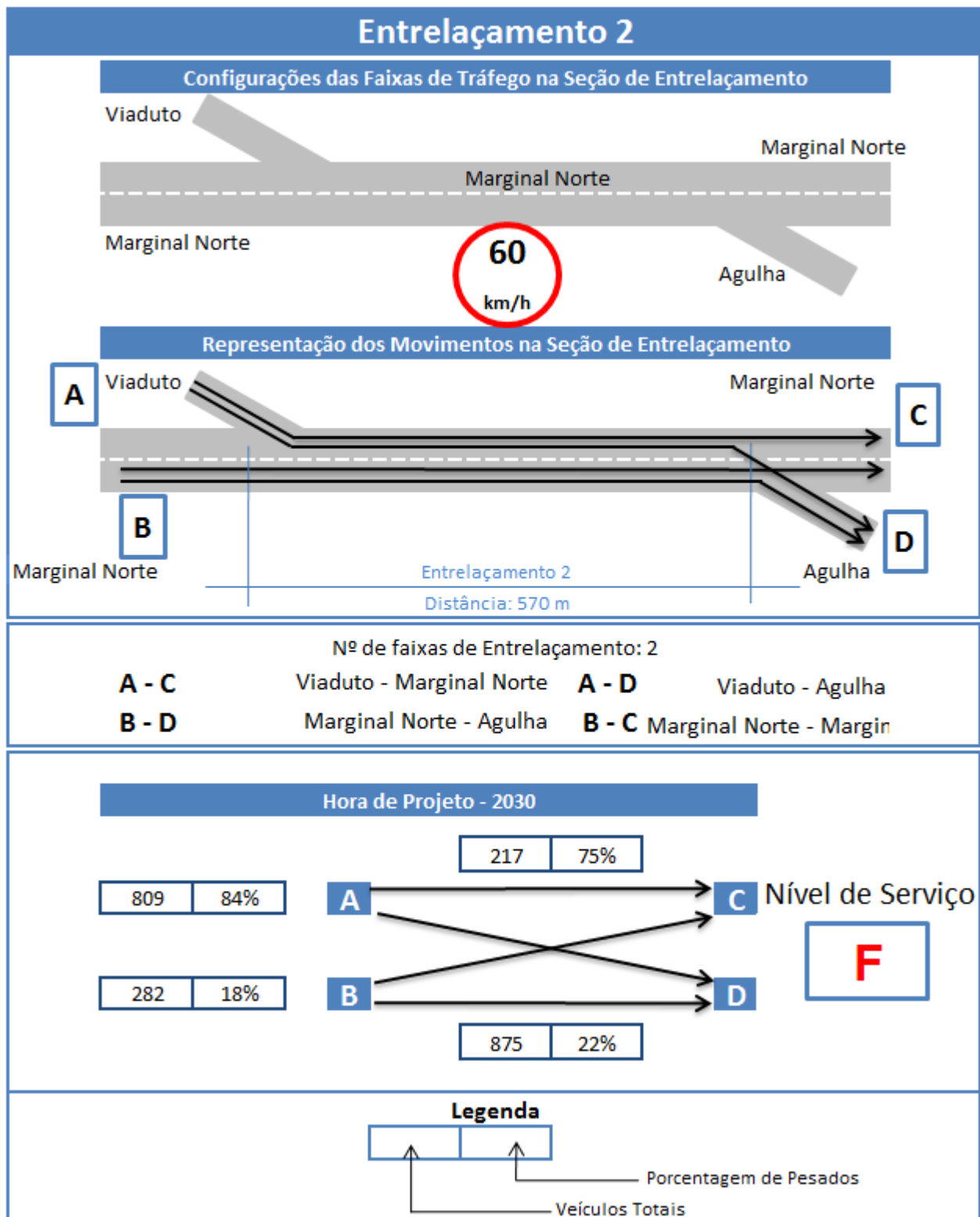


Figura 7.4.b: Análise de Nível de Serviço – Entrelaçamento 2<sup>5</sup>

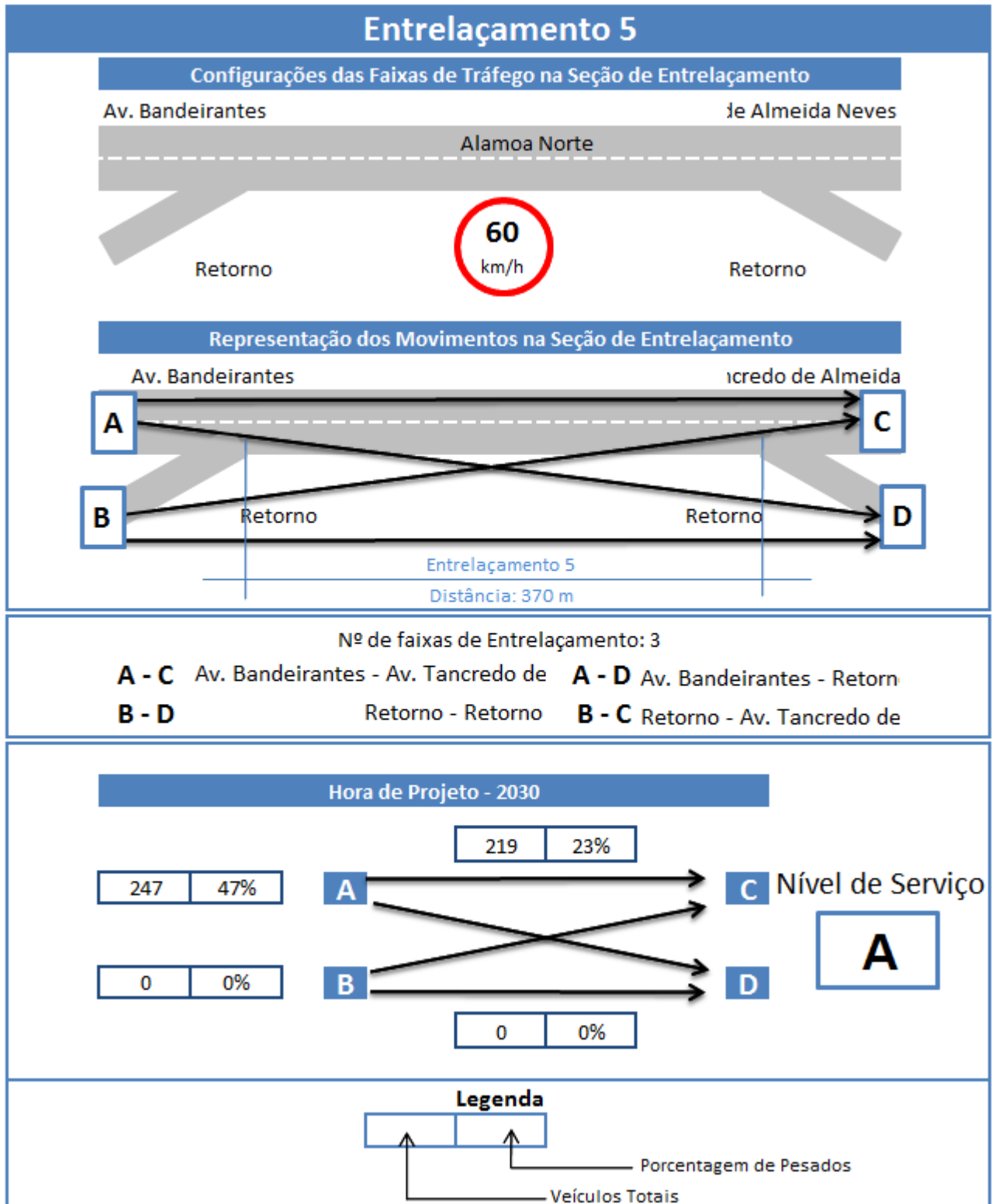


<sup>5</sup>Entrelaçamento com 3 faixas resulta em Nível de Serviço "C" para 2030.





Figura 7.4.e: Análise de Nível de Serviço – Entrelaçamento 5



---

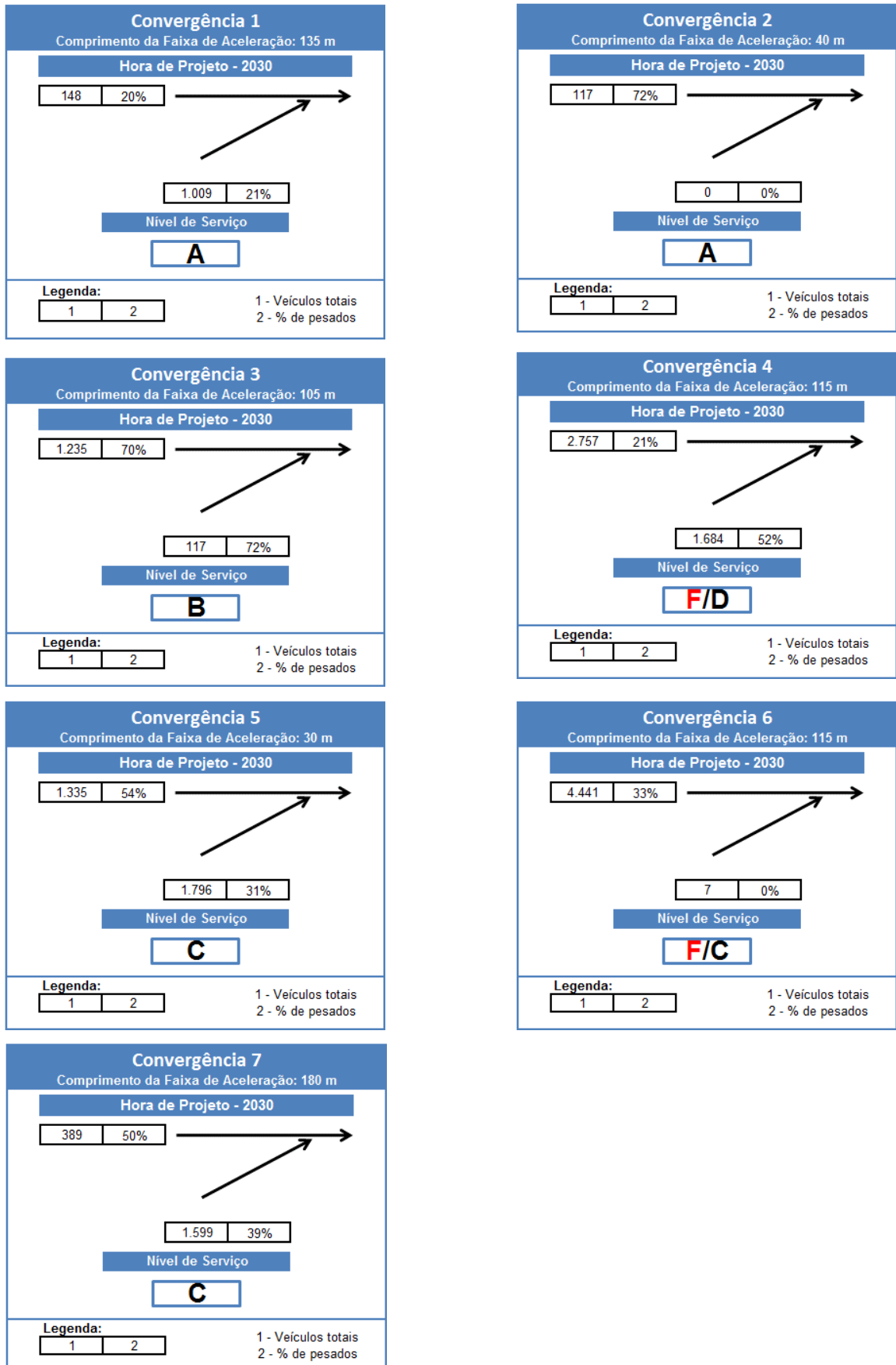
#### **7.4 Análise de Nível de Serviço das Junções**

As Figuras 7.5 e 7.6 apresentam as análises de Níveis de Serviço nos conflitos de junção - convergências e divergências - identificados na Figura 7.1.

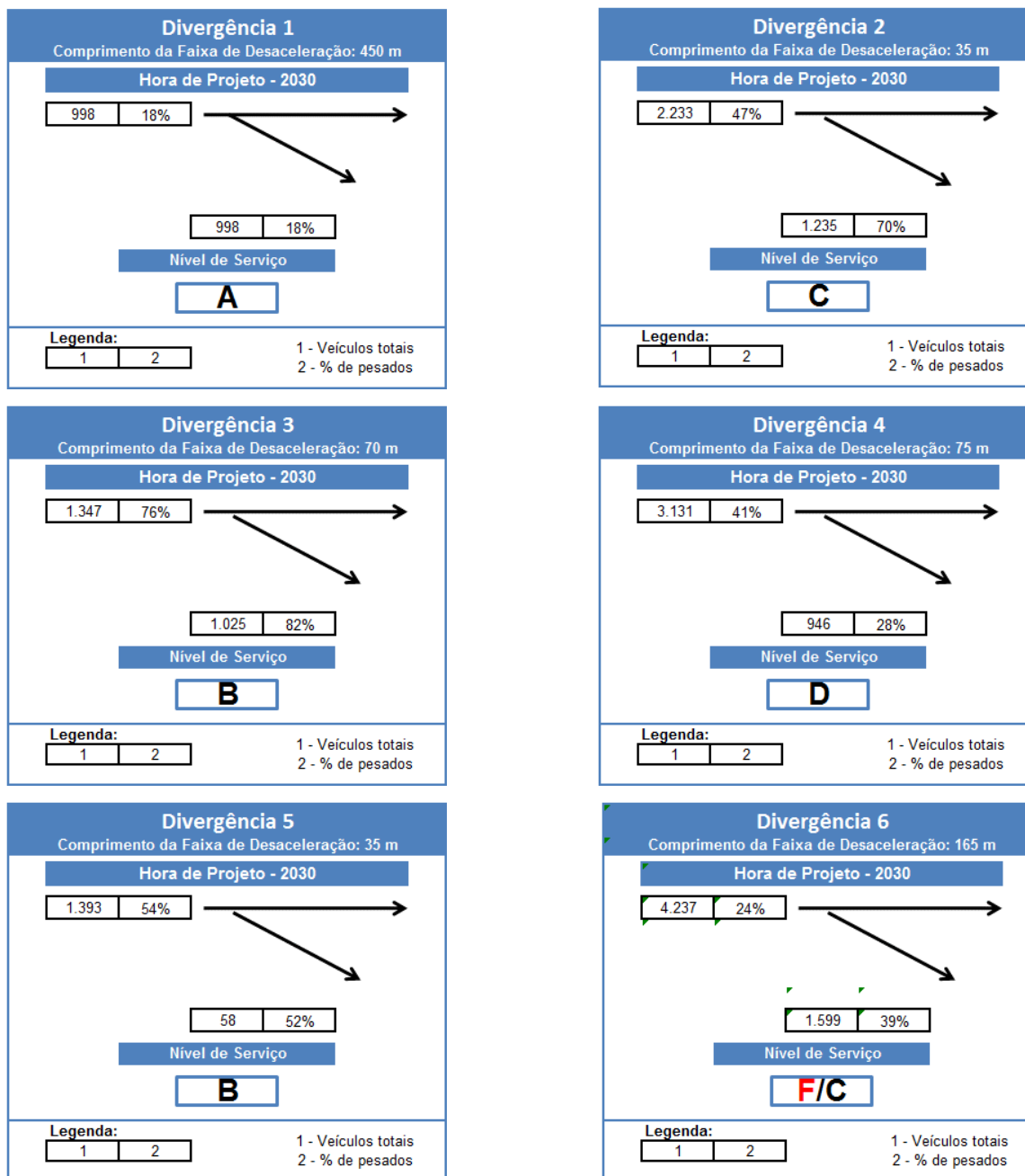
Como pode ser observado nas Figuras 7.5 e 7.6, os conflitos de convergência e divergência apresentarão Níveis de Serviço adequados até 2030, exceto para as Convergências 4 e 6 e Divergência 6.

Os resultados detalhados das Análises de Nível de Serviço encontram-se em anexo.

**Figura 7.5: Análise de Nível de Serviço – Convergências**



**Figura 7.6: Análise de Nível de Serviço – Divergências**



### 7.5 Alternativa de Configuração – Entrelaçamento 2

Foi analisada uma alternativa de configuração para um dos viadutos da região da Alemoa. No projeto proposto, os veículos vindos da Rua Augusto Scaraboto acessam a marginal Norte pela direita, formando o Entrelaçamento 2 analisado no item 7.3 deste relatório.

A Figura 7.7 apresenta uma configuração esquematizada do Entrelaçamento 2 tal como está no projeto inicialmente proposto (analisado no item 7.3).

Grande parte dos veículos pesados vindos da Rua Augusto Scaraboto tem origem no porto e deseja acessar a Pista Expressa Norte da SP150. Dessa maneira, com a configuração analisada, há um fluxo expressivo de caminhões entrelaçando com os veículos que seguem reto na marginal (676 veículos pesados entrelaçando com 232 leves e 50 pesados).



A Figura 7.8 apresenta os fluxos de veículos leves e pesados, para o ano de 2030, no entrelaçamento com a configuração analisada.

Pensando nisso, foi analisada uma alternativa na qual o viaduto é ligado à Marginal Norte pela esquerda, passando em desnível pela marginal. Com isso, os 676 veículos acessam agulha sem entrelaçar no conflito, diminuindo consideravelmente o fluxo de veículos pesados entrelaçantes.

A Figura 7.9 apresenta uma configuração esquematizada da alternativa analisada para o entrelaçamento.

A Figura 7.10 apresenta os fluxos entrelaçantes na configuração alternativa.

Como se observa na Figura 7.10, com o viaduto chegando pela esquerda na marginal, serão 163 pesados cruzando com 682 leves e 193 pesados. De fato, aumenta o número de veículos leves entrelaçando, mas os veículos leves, por serem mais rápidos, tendem a causar menor turbulência em uma via que os pesados.

De modo a verificar o Nível de Serviço de acordo com a nova configuração, o entrelaçamento foi analisado pelo método do HCM2000.

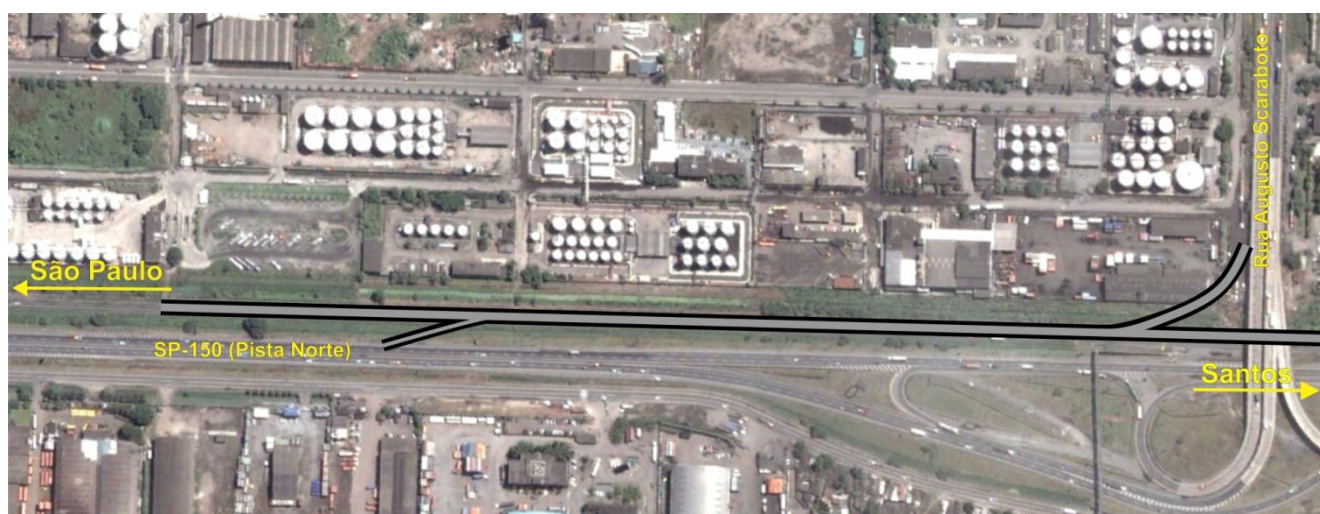
A Figura 7.11 apresenta a análise de Níveis de Serviço no conflito de entrelaçamento segundo a configuração alternativa.

Como se observa na Figura 7.11, o conflito com a configuração alternativa, ou seja, com o viaduto chegando na marginal pela esquerda, apresentará Níveis de Serviço inadequados em 2030. Entretanto, realizando uma análise com 3 faixas de tráfego no conflito, o Nível de Serviço se mostrou adequado em 2030, mesmo resultado obtido no entrelaçamento segundo o projeto proposto.

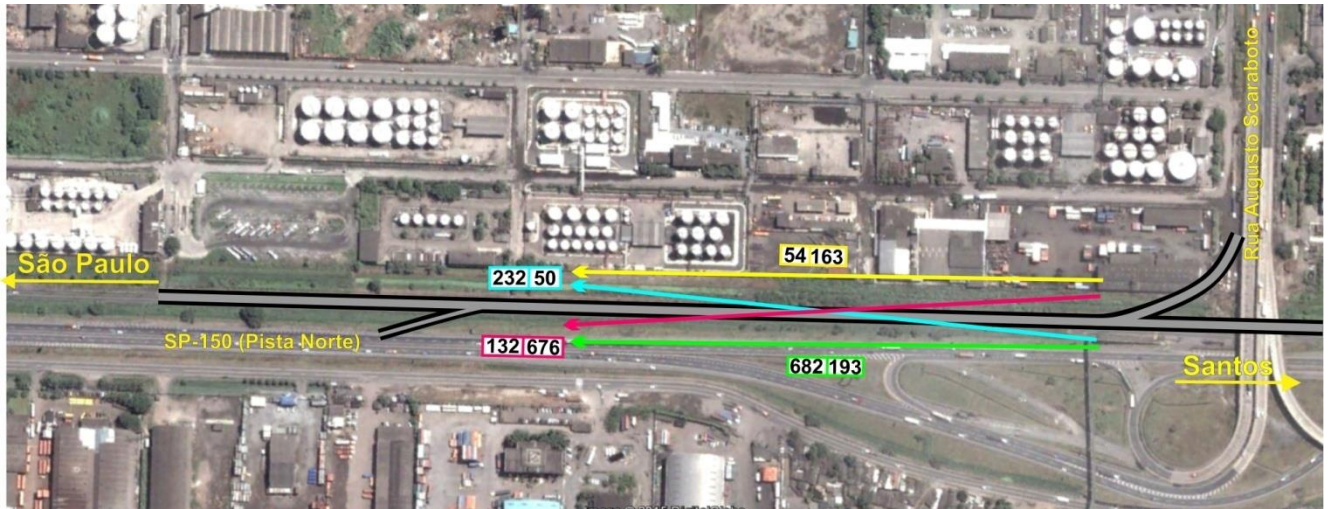
Os resultados detalhados das Análises de Nível de Serviço encontram-se em anexo.

Conclui-se que, em termos de fluidez de tráfego, não há diferença se o viaduto em questão for implantado com acesso à Marginal Norte pela direita ou pela esquerda. Entretanto, por motivos de segurança, recomenda-se a implantação da alternativa analisada, de modo que seja minimizado o fluxo de pesados entrelaçantes no conflito.

**Figura 7.7: Entrelaçamento 2 – Projeto Proposto Inicialmente**



**Figura 7.8: Fluxo de Veículos Leves e Pesados – Entrelaçamento 2 – Projeto Proposto Inicialmente – 2030**



**Figura 7.9: Entrelaçamento 2 – Configuração Alternativa**



**Figura 7.10: Fluxo de Veículos Leves e Pesados – Entrelaçamento 2 – Configuração Alternativa – 2030**

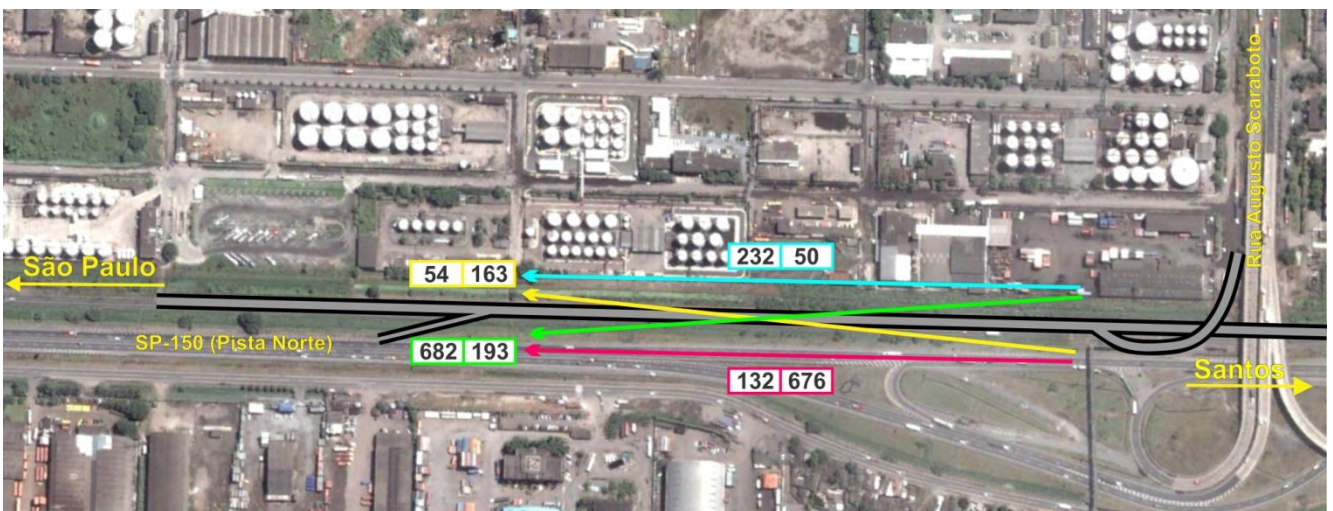
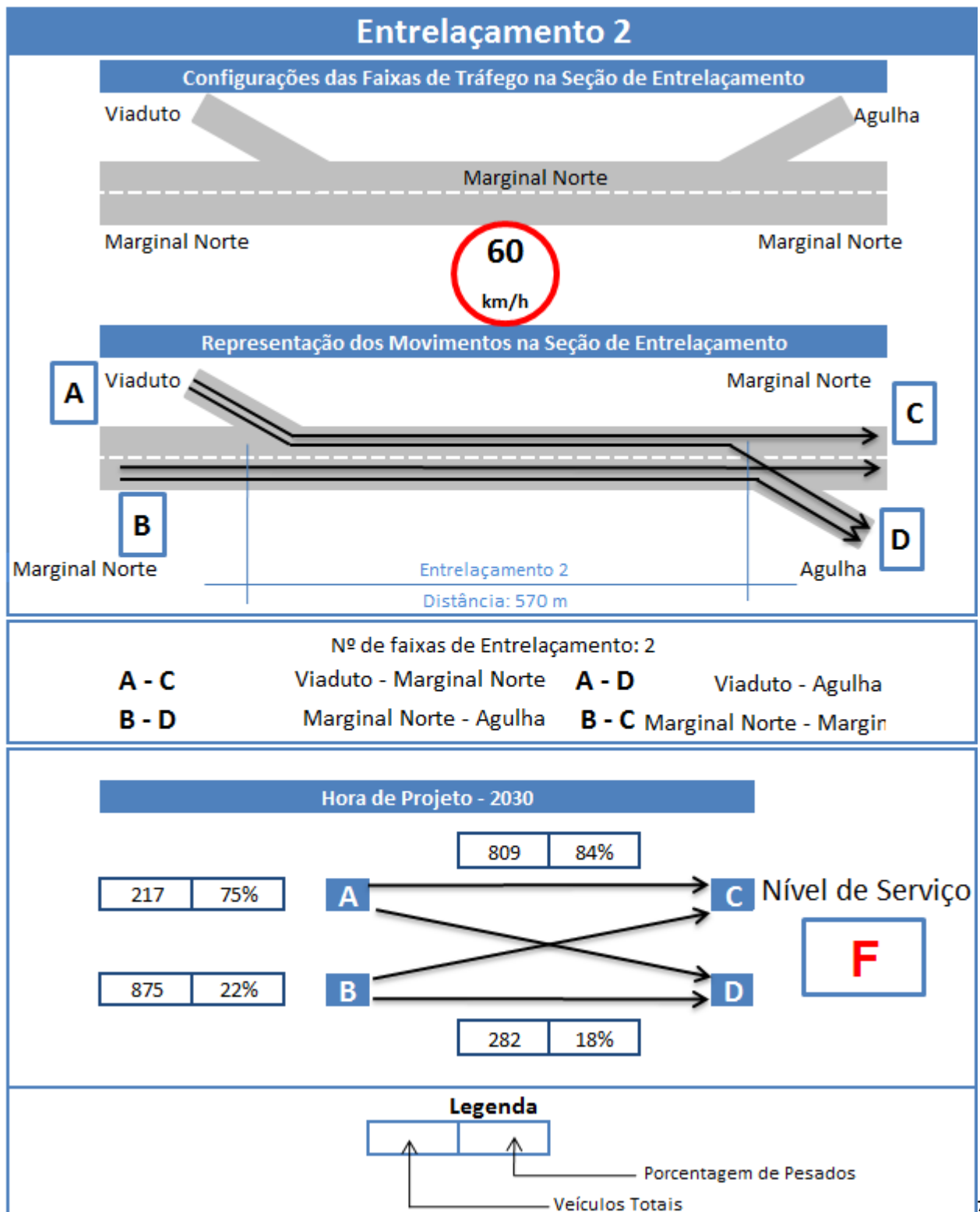


Figura 7.11: Análise de Nível de Serviço – Entrelaçamento 2 – Configuração Alternativa – 2030



<sup>7</sup>Entrelaçamento com 3 faixas resulta em Nível de Serviço "C" para 2030.

## 8 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 8.1 *Resumo do Projeto Funcional Proposto*

De forma resumida, o Estudo Funcional analisado no presente estudo apresenta as seguintes características principais:

- Pistas Expressas Norte e Sul:
  - Duas faixas de tráfego ao longo de todo o trecho em estudo.
- Via Marginal Sul:
  - A partir do km 61+000 da SP150, a Marginal Sul é unidirecional, com duas faixas de rolamento e fluxo no sentido Sul, até o cruzamento com a Av. Nossa Senhora de Fátima, no km 65+400, onde a Marginal Sul é suprimida e renasce após o cruzamento, com a mesma configuração da seção à montante até o final do trecho em estudo. A Marginal Sul será isolada do fluxo local entre os bairros vizinhos, por vias locais, coletando o fluxo de bairros e suplementando a capacidade da rodovia SP150;
  - Ainda, próximo ao km 62+700, é proposta no projeto funcional a implantação de uma ponte a ser realizada pela prefeitura de Santos, dando acesso às regiões próximas dos bairros Bom Retiro e Rádio Clube, em Santos. Essa ponte tem acesso às marginais Norte e Sul, nos sentidos Cubatão-Ponte e Ponte-Santos, e a outra extremidade é conectada a uma rotatória que passará a pertencer ao viário local.
- Via Marginal Norte:
  - Mantém a atual configuração (sentido duplo), sem modificações no Estudo Funcional desde o início do trecho em estudo até próximo ao km 62+000;
  - No km 62+000, é proposta uma nova interseção da Via Marginal Norte (SP148) com a SP150, promovendo o acesso do fluxo da Marginal à Pista Expressa Norte e à Pista Marginal Sul, e eliminando a bidirecionalidade da Pista Marginal Norte a partir do km 62+000;
  - A partir do km 62+000 a Pista Marginal Norte terá duas faixas de tráfego unidirecional sentido norte, até o final do trecho em estudo;
  - Próximo ao km 62+700 é proposta no projeto funcional a implantação de uma ponte a ser realizada pela prefeitura de Santos, dando acesso às regiões próximas dos bairros Bom Retiro e Rádio Clube, em Santos. Essa ponte tem acesso à Marginal Norte, no sentido Ponte-Cubatão, neste ponto.

### 8.2 *Resultados das Análises das Seções de Tráfego do Funcional Proposto*

O Estudo Funcional proposto será capaz de acomodar a demanda futura de tráfego, com Níveis de Serviço adequados até 2030, exceto por algumas seções. São elas:

- Pista Expressa Norte
  - Do início do trecho do projeto ao km 61,8
  - km 61,8 a 63,2
- Pista Expressa Sul:
  - Do início do trecho do projeto ao km 61
  - km 64,2 ao 64,5

- km 64,5 ao 65

### 8.3 Resultados das Análises dos Pontos de Turbulência do Funcional Proposto

#### 8.3.1 Conflitos nas Junções – Convergências, Divergências e Entrelaçamentos

As análises mostraram que os pontos de Convergência, Divergência apresentarão Nível de Serviço adequado até 2030, exceto nos conflitos Convergências 4 e 6 e Divergência 6.

No caso dos conflitos de entrelaçamento, os Entrelaçamentos 1, 4 e 5 apresentarão Níveis de Serviço adequados em 2030. Já os Entrelaçamentos 2 e 3 apresentarão Níveis de Serviço adequados em 2030 caso sejam implantados com 3 e 4 faixas de tráfego, respectivamente,.

No caso do Entrelaçamento 2, foi analisada uma alternativa na qual o viaduto que liga a Rua Augusto Scaraboto à Marginal Norte é conectado à mesma pela esquerda, passando em desnível por ela (Figura 9.1). A análise de Nível de Serviço mostrou um resultado semelhante à configuração originalmente proposta. Sendo assim, recomenda-se a implantação da configuração alternativa, pois:

- grande parte dos veículos pesados vindos da Rua Augusto Scaraboto tem origem no porto e deseja acessar a Pista Expressa Norte da SP150;
- caso o viaduto acesse a marginal pela esquerda, irá diminuir consideravelmente fluxo de veículos pesados entrelaçantes no conflito.

**Figura 9.1: Entrelaçamento 2 – Configuração Alternativa Recomendada**



Figura 9.2: Rede Proposta – Trevo de Acesso ao Porto de Santos (Alemoa)



## **ANEXO A: COMENTÁRIOS SOBRE O FECHAMENTO DA AGULHA DO KM 64**

O projeto proposto originalmente para o trecho em estudo foi elaborado pela DERSA. No entanto, devido a participação da Ecovias na execução da obra, o projeto foi reavaliado e no presente estudo foi identificada a necessidade de uma alteração importante no mesmo.

A Figura A1 apresenta o projeto proposto originalmente pela Dersa. Nele era proposta uma agulha de conexão entre a pista expressa e pista marginal na altura do km 64.

A Figura A2 apresenta os fluxos envolvidos no conflito de entrelaçamento, nessa versão do projeto.

A partir das análises de Nível de Serviço, identificou-se que essa seção de entrelaçamento como proposta não resultaria em bons Níveis de Serviço em 2030. A Figura A3 apresenta os resultados dessas análises.

Como solução para esse problema foi proposto o fechamento dessa agulha. Dessa forma, o acesso a via marginal sul passaria a ser feito pela agulha situada no km 61.

Com esse rearranjo do tráfego, alguns conflitos existentes entre o km 61 e 64 receberiam o tráfego adicional, que se deslocaria da agulha do km 64 para a agulha do km 61. São eles:

- Convergência C7;
- Entrelaçamento E3.

A Figura A4 apresenta o projeto com a alteração proposta e a localização dos conflitos C7 e E3.

A Figura A5 apresenta os fluxos envolvidos e o resultado das análises de Nível de Serviço da convergência C7 na versão original do projeto.

A Figura A6 apresenta os fluxos envolvidos e o resultado das análises de Nível de Serviço da convergência C7 no projeto alterado.

A Figura A7 apresenta os fluxos envolvidos e o resultado das análises de Nível de Serviço do entrelaçamento E3 na versão original do projeto. Na versão original do projeto, a seção de entrelaçamento tem bons Níveis de Serviço com 3 faixas.

A Figura A8 apresenta os fluxos envolvidos e o resultado das análises de Nível de Serviço do entrelaçamento E3 no projeto alterado. Nessa versão do projeto, o entrelaçamento E3 precisa ter 4 faixas para que os Níveis de Serviço sejam satisfatórios.

Com essas alterações, a convergência C7 e o entrelaçamento E3 mantêm bons Níveis de Serviço em 2030, último ano de análise.

Assim, conclui-se que:

- A seção de entrelaçamento existente no projeto original não suportaria o volume de tráfego em 2030;
- Com o objetivo de solucionar o problema de fluidez desse ponto foi proposto o fechamento dessa agulha deslocando o acesso à via marginal sul pela agulha proposta no km 61;
- Com essa alteração, haveria um rearranjo do tráfego na região e 2 conflitos importantes teriam um aumento do fluxo envolvido;
- Pelas análises realizadas são garantidos bons Níveis de Serviço e boa fluidez no trecho até 2030, horizonte de projeto analisado, sendo que a seção de entrelaçamento E3 deverá ter 4 faixas no novo projeto.

Figura A1: Projeto Proposto Originalmente pela DERSA

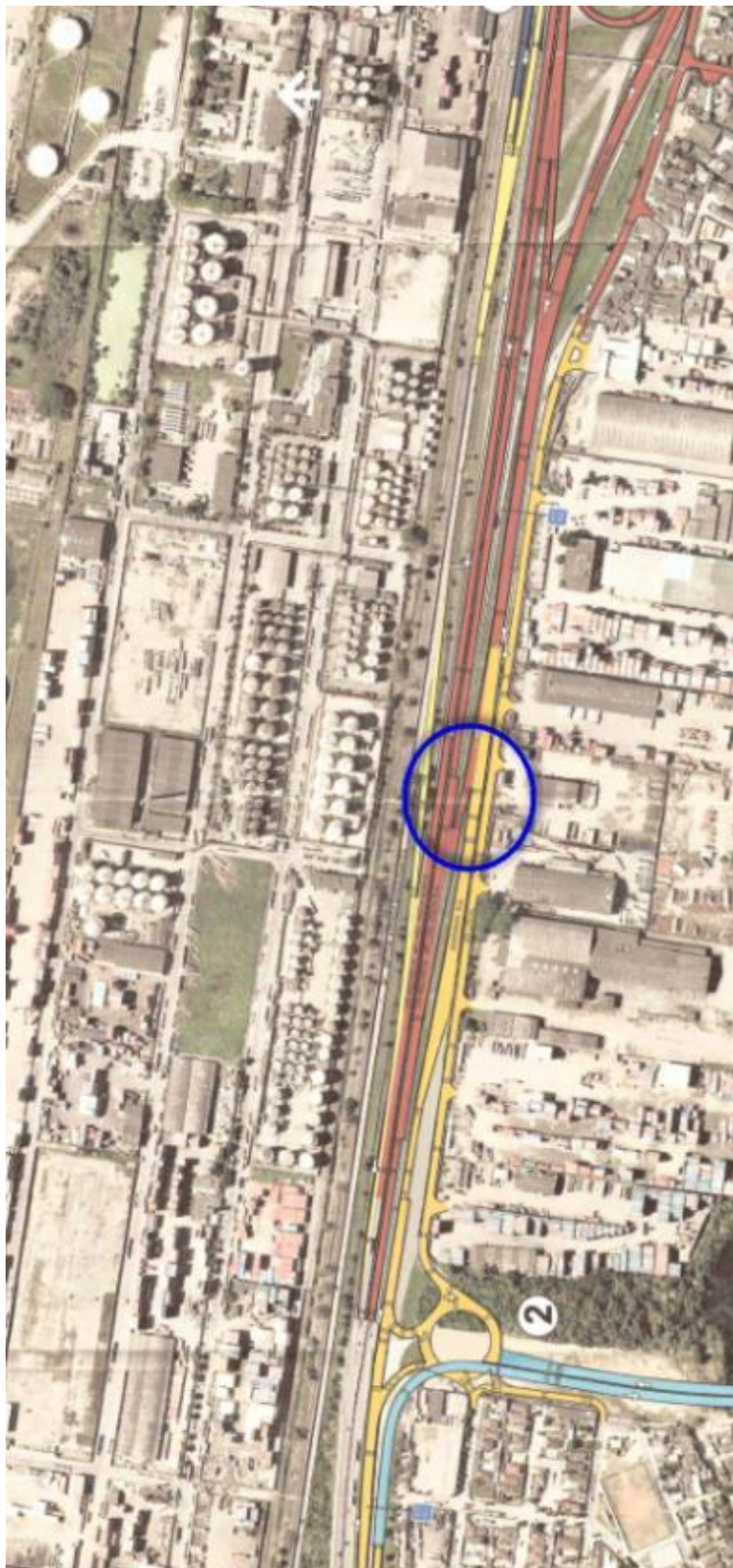




Figura A2: Fluxos Envolvidos na Seção Original de Entrelaçamento (em vermelho)

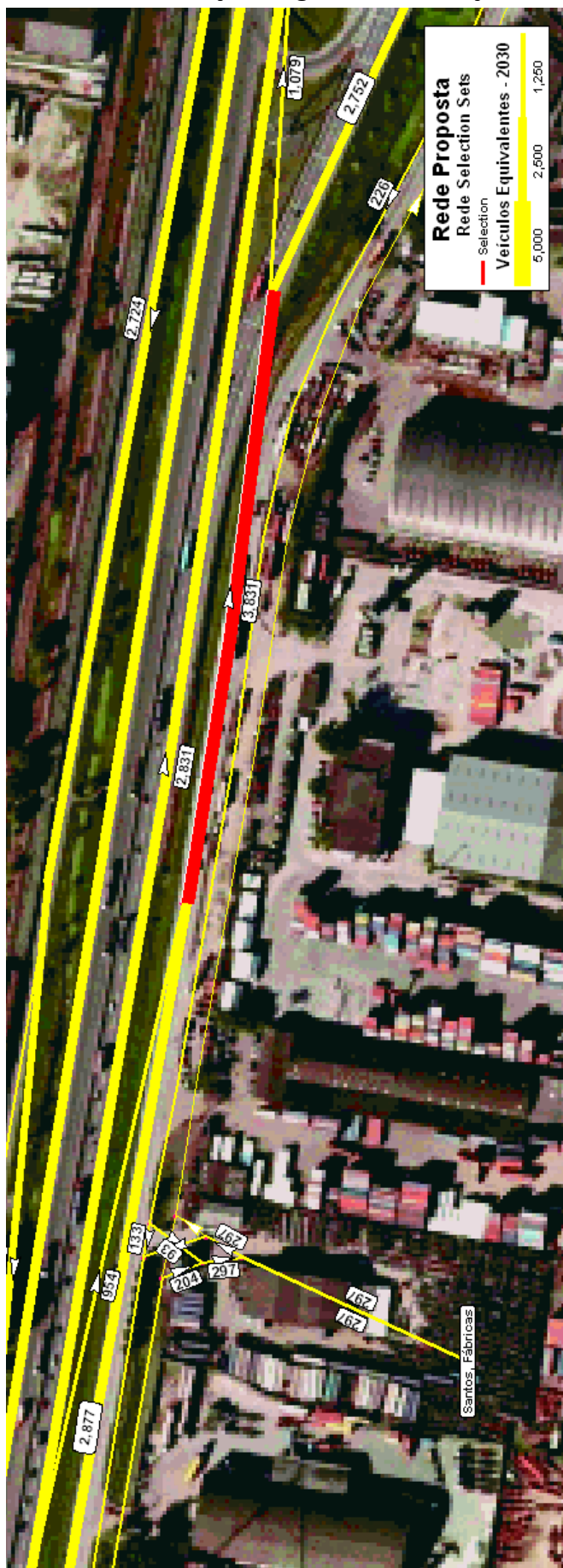


Figura A3: Análise de Nível de Serviço para o Entrelaçamento Original

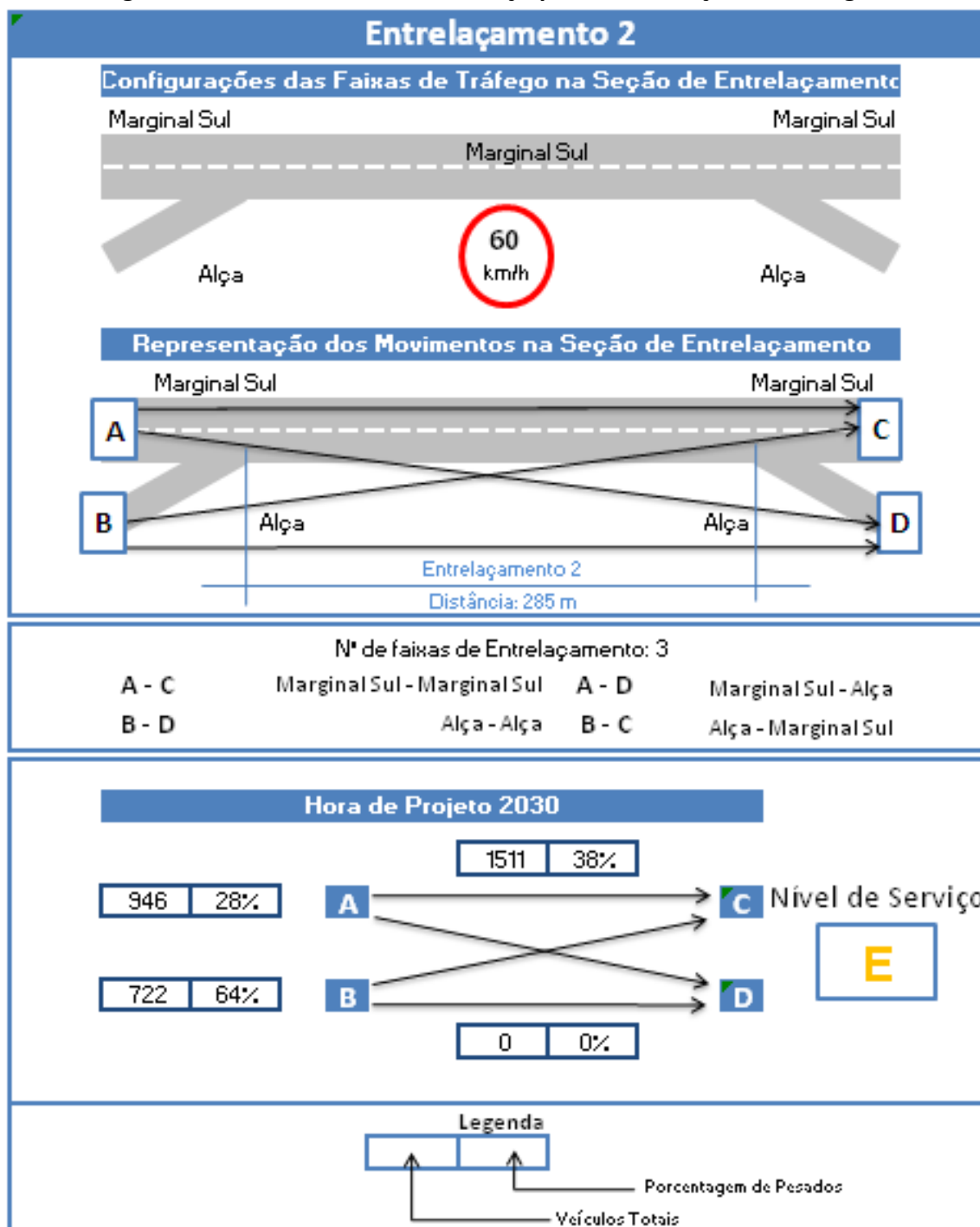


Figura A4: Alteração Proposta



Figura A5: Fluxos Evolvidos e Análise de Nível de Serviço para a Convergência 7 no Projeto Original

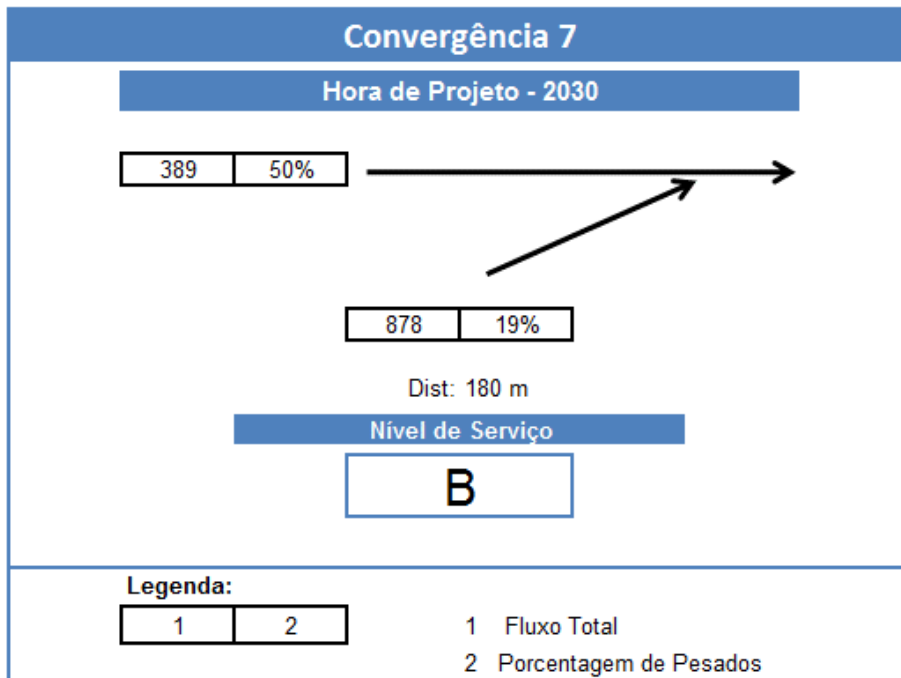
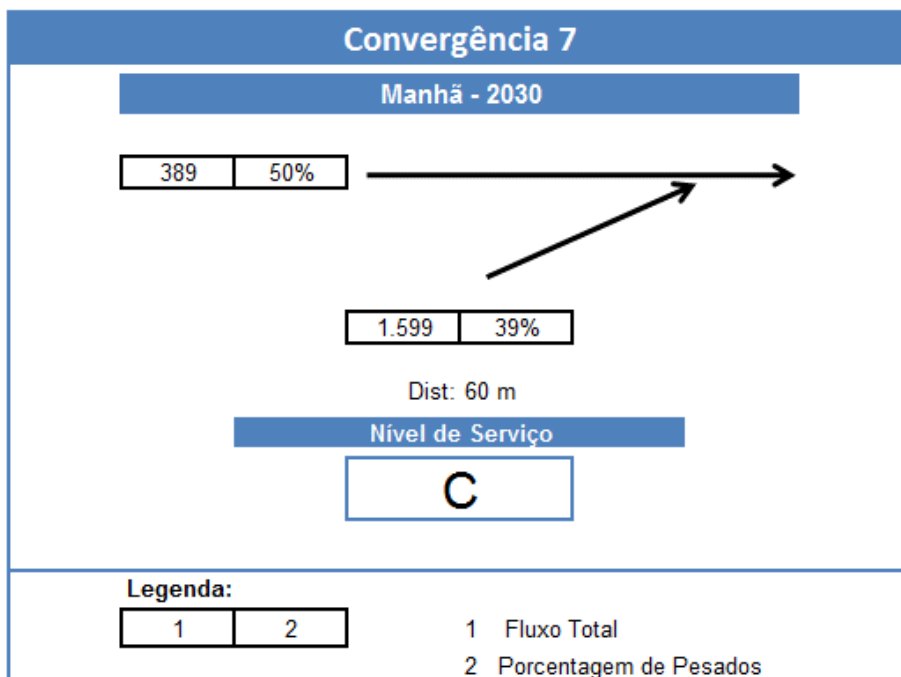


Figura A6: Fluxos Evolvidos e Análise de Nível de Serviço para a Nova Convergência 7



**Figura A7: Fluxos Evolvidos e Análise de Nível de Serviço para o Entrelaçamento 3 no Projeto Original**

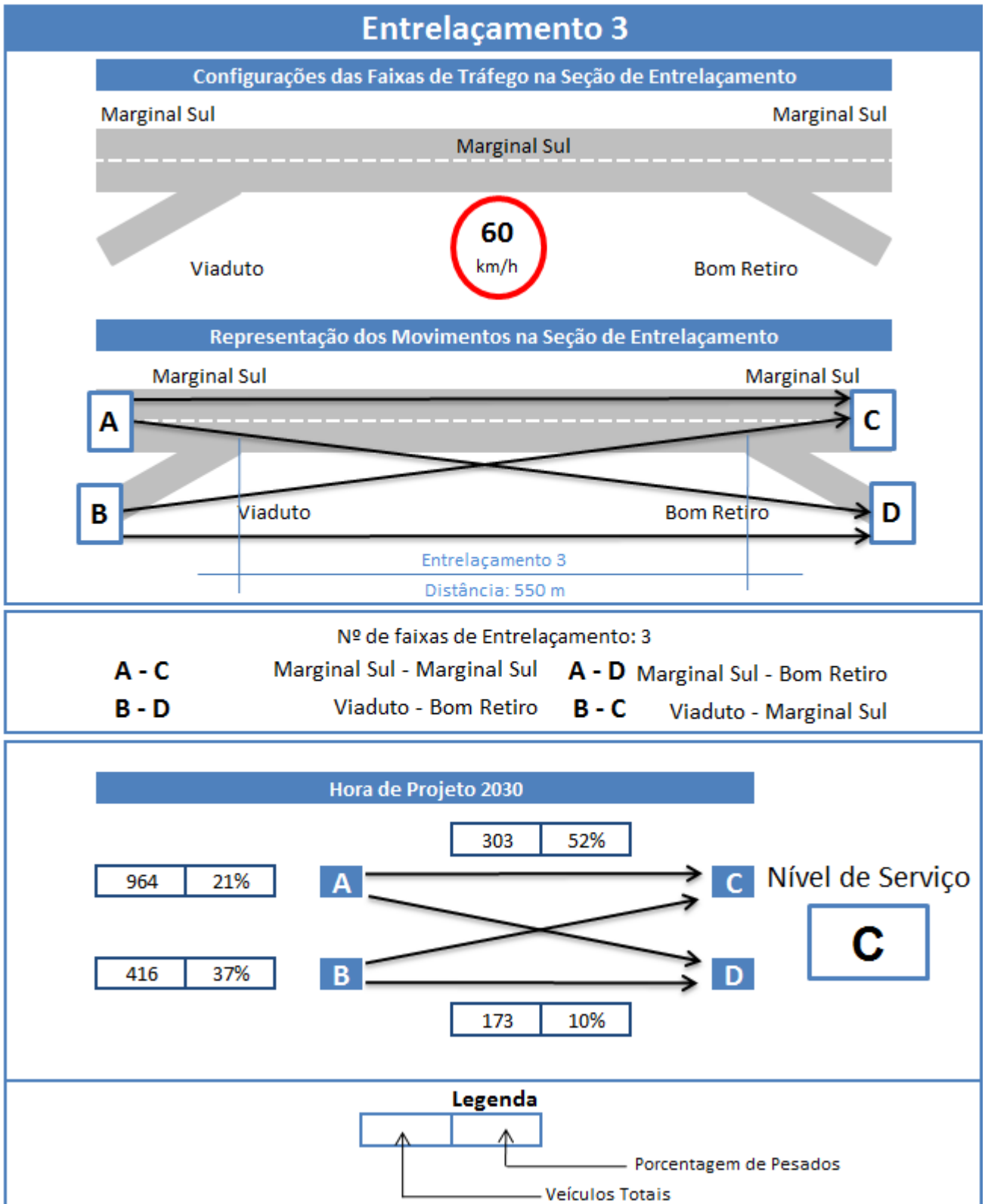
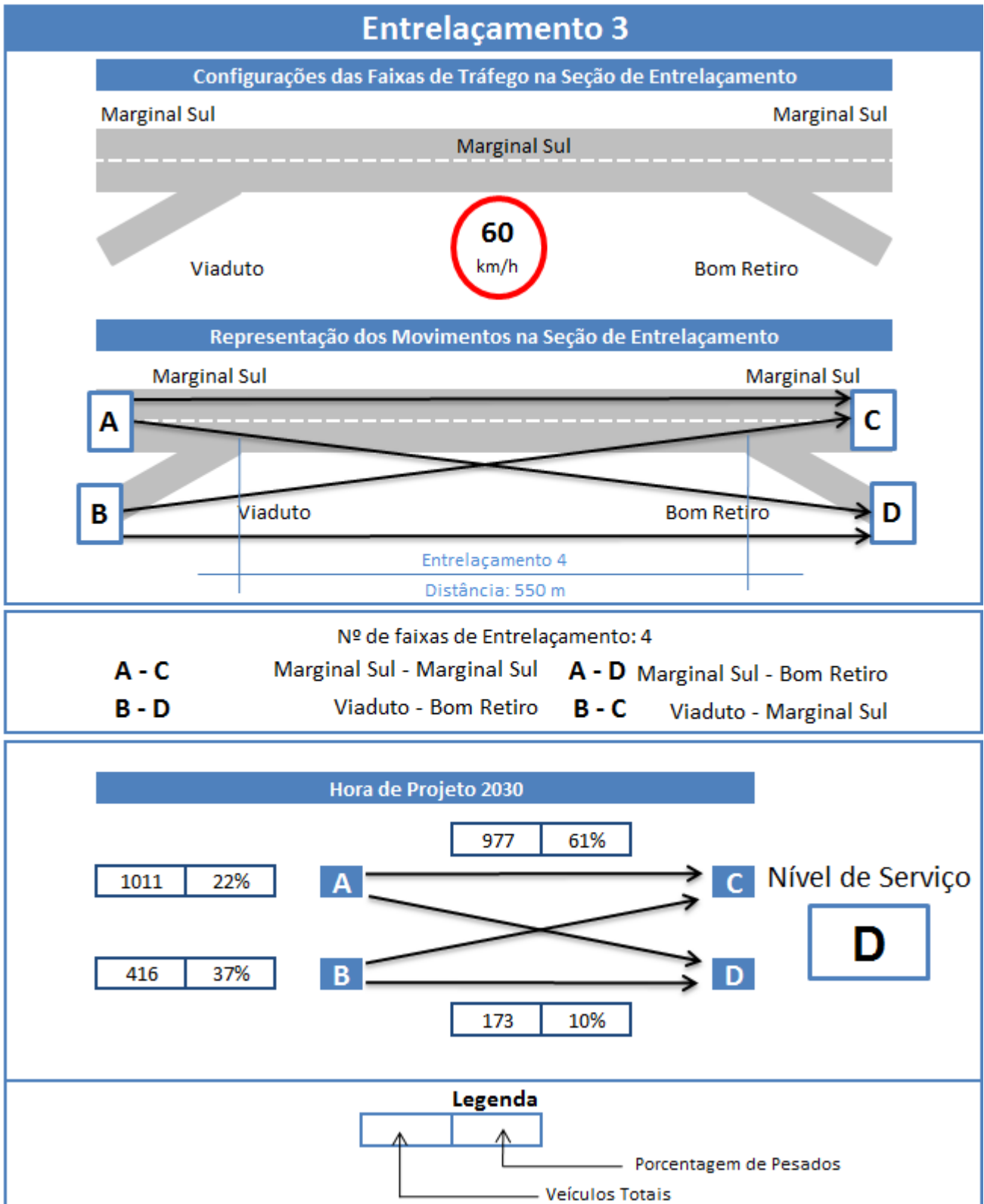


Figura A8: Fluxos Evolvidos e Análise de Nível de Serviço para o Novo Entrelaçamento 3



**ANEXO B: RESULTADO DAS ANÁLISES DE NÍVEL DE SERVIÇO – HCS2000**

## Convergências

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c



Phone: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_  
E-mail: \_\_\_\_\_

---

Merge Analysis

---

Analyst: Fernando Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 29/07/2015  
Analysis time period: Hora de Projeto  
Freeway/dir or travel: Marginal Norte  
Junction: Convergência 1  
Jurisdiction: Ecovias  
Analysis Year: 2030  
Description: Análise nível de serviço

---

Freeway Data

---

Type of analysis	Merge		
Number of lanes in freeway	2		
Free-flow speed on freeway	90.0	km/h	
Volume on freeway	148	vph	

---

On Ramp Data

---

Side of freeway	Left		
Number of lanes in ramp	2		
Free-flow speed on ramp	40.0	km/h	
Volume on ramp	1009	vph	
Length of first accel/decel lane	135	m	
Length of second accel/decel lane	145	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)	148	1009		vph
Peak-hour factor, PHF	0.95	0.95		
Peak 15-min volume, v15	39	266		v
Trucks and buses	20	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	0.909	0.905		
Driver population factor, fp	1.00	1.00		
Flow rate, vp	171	1174		pcph

---

Estimation of V12 Merge Areas

---

L = 0.00 (Equation 25-2 or 25-3)  
EQ  
P = 1.000 Using Equation 0  
FM  
 $v_{12} = v \left( \frac{P}{F} \right) = 171$  pcph

---

Capacity Checks

---

	Actual	Maximum	LOS F?
v	1345	4500	No
FO			
v	1365	4600	No
R12			

---

Level of Service Determination (if not F)

---

Density,  $D = 3.402 + 0.00456 v + 0.0048 v - 0.01278 L = 4.3$  pc/km/ln  
R R 12 A

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

---

Speed Estimation

---

Intermediate speed variable, M = 0.270  
S  
Space mean speed in ramp influence area, S = 83.8 km/h  
R  
Space mean speed in outer lanes, S = N/A km/h  
Space mean speed for all vehicles, S = 83.8 km/h



HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: Fax:  
E-mail:

Merge Analysis

Analyst: Fernando Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 29/07/2015  
Analysis time period: Hora de Projeto  
Freeway/dir or travel: Local  
Junction: Convergência 2  
Jurisdiction: Ecovias  
Analysis Year: 2030  
Description: Análise nível de serviço

Freeway Data

Type of analysis Merge  
Number of lanes in freeway 2  
Free-flow speed on freeway 90.0 km/h  
Volume on freeway 283 vph

On Ramp Data

Side of freeway Left  
Number of lanes in ramp 2  
Free-flow speed on ramp 40.0 km/h  
Volume on ramp 0 vph  
Length of first accel/decel lane 30 m  
Length of second accel/decel lane 40 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)	283	0		vph
Peak-hour factor, PHF	0.95	0.95		
Peak 15-min volume, v15	74	0		v
Trucks and buses	25	0		%
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	1.000		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	335	0		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

$L = 0.00$  (Equation 25-2 or 25-3)  
EQ  
 $P = 1.000$  Using Equation 0  
FM  
 $v_{12} = v_{12} (P) = 335$  pcph  
12 F FM

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v	335	4500	No
FO			
v	375	4600	No
R12			

Level of Service Determination (if not F)

Density,  $D = 3.402 + 0.00456 v_R + 0.0048 v_{12} - 0.01278 L_A = 3.7$  pc/km/ln

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

Speed Estimation

Intermediate speed variable,  $M = 0.311$   
S  
Space mean speed in ramp influence area,  $S_R = 82.9$  km/h  
R  
Space mean speed in outer lanes,  $S = N/A$  km/h  
Space mean speed for all vehicles,  $S = 82.9$  km/h

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: Fax:  
E-mail:

Merge Analysis

Analyst: Fernando Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 29/07/2015  
Analysis time period: Hora de Projeto  
Freeway/dir or travel: Viaduto  
Junction: Convergência 3  
Jurisdiction: Ecovias  
Analysis Year: 2030  
Description: Análise nível de serviço

Freeway Data

Type of analysis Merge  
Number of lanes in freeway 2  
Free-flow speed on freeway 90.0 km/h  
Volume on freeway 1481 vph

On Ramp Data

Side of freeway Right  
Number of lanes in ramp 2  
Free-flow speed on ramp 40.0 km/h  
Volume on ramp 142 vph  
Length of first accel/decel lane 95 m  
Length of second accel/decel lane 105 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)	1481	142		vph
Peak-hour factor, PHF	0.95	0.95		
Peak 15-min volume, v15	390	37		v
Trucks and buses	25	25		%
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	0.889	0.889		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	1754	168		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

$L = 0.00$  (Equation 25-2 or 25-3)  
EQ  
 $P = 1.000$  Using Equation 0  
FM  
 $v = v (P) = 1754$  pcph  
12 F FM

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v	1922	4500	No
FO			
v	1922	4600	No
R12			

Level of Service Determination (if not F)

Density,  $D = 3.402 + 0.00456 \frac{v}{R} + 0.0048 \frac{v}{12} - 0.01278 \frac{L}{A} = 8.8$  pc/km/ln  
R R 12 A  
Level of service for ramp-freeway junction areas of influence B

Speed Estimation

Intermediate speed variable,  $M = 0.300$   
S  
Space mean speed in ramp influence area,  $S = 83.1$  km/h  
R  
Space mean speed in outer lanes,  $S = N/A$  km/h  
Space mean speed for all vehicles,  $S = 83.1$  km/h

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: Fax:  
E-mail:

Merge Analysis

Analyst: Fernando Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 18/08/2015  
Analysis time period: Hora de Projeto  
Freeway/dir or travel: SP 150 (Norte)  
Junction: Convergência 4  
Jurisdiction: Ecovias  
Analysis Year: 2030  
Description: Análise nível de serviço

Freeway Data

Type of analysis Merge  
Number of lanes in freeway 2  
Free-flow speed on freeway 110.0 km/h  
Volume on freeway 2757 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 1883 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)	2757	1883		vph
Peak-hour factor, PHF	0.95	0.95		
Peak 15-min volume, v15	726	496		v
Trucks and buses	21	25		%
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	0.905	0.889		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	3207	2230		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

$L = 0.00$  (Equation 25-2 or 25-3)  
EQ  
 $P = 1.000$  Using Equation 0  
FM  
 $v = v (P) = 3207$  pcph  
12 F FM

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v	5437	4700	Yes
FO			
v	5437	4600	Yes
R12			

Level of Service Determination (if not F)

Density,  $D = 3.402 + 0.00456 v + 0.0048 v - 0.01278 L = 27.5$  pc/km/ln  
R R 12 A

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

Speed Estimation

Intermediate speed variable,  $M = 1.189$   
S  
Space mean speed in ramp influence area,  $S = 58.9$  km/h  
R  
Space mean speed in outer lanes,  $S = N/A$  km/h  
Space mean speed for all vehicles,  $S = 58.9$  km/h

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: Fax:  
E-mail:

Merge Analysis

Analyst: Fernando Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 18/08/2015  
Analysis time period: Hora de Projeto  
Freeway/dir or travel: SP 150 (Norte)  
Junction: Convergência 4  
Jurisdiction: Ecovias  
Analysis Year: 2030  
Description: Análise nível de serviço

Freeway Data

Type of analysis Merge  
Number of lanes in freeway 3  
Free-flow speed on freeway 110.0 km/h  
Volume on freeway 2757 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 1883 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)	2757	1883		vph
Peak-hour factor, PHF	0.95	0.95		
Peak 15-min volume, v15	726	496		v
Trucks and buses	21	25		%
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	0.905	0.889		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	3207	2230		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

$L = 0.00$  (Equation 25-2 or 25-3)  
EQ  
 $P = 0.588$  Using Equation 1  
FM  
 $v_{12} = v_{12} (P) = 1886$  pcph  
12 F FM

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v	5437	7050	No
FO			
v	4116	4600	No
R12			

Level of Service Determination (if not F)

Density,  $D = 3.402 + 0.00456 v_R + 0.0048 v_{12} - 0.01278 L_A = 21.2$  pc/km/ln  
R R 12 A  
Level of service for ramp-freeway junction areas of influence D

Speed Estimation

Intermediate speed variable,  $M = 0.533$   
S  
Space mean speed in ramp influence area,  $S_R = 87.1$  km/h  
R  
Space mean speed in outer lanes,  $S = 105.2$  km/h  
Space mean speed for all vehicles,  $S = 90.9$  km/h

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: Fax:  
E-mail:

Merge Analysis

Analyst: Fernando Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 04/08/2015  
Analysis time period: Hora de Projeto  
Freeway/dir or travel: Marginal Sul  
Junction: Convergência 5  
Jurisdiction: Ecovias  
Analysis Year: 2030  
Description: Análise nível de serviço

Freeway Data

Type of analysis Merge  
Number of lanes in freeway 3  
Free-flow speed on freeway 90.0 km/h  
Volume on freeway 1509 vph

On Ramp Data

Side of freeway Right  
Number of lanes in ramp 2  
Free-flow speed on ramp 60.0 km/h  
Volume on ramp 1845 vph  
Length of first accel/decel lane 30 m  
Length of second accel/decel lane 40 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)	1509	1845		vph
Peak-hour factor, PHF	0.95	0.95		
Peak 15-min volume, v15	397	486		v
Trucks and buses	25	25		%
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	0.889	0.889		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	1787	2185		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

$$L = 0.00 \quad (\text{Equation 25-2 or 25-3})$$

$$EQ$$

$$P = 0.555 \quad \text{Using Equation } 0$$

$$FM$$

$$v = v \left( \frac{P}{12} \right) = 992 \quad \text{pcph}$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v	3972	6750	No
FO			
v	3177	4600	No
R12			

Level of Service Determination (if not F)

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

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

Speed Estimation

Intermediate speed variable,  $M = 0.391$   
S  
Space mean speed in ramp influence area,  $S = 81.0$  km/h  
R  
Space mean speed in outer lanes,  $S = 88.3$  km/h  
Space mean speed for all vehicles,  $S = 82.4$  km/h

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: Fax:  
E-mail:

Merge Analysis

Analyst: Fernando Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 18/08/2015  
Analysis time period: Hora de Projeto  
Freeway/dir or travel: SP 150 (Norte)  
Junction: Convergência 6  
Jurisdiction: Ecovias  
Analysis Year: 2030  
Description: Análise nível de serviço

Freeway Data

Type of analysis Merge  
Number of lanes in freeway 2  
Free-flow speed on freeway 110.0 km/h  
Volume on freeway 4589 vph

On Ramp Data

Side of freeway Right  
Number of lanes in ramp 2  
Free-flow speed on ramp 60.0 km/h  
Volume on ramp 7 vph  
Length of first accel/decel lane 105 m  
Length of second accel/decel lane 115 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)	4589	7		vph
Peak-hour factor, PHF	0.95	0.95		
Peak 15-min volume, v15	1208	2		v
Trucks and buses	25	0		%
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	0.889	1.000		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	5434	7		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

$$L = 0.00 \quad (\text{Equation 25-2 or 25-3})$$

EQ

$$P = 1.000 \quad \text{Using Equation 0}$$

FM

$$v = v \left( \frac{P}{F} \right) = 5434 \quad \text{pcph}$$

12 F FM

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v	5441	4700	Yes
FO			
v	5441	4600	Yes
R12			

Level of Service Determination (if not F)

$$\text{Density, } D = 3.402 + 0.00456 \frac{v}{R} + 0.0048 \frac{v}{R} - 0.01278 \frac{L}{A} = 25.4 \quad \text{pc/km/ln}$$

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

Speed Estimation

Intermediate speed variable, M = 1.143  
S  
Space mean speed in ramp influence area, S = 60.9 km/h  
R  
Space mean speed in outer lanes, S = N/A km/h  
Space mean speed for all vehicles, S = 60.9 km/h

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: Fax:  
E-mail:

Merge Analysis

Analyst: Fernando Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 04/08/2015  
Analysis time period: Hora de Projeto  
Freeway/dir or travel: Marginal Sul  
Junction: Convergência 7  
Jurisdiction: Ecovias  
Analysis Year: 2030  
Description: Análise nível de serviço

Freeway Data

Type of analysis Merge  
Number of lanes in freeway 2  
Free-flow speed on freeway 90.0 km/h  
Volume on freeway 432 vph

On Ramp Data

Side of freeway Left  
Number of lanes in ramp 1  
Free-flow speed on ramp 60.0 km/h  
Volume on ramp 1702 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)	432	1702		vph
Peak-hour factor, PHF	0.95	0.95		
Peak 15-min volume, v15	114	448		v
Trucks and buses	25	25		%
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	0.889	0.889		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	512	2016		pcph

Estimation of V12 Merge Areas

$L = 0.00$  (Equation 25-2 or 25-3)  
EQ  
 $P = 1.000$  Using Equation 0  
FM  
 $v = v (P) = 512$  pcph  
12 F FM

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
v	2528	4500	No
FO			
v	2589	4600	No
R12			

Level of Service Determination (if not F)

Density,  $D = 3.402 + 0.00456 \frac{v}{R} + 0.0048 \frac{v}{12} - 0.01278 \frac{L}{A} = 12.8$  pc/km/ln  
R R 12 A C

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

Speed Estimation

Intermediate speed variable,  $M = 0.330$   
S  
Space mean speed in ramp influence area,  $S = 82.4$  km/h  
R  
Space mean speed in outer lanes,  $S = N/A$  km/h  
Space mean speed for all vehicles,  $S = 82.4$  km/h

## Divergências

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone:	Fax:		
E-mail:			
Diverge Analysis			
Analyst:	Fernando Oliveira		
Agency/Co.:	PERPLAN		
Date performed:	29/07/2015		
Analysis time period:	Hora de Projeto		
Freeway/dir or travel:	Marginal Sul		
Junction:	Divergência 1		
Jurisdiction:	Ecovias		
Analysis Year:	2030		
Description:	Análise nível de serviço		
Freeway Data			
Type of analysis	Diverge		
Number of lanes in freeway	2		
Free-flow speed on freeway	90.0 km/h		
Volume on freeway	998 vph		
Off Ramp Data			
Side of freeway	Left		
Number of lanes in ramp	2		
Free-Flow speed on ramp	40.0 km/h		
Volume on ramp	998 vph		
Length of first accel/decel lane	60 m		
Length of second accel/decel lane	450 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)	998	998	vph
Peak-hour factor, PHF	0.95	0.95	
Peak 15-min volume, v15	263	263	v
Trucks and buses	18	18	%
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	0.917	
Driver population factor, fP	1.00	1.00	
Flow rate, vp	1145	1145	pcph
Estimation of V12 Diverge Areas			
L =	0.00	(Equation 25-8 or 25-9)	
EQ			
P =	1.000	Using Equation 0	
FD			
v = v + (v - v) P =	1145	pcph	
12 R F R FD			
Capacity Checks			
	Actual	Maximum	LOS F?
v = v	1145	4500	No
F <sub>i</sub> F			
v	1145	4400	No
			12
v = v - v	0	4500	No
F <sub>O</sub> F R			
v	1145	3500	No
R			
Level of Service Determination (if not F)			
Density,	D = 2.642 + 0.0053 v	- 0.0183 L	= -1.7 pc/km/ln
	R	12	D
Level of service for ramp-freeway junction areas of influence A			
Speed Estimation			
Intermediate speed variable,	D = 0.666		
	S		
Space mean speed in ramp influence area,	S = 75	km/h	
	R		
Space mean speed in outer lanes,	S = N/A	km/h	
	S		
Space mean speed for all vehicles,	S = 74.7	km/h	
	S		

12

0



HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: Fax:  
E-mail:

Diverge Analysis

Analyst: Fernando Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 30/07/2015  
Analysis time period: Hora de Projeto  
Freeway/dir or travel: Viaduto  
Junction: Divergência 2  
Jurisdiction: Ecovias  
Analysis Year: 2030  
Description: Análise nível de serviço

Freeway Data

Type of analysis Diverge  
Number of lanes in freeway 3  
Free-flow speed on freeway 90.0 km/h  
Volume on freeway 2447 vph

Off Ramp Data

Side of freeway Left  
Number of lanes in ramp 2  
Free-Flow speed on ramp 40.0 km/h  
Volume on ramp 1481 vph  
Length of first accel/decel lane 25 m  
Length of second accel/decel lane 35 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)	2447	1481		vph
Peak-hour factor, PHF	0.95	0.95		
Peak 15-min volume, v15	644	390		v
Trucks and buses	25	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	0.889	0.889		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	2898	1754		pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

$$L = 0.00 \quad (\text{Equation 25-8 or 25-9})$$

$$EQ$$

$$P = 0.450 \quad \text{Using Equation 0}$$

$$FD$$

$$v = v + (v - v) P = 2269 \quad \text{pcph}$$

$$12 \quad R \quad F \quad R \quad FD$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
$v = v$	2898	6750	No
$F_i \quad F$			
$v$	2269	4400	No
$v = v - v$	1144	6750	No
$F_O \quad F \quad R$			
$v$	1754	3500	No
$R$			

Level of Service Determination (if not F)

$$\text{Density, } D = 2.642 + 0.0053 v - 0.0183 L = 13.7 \quad \text{pc/km/ln}$$

$$R \quad 12 \quad D$$

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

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	$D = 0.721$	
	$S$	
Space mean speed in ramp influence area,	$S = 73$	km/h
	$R$	
Space mean speed in outer lanes,	$S = 95.4$	km/h
	$S$	
Space mean speed for all vehicles,	$S = 76.6$	km/h

12

0

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: Fax:  
E-mail:

Diverge Analysis

Analyst: Fernando Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 29/07/2015  
Analysis time period: Hora de Projeto  
Freeway/dir or travel: Viaduto  
Junction: Divergência 3  
Jurisdiction: Ecovias  
Analysis Year: 2030  
Description: Análise nível de serviço

Freeway Data

Type of analysis Diverge  
Number of lanes in freeway 2  
Free-flow speed on freeway 90.0 km/h  
Volume on freeway 1653 vph

Off Ramp Data

Side of freeway Right  
Number of lanes in ramp 2  
Free-Flow speed on ramp 40.0 km/h  
Volume on ramp 1284 vph  
Length of first accel/decel lane 60 m  
Length of second accel/decel lane 70 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)	1653	1284		vph
Peak-hour factor, PHF	0.95	0.95		
Peak 15-min volume, v15	435	338		v
Trucks and buses	25	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	0.889	0.889		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	1958	1521		pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

$$L = 0.00 \quad (\text{Equation 25-8 or 25-9})$$

$$EQ$$

$$P = 1.000 \quad \text{Using Equation 0}$$

$$FD$$

$$v = v + (v - v) P = 1958 \quad \text{pcph}$$

$$12 \quad R \quad F \quad R \quad FD$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
$v = v$	1958	4500	No
$F_i \quad F$			
$v$	1958	4400	No
$v = v - v$	437	4500	No
$F_O \quad F \quad R$			
$v$	1521	3500	No
$R$			

Level of Service Determination (if not F)

$$\text{Density, } D = 2.642 + 0.0053 v - 0.0183 L = 9.5 \quad \text{pc/km/ln}$$

$$R \quad 12 \quad D$$

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

Speed Estimation

Intermediate speed variable,	D = 0.700	
	S	
Space mean speed in ramp influence area,	S = 74	km/h
	R	
Space mean speed in outer lanes,	S = N/A	km/h
Space mean speed for all vehicles,	S = 73.9	km/h

12

0

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: Fax:  
E-mail:

Diverge Analysis

Analyst: Fernando Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 04/08/2015  
Analysis time period: Hora de Projeto  
Freeway/dir or travel: Marginal Sul  
Junction: Divergência 4  
Jurisdiction: Ecovias  
Analysis Year: 2030  
Description: Análise nível de serviço

Freeway Data

Type of analysis Diverge  
Number of lanes in freeway 3  
Free-flow speed on freeway 90.0 km/h  
Volume on freeway 3354 vph

Off Ramp Data

Side of freeway Left  
Number of lanes in ramp 1  
Free-Flow speed on ramp 60.0 km/h  
Volume on ramp 959 vph  
Length of first accel/decel lane 75 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)	3354	959		vph
Peak-hour factor, PHF	0.95	0.95		
Peak 15-min volume, v15	883	252		v
Trucks and buses	25	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	0.889	0.889		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	3972	1136		pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

$L = 0.00$  (Equation 25-8 or 25-9)  
EQ  
 $P = 0.608$  Using Equation 5  
FD  
 $v = v + (v - v) P = 2862$  pcph  
12 R F R FD

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
$v = v$	3972	6750	No
$F_i F$			
$v$	2862	4400	No
$v = v - v$	2836	6750	No
$F_O F R$			
$v$	1136	2000	No
R			

Level of Service Determination (if not F)

Density,  $D = 2.642 + 0.0053 v - 0.0183 L = 17.2$  pc/km/ln  
R 12 D  
Level of service for ramp-freeway junction areas of influence D

Speed Estimation

Intermediate speed variable,  $D = 0.505$   
S  
Space mean speed in ramp influence area,  $S = 78$  km/h  
R  
Space mean speed in outer lanes,  $S = 95.4$  km/h  
Space mean speed for all vehicles,  $S = 81.9$  km/h

12

0

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: Fax:  
E-mail:

Diverge Analysis

Analyst: Fernando Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 04/08/2015  
Analysis time period: Hora de Projeto  
Freeway/dir or travel: Marginal Sul  
Junction: Divergência 5  
Jurisdiction: Ecovias  
Analysis Year: 2030  
Description: Análise nível de serviço

Freeway Data

Type of analysis Diverge  
Number of lanes in freeway 3  
Free-flow speed on freeway 90.0 km/h  
Volume on freeway 1574 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 64 vph  
Length of first accel/decel lane 35 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)	1574	64	vph
Peak-hour factor, PHF	0.95	0.95	
Peak 15-min volume, v15	414	17	v
Trucks and buses	25	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	0.889	0.889	
Driver population factor, fP	1.00	1.00	
Flow rate, vp	1864	76	pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

$$L = 0.00 \quad (\text{Equation 25-8 or 25-9})$$

$$EQ$$

$$P = 0.710 \quad \text{Using Equation 5}$$

$$FD$$

$$v = v + (v - v) P = 1345 \quad \text{pcph}$$

$$12 \quad R \quad F \quad R \quad FD$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
$v = v$	1864	6750	No
$F_i \quad F$			
$v$	1345	4400	No
$v = v - v$	1788	6750	No
$F_O \quad F \quad R$			
$v$	76	2000	No
$R$			

Level of Service Determination (if not F)

$$\text{Density, } D = 2.642 + 0.0053 v - 0.0183 L = 9.1 \quad \text{pc/km/ln}$$

$$R \quad 12 \quad D$$

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

Speed Estimation

Intermediate speed variable,  $D = 0.410$   
 $S$   
Space mean speed in ramp influence area,  $S = 81 \quad \text{km/h}$   
 $R$   
Space mean speed in outer lanes,  $S = 95.4 \quad \text{km/h}$   
Space mean speed for all vehicles,  $S = 84.2 \quad \text{km/h}$

12

0

HCS2000: Ramps and Ramp Junctions Release 4.1c

Phone: Fax:  
E-mail:

Diverge Analysis

Analyst: Fernando Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date performed: 18/08/2015  
Analysis time period: Hora de Projeto  
Freeway/dir or travel: SP 150 (Sul)  
Junction: Divergência 6  
Jurisdiction: Ecovias  
Analysis Year: 2030  
Description: Análise nível de serviço

Freeway Data

Type of analysis Diverge  
Number of lanes in freeway 2  
Free-flow speed on freeway 110.0 km/h  
Volume on freeway 4237 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 1702 vph  
Length of first accel/decel lane 165 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)	4237	1702		vph
Peak-hour factor, PHF	0.95	0.95		
Peak 15-min volume, v15	1115	448		v
Trucks and buses	24	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	0.893	0.889		
Driver population factor, fP	1.00	1.00		
Flow rate, vp	4995	2016		pcph

Estimation of V12 Diverge Areas

$$L = 0.00 \quad (\text{Equation 25-8 or 25-9})$$

$$EQ$$

$$P = 1.000 \quad \text{Using Equation 0}$$

$$FD$$

$$v = v + (v - v) P = 4995 \quad \text{pcph}$$

$$12 \quad R \quad F \quad R \quad FD$$

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F?
$v = v$	4995	4700	Yes
$F_i \quad F$			
$v$	4995	4400	Yes
$v = v - v$	2979	4700	No
$F_O \quad F \quad R$			
$v$	2016	2000	Yes
$R$			

Level of Service Determination (if not F)

$$\text{Density, } D = 2.642 + 0.0053 v - 0.0183 L = 26.1 \quad \text{pc/km/ln}$$

$$R \quad 12 \quad D$$

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

Speed Estimation

Intermediate speed variable,  $D = 0.584$   
 $S$   
Space mean speed in ramp influence area,  $S = 85 \quad \text{km/h}$   
 $R$   
Space mean speed in outer lanes,  $S = \text{N/A} \quad \text{km/h}$   
 $S$   
Space mean speed for all vehicles,  $S = 84.9 \quad \text{km/h}$

12

0

## Entrelaçamentos

HCS2000: Freeway Weaving Release 4.1c  
Operational Analysis

Analyst: Matheus Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date Performed: 12/08/2015  
Analysis Time Period: Hora Pico Projeto  
Freeway/dir or Travel: Marginal Sul (SP150)  
Weaving Location: Entrelaçamento 1  
Jurisdiction: EcoVias  
Analysis Year: 2030  
Description: Análise de Nível de Serviço

### Inputs

Freeway free-flow speed, SFF	60	km/h
Weaving number of lanes, N	2	
Weaving segment length, L	290	m
Terrain type	Level	
Grade		%
Length		km
Weaving type	A	Multilane or C-D
Volume ratio, VR	0.89	
Weaving ratio, R	0.16	

### 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	95	159	888	veh/h
Peak-hour factor, PHF		0.95	0.95	0.95	0.95
Peak 15-min volume, v15		0	25	42	234 v
Trucks and buses		0	25	25	15 %
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	0.889	0.889 0.930
Driver population factor, fP			1.00	1.00	1.00 1.00
Flow rate, v		0	112	188	1004 pc/h

### Weaving and Non-Weaving Speeds

	Weaving	Non-Weaving
Weaving intensity factor, Wi	3.25	0.71
Weaving and non-weaving speeds, Si	34.36	49.67
Number of lanes required for unconstrained operation, Nw (Exhibit 24-7)		1.68
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	35.29	km/h
Weaving segment density, D	18.47	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	1192	2800	a
Average flow rate (pc/h/ln)	652		b
Volume ratio, VR	0.91	1.00	c
Weaving ratio, R	0.16	N/A	d
Weaving length (m)	290	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: Matheus Oliveira  
 Agency/Co.: PERPLAN  
 Date Performed: 12/08/2015  
 Analysis Time Period: Hora de Projeto  
 Freeway/dir or Travel: Marginal Norte (SP 150)  
 Weaving Location: Entrelaçamento 2  
 Jurisdiction: EcoVias  
 Analysis Year: 2030  
 Description: Análise de Nível de Serviço

## Inputs

Freeway free-flow speed, SFF 60 km/h  
 Weaving number of lanes, N 2  
 Weaving segment length, L 570 m  
 Terrain type Level  
 Grade %  
 Length km  
 Weaving type C Multilane or C-D  
 Volume ratio, VR 0.53  
 Weaving ratio, R 0.21

## Conversion to pc/h Under Base Conditions

	Non-Weaving		Weaving		veh/h
	V	V	V	V	
	A-C	B-D	A-D	B-C	
Volume, V	265	875	1019	282	veh/h
Peak-hour factor, PHF	0.95	0.95	0.95	0.95	
Peak 15-min volume, v15	70	230	268	74	v
Trucks and buses	25	22	25	18	%
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		0.889	0.901	0.889	0.917
Driver population factor, fP		1.00	1.00	1.00	1.00
Flow rate, v	313	1022	1206	323	pc/h

## Weaving and Non-Weaving Speeds

	Weaving	Non-Weaving
Weaving intensity factor, Wi	0.78	0.84
Weaving and non-weaving speeds, Si	48.72	47.91
Number of lanes required for unconstrained operation, Nw (Exhibit 24-7)		1.17
Maximum number of lanes, Nw (max) (Exhibit 24-7)		3.00
Type of operation is	Unconstrained	

## Weaving Segment Speed, Density, Level of Service and Capacity

Weaving segment speed, S 48.34 km/h  
 Weaving segment density, D 29.62 pc/km/ln  
 Level of service, LOS  
 Capacity for base condition, cb pc/h

## Limitations on Weaving Segments

	If Max Exceeded		See Note
	Analyzed	Maximum	
Weaving flow rate, Vw	1529	3500	a
Average flow rate (pc/h/ln)	1432		b
Volume ratio, VR	0.53	0.50	c
Weaving ratio, R	0.21	0.40	d
Weaving length (m)	570	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: Matheus Oliveira  
 Agency/Co.: PERPLAN  
 Date Performed: 12/08/2015  
 Analysis Time Period: Hora de Projeto  
 Freeway/dir or Travel: Marginal Norte (SP 150)  
 Weaving Location: Entrelaçamento 2  
 Jurisdiction: EcoVias  
 Analysis Year: 2030  
 Description: Análise de Nível de Serviço

## Inputs

Freeway free-flow speed, SFF 60 km/h  
 Weaving number of lanes, N 3  
 Weaving segment length, L 570 m  
 Terrain type Level  
     Grade %  
     Length km  
 Weaving type C Multilane or C-D  
 Volume ratio, VR 0.53  
 Weaving ratio, R 0.21

## Conversion to pc/h Under Base Conditions

	Non-Weaving		Weaving		veh/h
	V	V	V	V	
	A-C	B-D	A-D	B-C	
Volume, V	265	875	1019	282	veh/h
Peak-hour factor, PHF	0.95	0.95	0.95	0.95	
Peak 15-min volume, v15	70	230	268	74	v
Trucks and buses	25	22	25	18	%
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		0.889	0.901	0.889	0.917
Driver population factor, fP		1.00	1.00	1.00	1.00
Flow rate, v	313	1022	1206	323	pc/h

## Weaving and Non-Weaving Speeds

	Weaving	Non-Weaving
Weaving intensity factor, Wi	0.56	0.54
Weaving and non-weaving speeds, Si	52.13	52.61
Number of lanes required for unconstrained operation, Nw (Exhibit 24-7)		1.74
Maximum number of lanes, Nw (max) (Exhibit 24-7)		3.00
Type of operation is	Unconstrained	

## Weaving Segment Speed, Density, Level of Service and Capacity

Weaving segment speed, S 52.36 km/h  
 Weaving segment density, D 18.23 pc/km/ln  
 Level of service, LOS C  
 Capacity for base condition, cb 5140 pc/h

## Limitations on Weaving Segments

	Analyzed	If Max Exceeded See Note	
		Maximum	Note
Weaving flow rate, Vw	1529	3500	a
Average flow rate (pc/h/ln)	954		b
Volume ratio, VR	0.53	0.50	c
Weaving ratio, R	0.21	0.40	d
Weaving length (m)	570	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

 Phone: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_  
 E-mail: \_\_\_\_\_

## Operational Analysis

 Analyst: Matheus Oliveira  
 Agency/Co.: PERPLAN  
 Date Performed: 12/08/2015  
 Analysis Time Period: Hora Pico Projeto  
 Freeway/dir or Travel: Marginal Norte (SP150)  
 Weaving Location: Entrelaçamento 2  
 Jurisdiction: EcoVias  
 Analysis Year: 2030  
 Description: Análise de Nível de Serviço

## Inputs

Freeway free-flow speed, SFF	60	km/h
Weaving number of lanes, N	3	
Weaving segment length, L	570	m
Terrain type	Level	
Grade		%
Length		km
Weaving type	A	
Volume ratio, VR	0.47	
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	1019	282	265	875	veh/h
Peak-hour factor, PHF	0.95	0.95	0.95	0.95	
Peak 15-min volume, v15	268	74	70	230	v
Trucks and buses	25	18	25	22	%
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	0.889	0.917	0.889	0.901	
Driver population factor, fP	1.00	1.00	1.00	1.00	
Flow rate, v	1206	323	313	1022	pc/h

## Weaving and Non-Weaving Speeds

	Weaving	Non-Weaving
Weaving intensity factor, Wi	1.52	0.24
Weaving and non-weaving speeds, Si	41.44	59.40
Number of lanes required for unconstrained operation, Nw (Exhibit 24-7)	1.86	
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	49.42	km/h
Weaving segment density, D	19.32	pc/km/ln
Level of service, LOS	C	
Capacity for base condition, cb	4718	pc/h

## Limitations on Weaving Segments

If Max Exceeded See Note

	Analyzed	Maximum	Note
Weaving flow rate, Vw	1335	2800	a
Average flow rate (pc/h/ln)	954		b
Volume ratio, VR	0.47	0.45	c
Weaving ratio, R	0.23	N/A	d
Weaving length (m)	570	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

 Phone: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_  
 E-mail: \_\_\_\_\_

## Operational Analysis

 Analyst: Matheus Oliveira  
 Agency/Co.: PERPLAN  
 Date Performed: 12/08/2015  
 Analysis Time Period: Hora Pico Projeto  
 Freeway/dir or Travel: Marginal Norte (SP150)  
 Weaving Location: Entrelaçamento 2  
 Jurisdiction: EcoVias  
 Analysis Year: 2030  
 Description: Análise de Nível de Serviço

## Inputs

Freeway free-flow speed, SFF	60	km/h
Weaving number of lanes, N	2	
Weaving segment length, L	570	m
Terrain type	Level	
Grade		%
Length		km
Weaving type	A	
Volume ratio, VR	0.47	
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	1019	282	265	875	veh/h
Peak-hour factor, PHF	0.95	0.95	0.95	0.95	
Peak 15-min volume, v15	268	74	70	230	v
Trucks and buses	25	18	25	22	%
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	0.889	0.917	0.889	0.901	
Driver population factor, fP	1.00	1.00	1.00	1.00	
Flow rate, v	1206	323	313	1022	pc/h

## Weaving and Non-Weaving Speeds

	Weaving	Non-Weaving
Weaving intensity factor, Wi	0.97	0.72
Weaving and non-weaving speeds, Si	46.37	49.57
Number of lanes required for unconstrained operation, Nw (Exhibit 24-7)	1.29	
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	48.02	km/h
Weaving segment density, D	29.82	pc/km/ln
Level of service, LOS		
Capacity for base condition, cb		pc/h

## Limitations on Weaving Segments

If Max Exceeded See Note

	Analyzed	Maximum	Note
Weaving flow rate, Vw	1335	2800	a
Average flow rate (pc/h/ln)	1432		b
Volume ratio, VR	0.47	1.00	c
Weaving ratio, R	0.23	N/A	d
Weaving length (m)	570	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: Matheus Oliveira  
 Agency/Co.: PERPLAN  
 Date Performed: 12/08/2015  
 Analysis Time Period: Hora Pico Projeto  
 Freeway/dir or Travel: Marginal Sul (SP150)  
 Weaving Location: Entrelaçamento 3  
 Jurisdiction: EcoVias  
 Analysis Year: 2030  
 Description: Análise de Nível de Serviço

## Inputs

Freeway free-flow speed, SFF 60 km/h  
 Weaving number of lanes, N 3  
 Weaving segment length, L 550 m  
 Terrain type Level  
 Grade %  
 Length km  
 Weaving type A Multilane or C-D  
 Volume ratio, VR 0.52  
 Weaving ratio, R 0.31

## Conversion to pc/h Under Base Conditions

	Non-Weaving		Weaving		veh/h
	V	V	V	V	
	A-C	B-D	A-D	B-C	
Volume, V	1135	173	1001	439	veh/h
Peak-hour factor, PHF	0.95	0.95	0.95	0.95	
Peak 15-min volume, v15	299	46	263	116	v
Trucks and buses	25	10	22	25	%
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	0.889	0.952	0.901	0.889	
Driver population factor, fP	1.00	1.00	1.00	1.00	
Flow rate, v	1344	191	1169	519	pc/h

## Weaving and Non-Weaving Speeds

	Weaving	Non-Weaving
Weaving intensity factor, Wi	1.91	0.34
Weaving and non-weaving speeds, Si	39.11	56.85
Number of lanes required for unconstrained operation, Nw (Exhibit 24-7)	2.01	
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 45.93 km/h  
 Weaving segment density, D 23.39 pc/km/ln  
 Level of service, LOS E  
 Capacity for base condition, cb 4677 pc/h

## Limitations on Weaving Segments

	If Max Exceeded See Note		
	Analyzed	Maximum	Note
Weaving flow rate, Vw	1688	2800	a
Average flow rate (pc/h/ln)	1074		b
Volume ratio, VR	0.52	0.45	c
Weaving ratio, R	0.31	N/A	d
Weaving length (m)	550	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: Matheus Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date Performed: 12/08/2015  
Analysis Time Period: Hora Pico Projeto  
Freeway/dir or Travel: Marginal Sul (SP150)  
Weaving Location: Entrelaçamento 3  
Jurisdiction: EcoVias  
Analysis Year: 2030  
Description: Análise de Nível de Serviço

Inputs

Freeway free-flow speed, SFF 60 km/h  
Weaving number of lanes, N 4  
Weaving segment length, L 550 m  
Terrain type Level  
Grade %  
Length km  
Weaving type A Multilane or C-D  
Volume ratio, VR 0.52  
Weaving ratio, R 0.31

Conversion to pc/h Under Base Conditions

	Non-Weaving		Weaving		veh/h
	V	V	V	V	
	A-C	B-D	A-D	B-C	
Volume, V	1135	173	1001	439	veh/h
Peak-hour factor, PHF	0.95	0.95	0.95	0.95	
Peak 15-min volume, v15	299	46	263	116	v
Trucks and buses	25	10	22	25	%
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		0.889	0.952	0.901	0.889
Driver population factor, fP		1.00	1.00	1.00	1.00
Flow rate, v	1344	191	1169	519	pc/h

Weaving and Non-Weaving Speeds

	Weaving	Non-Weaving
Weaving intensity factor, Wi	1.45	0.23
Weaving and non-weaving speeds, Si	41.98	59.67
Number of lanes required for unconstrained operation, Nw (Exhibit 24-7)		2.61
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 48.88 km/h  
Weaving segment density, D 16.48 pc/km/ln  
Level of service, LOS C  
Capacity for base condition, cb 6803 pc/h

Limitations on Weaving Segments

	Analyzed	If Max Exceeded See Note	
		Maximum	Note
Weaving flow rate, Vw	1688	2800	a
Average flow rate (pc/h/ln)	805		b
Volume ratio, VR	0.52	0.35	c
Weaving ratio, R	0.31	N/A	d
Weaving length (m)	550	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: Matheus Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date Performed: 12/08/2015  
Analysis Time Period: Hora Pico Projeto  
Freeway/dir or Travel: Alamoia Norte (SP150)  
Weaving Location: Entrelaçamento 4  
Jurisdiction: EcoVias  
Analysis Year: 2030  
Description: Análise de Nível de Serviço

Inputs

Freeway free-flow speed, SFF 60 km/h  
Weaving number of lanes, N 2  
Weaving segment length, L 180 m  
Terrain type Level  
Grade %  
Length km  
Weaving type A Multilane or C-D  
Volume ratio, VR 0.45  
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	349	0	0	272	veh/h
Peak-hour factor, PHF	0.95	0.95	0.95	0.95	
Peak 15-min volume, v15	92	0	0	72	v
Trucks and buses	16	0	0	25	%
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		0.926	1.000	1.000	0.889
Driver population factor, fP		1.00	1.00	1.00	1.00
Flow rate, v	396	0	0	322	pc/h

Weaving and Non-Weaving Speeds

	Weaving	Non-Weaving
Weaving intensity factor, Wi	0.62	0.27
Weaving and non-weaving speeds, Si	51.18	58.65
Number of lanes required for unconstrained operation, Nw (Exhibit 24-7)		0.92
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 55.05 km/h  
Weaving segment density, D 6.52 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	
		Maximum	Note
Weaving flow rate, Vw	322	2800	a
Average flow rate (pc/h/ln)	359		b
Volume ratio, VR	0.45	1.00	c
Weaving ratio, R	0.00	N/A	d
Weaving length (m)	180	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: Matheus Oliveira  
Agency/Co.: PERPLAN  
Date Performed: 12/08/2015  
Analysis Time Period: Hora Pico Projeto  
Freeway/dir or Travel: Alamoia Norte (SP150)  
Weaving Location: Entrelaçamento 5  
Jurisdiction: EcoVias  
Analysis Year: 2030  
Description: Análise de Nível de Serviço

Inputs

Freeway free-flow speed, SFF 60 km/h  
Weaving number of lanes, N 3  
Weaving segment length, L 370 m  
Terrain type Level  
Grade %  
Length km  
Weaving type A Multilane or C-D  
Volume ratio, VR 0.55  
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	219	0	271	0	veh/h
Peak-hour factor, PHF	0.95	0.95	0.95	0.95	
Peak 15-min volume, v15	58	0	71	0	v
Trucks and buses	23	0	25	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		0.897	1.000	0.889	1.000
Driver population factor, fP		1.00	1.00	1.00	1.00
Flow rate, v	257	0	320	0	pc/h

Weaving and Non-Weaving Speeds

	Weaving	Non-Weaving
Weaving intensity factor, Wi	0.52	0.05
Weaving and non-weaving speeds, Si	53.00	65.79
Number of lanes required for unconstrained operation, Nw (Exhibit 24-7)		1.72
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 58.02 km/h  
Weaving segment density, D 3.31 pc/km/ln  
Level of service, LOS A  
Capacity for base condition, cb 4347 pc/h

Limitations on Weaving Segments

	Analyzed	If Max Exceeded See Note	
		Maximum	Note
Weaving flow rate, Vw	320	2800	a
Average flow rate (pc/h/ln)	192		b
Volume ratio, VR	0.55	0.45	c
Weaving ratio, R	0.00	N/A	d
Weaving length (m)	370	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.)

## Seções

HCS2000: Multilane Highways Release 4.1c

Phone: Fax:  
E-mail:

### OPERATIONAL ANALYSIS

Analyst: Lúcia de Arruda  
Agency/Co: Perplan  
Date: 14/08/2015  
Analysis Period: Hora de Projeto  
Highway: SP150  
From/To: Seção 1  
Jurisdiction: Ecovias  
Analysis Year: 2030  
Project ID: Análise de Nível de Serviço

### FREE-FLOW SPEED

Direction	1	2
Lane width	3.6 m	3.6 m
Lateral clearance:		
Right edge	1.8 m	1.8 m
Left edge	0.6 m	0.6 m
Total lateral clearance	2.4 m	2.4 m
Access points per km	5	5
Median type		
Free-flow speed:	Measured	Measured
FFS or BFFS	100.0 km/h	100.0 km/h
Lane width adjustment, FLW	0.0 km/h	0.0 km/h
Lateral clearance adjustment, FLC	1.5 km/h	1.5 km/h
Median type adjustment, FM	0.0 km/h	0.0 km/h
Access points adjustment, FA	3.3 km/h	3.3 km/h
Free-flow speed	100.0 km/h	100.0 km/h

### VOLUME

Direction	1	2
Volume, V	2905 vph	3755 vph
Peak-hour factor, PHF	0.95	0.95
Peak 15-minute volume, v15	764	988
Trucks and buses	21 %	21 %
Recreational vehicles	0 %	0 %
Terrain type	Level	Level
Grade	0.00 %	0.00 %
Segment length	0.00 km	0.00 km
Number of lanes	2	2
Driver population adjustment, fP	1.00	1.00
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5
Recreational vehicles PCE, ER	1.2	1.2
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.905	0.905
Flow rate, vp	1689 pcphpl	2183 pcphpl

### RESULTS

Direction	1	2
Flow rate, vp	1689 pcphpl	2183 pcphpl
Free-flow speed, FFS	100.0 km/h	100.0 km/h
Avg. passenger-car travel speed, S	96.8 km/h	88.2 km/h
Level of service, LOS	D	E
Density, D	17.4 pc/km/ln	24.7 pc/km/ln

Overall results are not computed when free-flow speed is less than 70 km/h.

HCS2000: Multilane Highways Release 4.1c

Phone: Fax:

E-mail:

OPERATIONAL ANALYSIS

Analyst: Lúcia de Arruda

Agency/Co: Perplan

Date: 14/08/2015

Analysis Period: Hora de Projeto

Highway: SP150

From/To: Seção 2

Jurisdiction: Ecovias

Analysis Year: 2030

Project ID: Análise de Nível de Serviço

FREE-FLOW SPEED

Direction	1	2
Lane width	3.6 m	3.6 m
Lateral clearance:		
Right edge	1.8 m	1.8 m
Left edge	0.6 m	0.6 m
Total lateral clearance	2.4 m	2.4 m
Access points per km	5	5
Median type		
Free-flow speed:	Measured	Measured
FFS or BFFS	100.0 km/h	100.0 km/h
Lane width adjustment, FLW	0.0 km/h	0.0 km/h
Lateral clearance adjustment, FLC	1.5 km/h	1.5 km/h
Median type adjustment, FM	0.0 km/h	0.0 km/h
Access points adjustment, FA	3.3 km/h	3.3 km/h
Free-flow speed	100.0 km/h	100.0 km/h

VOLUME

Direction	1	2
Volume, V	2757 vph	3583 vph
Peak-hour factor, PHF	0.95	0.95
Peak 15-minute volume, v15	726	943
Trucks and buses	21 %	18 %
Recreational vehicles	0 %	0 %
Terrain type	Level	Level
Grade	0.00 %	0.00 %
Segment length	0.00 km	0.00 km
Number of lanes	2	2
Driver population adjustment, fP	1.00	1.00
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5
Recreational vehicles PCE, ER	1.2	1.2
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.905	0.917
Flow rate, vp	1603 pcphpl	2055 pcphpl

RESULTS

Direction	1	2
Flow rate, vp	1603 pcphpl	2055 pcphpl
Free-flow speed, FFS	100.0 km/h	100.0 km/h
Avg. passenger-car travel speed, S	98.0 km/h	90.7 km/h
Level of service, LOS	D	E
Density, D	16.4 pc/km/ln	22.7 pc/km/ln

Overall results are not computed when free-flow speed is less than 70 km/h.



HCS2000: Multilane Highways Release 4.1c

Phone: Fax:

E-mail:

OPERATIONAL ANALYSIS

Analyst: Lúcia de Arruda

Agency/Co: Perplan

Date: 14/08/2015

Analysis Period: Hora de Projeto

Highway: SP150

From/To: Seção 3

Jurisdiction: Ecovias

Analysis Year: 2030

Project ID: Análise de Nível de Serviço

FREE-FLOW SPEED

Direction	1	2
Lane width	3.6 m	3.6 m
Lateral clearance:		
Right edge	1.8 m	1.8 m
Left edge	0.6 m	0.6 m
Total lateral clearance	2.4 m	2.4 m
Access points per km	5	5
Median type		
Free-flow speed:	Measured	Measured
FFS or BFFS	100.0 km/h	100.0 km/h
Lane width adjustment, FLW	0.0 km/h	0.0 km/h
Lateral clearance adjustment, FLC	1.5 km/h	1.5 km/h
Median type adjustment, FM	0.0 km/h	0.0 km/h
Access points adjustment, FA	3.3 km/h	3.3 km/h
Free-flow speed	100.0 km/h	100.0 km/h

VOLUME

Direction	1	2
Volume, V	4590 vph	2637 vph
Peak-hour factor, PHF	0.95	0.95
Peak 15-minute volume, v15	1208	694
Trucks and buses	25 %	15 %
Recreational vehicles	0 %	0 %
Terrain type	Level	Level
Grade	0.00 %	0.00 %
Segment length	0.00 km	0.00 km
Number of lanes	2	2
Driver population adjustment, fP	1.00	1.00
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5
Recreational vehicles PCE, ER	1.2	1.2
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.889	0.930
Flow rate, vp	2717 pcphpl	1491 pcphpl

RESULTS

Direction	1	2
Flow rate, vp	2717 pcphpl	1491 pcphpl
Free-flow speed, FFS	100.0 km/h	100.0 km/h
Avg. passenger-car travel speed, S	km/h	99.3 km/h
Level of service, LOS	F	C
Density, D	pc/km/ln	15.0 pc/km/ln

Overall results are not computed when free-flow speed is less than 70 km/h.

HCS2000: Multilane Highways Release 4.1c

Phone: Fax:

E-mail:

OPERATIONAL ANALYSIS

Analyst: Lúcia de Arruda

Agency/Co: Perplan

Date: 14/08/2015

Analysis Period: Hora de Projeto

Highway: SP150

From/To: Seção 4

Jurisdiction: Ecovias

Analysis Year: 2030

Project ID: Análise de Nível de Serviço

FREE-FLOW SPEED

Direction	1	2
Lane width	3.6 m	3.6 m
Lateral clearance:		
Right edge	1.8 m	1.8 m
Left edge	0.6 m	0.6 m
Total lateral clearance	2.4 m	2.4 m
Access points per km	5	5
Median type		
Free-flow speed:	Measured	Measured
FFS or BFFS	100.0 km/h	100.0 km/h
Lane width adjustment, FLW	0.0 km/h	0.0 km/h
Lateral clearance adjustment, FLC	1.5 km/h	1.5 km/h
Median type adjustment, FM	0.0 km/h	0.0 km/h
Access points adjustment, FA	3.3 km/h	3.3 km/h
Free-flow speed	100.0 km/h	100.0 km/h

VOLUME

Direction	1	2
Volume, V	4596 vph	4236 vph
Peak-hour factor, PHF	0.95	0.95
Peak 15-minute volume, v15	1209	1115
Trucks and buses	25 %	24 %
Recreational vehicles	0 %	0 %
Terrain type	Level	Level
Grade	0.00 %	0.00 %
Segment length	0.00 km	0.00 km
Number of lanes	2	2
Driver population adjustment, fP	1.00	1.00
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5
Recreational vehicles PCE, ER	1.2	1.2
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.889	0.893
Flow rate, vp	2721 pcphpl	2497 pcphpl

RESULTS

Direction	1	2
Flow rate, vp	2721 pcphpl	2497 pcphpl
Free-flow speed, FFS	100.0 km/h	100.0 km/h
Avg. passenger-car travel speed, S	km/h	km/h
Level of service, LOS	F	F
Density, D	pc/km/ln	pc/km/ln

Overall results are not computed when free-flow speed is less than 70 km/h.

HCS2000: Multilane Highways Release 4.1c

Phone:

Fax:

E-mail:

OPERATIONAL ANALYSIS

Analyst: Lúcia de Arruda

Agency/Co: Perplan

Date: 14/08/2015

Analysis Period: Hora de Projeto

Highway: SP150

From/To: Seções 3 e 4 (Pista Norte)

Jurisdiction: Ecovias

Analysis Year: 2018 (Ano Limite)

Project ID: Análise de Nível de Serviço

FREE-FLOW SPEED

Direction	1	2
Lane width	3.6 m	3.6 m
Lateral clearance:		
Right edge	1.8 m	1.8 m
Left edge	0.6 m	0.6 m
Total lateral clearance	2.4 m	2.4 m
Access points per km	5	5
Median type		
Free-flow speed:	Measured	Measured
FFS or BFFS	100.0 km/h	100.0 km/h
Lane width adjustment, FLW	0.0 km/h	0.0 km/h
Lateral clearance adjustment, FLC	1.5 km/h	1.5 km/h
Median type adjustment, FM	0.0 km/h	0.0 km/h
Access points adjustment, FA	3.3 km/h	3.3 km/h
Free-flow speed	100.0 km/h	100.0 km/h

VOLUME

Direction	1	2
Volume, V	3381 vph	3386 vph
Peak-hour factor, PHF	0.95	0.95
Peak 15-minute volume, v15	890	891
Trucks and buses	25 %	25 %
Recreational vehicles	0 %	0 %
Terrain type	Level	Level
Grade	0.00 %	0.00 %
Segment length	0.00 km	0.00 km
Number of lanes	2	2
Driver population adjustment, fP	1.00	1.00
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5
Recreational vehicles PCE, ER	1.2	1.2
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.889	0.889
Flow rate, vp	2001 pcphpl	2004 pcphpl

RESULTS

Direction	1	2
Flow rate, vp	2001 pcphpl	2004 pcphpl
Free-flow speed, FFS	100.0 km/h	100.0 km/h
Avg. passenger-car travel speed, S	91.7 km/h	91.6 km/h
Level of service, LOS	D	D
Density, D	21.8 pc/km/ln	21.9 pc/km/ln

Overall results are not computed when free-flow speed is less than 70 km/h.

HCS2000: Multilane Highways Release 4.1c

Phone: Fax:

E-mail:

OPERATIONAL ANALYSIS

Analyst: Lúcia de Arruda

Agency/Co: Perplan

Date: 14/08/2015

Analysis Period: Hora de Projeto

Highway: SP150

From/To: Seções 1 e 2 (Pista Sul)

Jurisdiction: Ecovias

Analysis Year: 2026 e 2028 (Ano Limite)

Project ID: Análise de Nível de Serviço

FREE-FLOW SPEED

Direction	1	2
Lane width	3.6 m	3.6 m
Lateral clearance:		
Right edge	1.8 m	1.8 m
Left edge	0.6 m	0.6 m
Total lateral clearance	2.4 m	2.4 m
Access points per km	5	5
Median type		
Free-flow speed:	Measured	Measured
FFS or BFFS	100.0 km/h	100.0 km/h
Lane width adjustment, FLW	0.0 km/h	0.0 km/h
Lateral clearance adjustment, FLC	1.5 km/h	1.5 km/h
Median type adjustment, FM	0.0 km/h	0.0 km/h
Access points adjustment, FA	3.3 km/h	3.3 km/h
Free-flow speed	100.0 km/h	100.0 km/h

VOLUME

Direction	1	2
Volume, V	3463 vph	3445 vph
Peak-hour factor, PHF	0.95	0.95
Peak 15-minute volume, v15	911	907
Trucks and buses	19 %	18 %
Recreational vehicles	0 %	0 %
Terrain type	Level	Level
Grade	0.00 %	0.00 %
Segment length	0.00 km	0.00 km
Number of lanes	2	2
Driver population adjustment, fP	1.00	1.00
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5
Recreational vehicles PCE, ER	1.2	1.2
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.913	0.917
Flow rate, vp	1995 pcphpl	1976 pcphpl

RESULTS

Direction	1	2
Flow rate, vp	1995 pcphpl	1976 pcphpl
Free-flow speed, FFS	100.0 km/h	100.0 km/h
Avg. passenger-car travel speed, S	91.8 km/h	92.1 km/h
Level of service, LOS	D	D
Density, D	21.7 pc/km/ln	21.4 pc/km/ln

Overall results are not computed when free-flow speed is less than 70 km/h.

HCS2000: Multilane Highways Release 4.1c

Phone: Fax:

E-mail:

OPERATIONAL ANALYSIS

Analyst: Lúcia de Arruda

Agency/Co: Perplan

Date: 14/08/2015

Analysis Period: Hora de Projeto

Highway: SP150

From/To: Seção 4 (Pista Sul)

Jurisdiction: Ecovias

Analysis Year: 2020 (Ano Limite)

Project ID: Análise de Nível de Serviço

FREE-FLOW SPEED

Direction	1	2
Lane width	3.6 m	3.6 m
Lateral clearance:		
Right edge	1.8 m	1.8 m
Left edge	0.6 m	0.6 m
Total lateral clearance	2.4 m	2.4 m
Access points per km	5	5
Median type		
Free-flow speed:	Measured	Measured
FFS or BFFS	100.0 km/h	100.0 km/h
Lane width adjustment, FLW	0.0 km/h	0.0 km/h
Lateral clearance adjustment, FLC	1.5 km/h	1.5 km/h
Median type adjustment, FM	0.0 km/h	0.0 km/h
Access points adjustment, FA	3.3 km/h	3.3 km/h
Free-flow speed	100.0 km/h	100.0 km/h

VOLUME

Direction	1	2
Volume, V	3434 vph	0 vph
Peak-hour factor, PHF	0.95	0.95
Peak 15-minute volume, v15	904	0
Trucks and buses	20 %	0 %
Recreational vehicles	0 %	0 %
Terrain type	Level	Level
Grade	0.00 %	0.00 %
Segment length	0.00 km	0.00 km
Number of lanes	2	2
Driver population adjustment, fP	1.00	1.00
Trucks and buses PCE, ET	1.5	1.5
Recreational vehicles PCE, ER	1.2	1.2
Heavy vehicle adjustment, fHV	0.909	1.000
Flow rate, vp	1988 pcphpl	0 pcphpl

RESULTS

Direction	1	2
Flow rate, vp	1988 pcphpl	0 pcphpl
Free-flow speed, FFS	100.0 km/h	100.0 km/h
Avg. passenger-car travel speed, S	91.9 km/h	100.0 km/h
Level of service, LOS	D	A
Density, D	21.6 pc/km/ln	0.0 pc/km/ln

Overall results are not computed when free-flow speed is less than 70 km/h.