

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

LEON SILVA KEUNECKE

**ANÁLISE DE VOLUME DE TRÁFEGO, CAPACIDADE E  
NÍVEL DE SERVIÇO PARA UMA RODOVIA NOVA ENTRE OS  
MUNICÍPIOS DE BRUSQUE E CAMBORIÚ**

FLORIANÓPOLIS, 2015

LEON SILVA KEUNECKE

**ANÁLISE DE VOLUME DE TRÁFEGO, CAPACIDADE E  
NÍVEL DE SERVIÇO PARA UMA RODOVIA NOVA ENTRE OS  
MUNICÍPIOS DE BRUSQUE E CAMBORIÚ**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Prof. Orientador Dr. Alexandre Hering  
Coelho

Co-orientador: Felipe Zacchi Gómez

FLORIANÓPOLIS, 2015

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Keunecke, Leon Silva  
Análise de volume de tráfego, capacidade e nível de  
serviço para uma rodovia nova entre os municípios de Brusque  
e Camboriú / Leon Silva Keunecke ; orientador, Alexandre  
Hering Coelho ; coorientador, Felipe Zacchi Gómez. -  
Florianópolis, SC, 2015.  
78 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico.  
Graduação em Engenharia Civil.

Inclui referências

1. Engenharia Civil. 2. Volume de tráfego. 3.  
Capacidade. 4. Nível de Serviço. 5. Planejamento. I. Coelho,  
Alexandre Hering. II. Gómez, Felipe Zacchi. III.  
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em  
Engenharia Civil. IV. Título.

Leon Silva Keunecke

**ANÁLISE DE VOLUME DE TRÁFEGO, CAPACIDADE E  
NÍVEL DE SERVIÇO PARA UMA RODOVIA NOVA ENTRE OS  
MUNICÍPIOS DE BRUSQUE E CAMBORIÚ**

Este trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para a obtenção do título de “Bacharel em Engenharia Civil”, e aprovado a sua forma final pelo curso de graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 10 de julho de 2015



Prof. Luiz Alberto Gómez, Dr.  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**



Prof. Alexandre Hering Coelho, Dr.  
Orientador

\_\_\_\_\_  
Felipe Zacchi Gómez  
Co-orientador

\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup> Lenise Grando Goldner, Dr.<sup>a</sup>

\_\_\_\_\_  
Jorge Destri, Dr.

## RESUMO

A engenharia de tráfego tem como uma de suas funções pautar o planejamento do sistema viário, com a finalidade de entregar ao usuário uma infraestrutura de desempenho adequado, através do seu dimensionamento compatível com a utilização requerida. O objetivo deste estudo foi obter informações relacionadas ao tráfego para determinar a demanda e avaliar o desempenho de uma rodovia nova em um traçado existente. A demanda atual da rodovia foi baseada em dados de contagens de tráfego coletados e por uma pesquisa de origem e destino. A demanda atual obtida foi projetada até o cenário futuro, onde a rodovia é avaliada. Foram realizadas verificações para a evolução do tempo até o horizonte de projeto do desempenho para a rodovia, baseadas em uma seção transversal proposta. A metodologia empregada permitiu obter a avaliação do nível de serviço e capacidade durante o período de análise.

**Palavras-chave:** Planejamento, rodovia, volume de tráfego, capacidade, nível de serviço.

## ABSTRACT

The traffic engineering has as one of its functions guide the planning of road system, in order to give to user an adequate performance infrastructure, through its design compatible with the use required. The objective of this study was to obtain information related to traffic to determine the demand and evaluate the performance of a new highway in an existing corridor. The current highway demand was based on data collected traffic counts, and an origin-destination survey. The obtained current demand was projected to the future scenario, which the highway is evaluated. Periodic checks of performance were carried out to the highway, based on a proposed cross section. The methodology allowed to obtain the evaluation of the level of service and capacity level during the analysis period.

**Keywords:** Planning, highway, traffic volume, capacity, level of service.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Classes de rodovias segundo o HCM 2010.....	16
Figura 2: Planilha de contagem volumétrica classificatória manual. ....	22
Figura 3: Ficha de entrevista para pesquisa de origem e destino .....	24
Figura 4: Níveis de serviço.....	26
Figura 5: Etapas para a determinação do Nível de Serviço e Capacidade da rodovia (Classe III).....	28
Figura 6: Metodologia do trabalho.....	39
Figura 7: Situação da rodovia em estudo .....	41
Figura 8: Ilustração do traçado do trecho planejado .....	42
Figura 9: Variação altimétrica da via atual.....	42
Figura 10: Interseção do posto 01, em Brusque, e indicação dos sentidos .....	43
Figura 11: Interseção do posto 10, em Camboriú, e indicação dos sentidos.....	44
Figura 12: Localização dos postos de entrevistas para a pesquisa OD..	45
Figura 13: Postos de contagem permanente na região - Posto“BARRAC034” (destacado em amarelo) .....	52
Figura 14: Variação semanal do volume de tráfego - Posto BARRAC034 .....	53
Figura 15: Variação mensal do volume de tráfego - Posto BARRAC034. ....	54
Figura 16: Comparação da variação do volume de tráfego entre os postos .....	60
Figura 17: Ilustração da via alternativa atual e da via em estudo.....	61
Figura 18: Taxas de crescimento – Mesorregião do Vale do Itajaí.....	65
Figura 19: Crescimento do volume de tráfego (2014-2036). ....	67
Figura 20: Divisão direcional do tráfego na hora pico selecionada. ....	70
Figura 21: Distribuição entre veículos leves e pesados, no posto 01. ...	71
Figura 22: Seção transversal tipo “SP 10,5”. ....	72
Figura 23: Sistema viário existente .....	72
Figura 24: Variação do nível de serviço ao longo do período (2017-2036). ....	75

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Atividades para definição do tráfego de uma rodovia.....	19
Quadro 2: Número mínimo de veículos contados e as respectivas aplicações.....	20
Quadro 3: Seleção do nível de serviço para o projeto de rodovias rurais .....	27
Quadro 4: Fator de ajuste em função da largura da faixa e do acostamento.....	29
Quadro 5: Fator de ajuste em função da densidade de pontos de acesso. ....	30
Quadro 6: Fator de ajuste em função do tipo de terreno para determinação de ATS.....	31
Quadro 7: Fatores de equivalência para veículos pesados e veículos recreativos. ....	32
Quadro 8: Fator de ajuste em função do percentual de zonas de não ultrapassagem.....	33
Quadro 9: Fator de ajuste em função do percentual de zonas de não ultrapassagem (continuação).....	34
Quadro 10: Fator de ajuste em função do percentual de zonas de não ultrapassagem (continuação).....	35
Quadro 11: Nível de serviço para rodovias classe III. ....	37
Quadro 12: Identificação dos sentidos da interseção do posto 01.....	44
Quadro 13: Identificação dos sentidos da interseção do posto 10.....	44
Quadro 14: Resumo da contagem no posto 01, no dia 02/04/2013.....	46
Quadro 15: Resumo da contagem no posto 01 no dia 03/04/2013.....	46
Quadro 16: Resumo da contagem no posto 01 no dia 04/04/2013.....	47
Quadro 17: Resumo da contagem no posto 10 no dia 02/04/2013.....	47
Quadro 18: Resumo da contagem no posto 10 no dia 03/04/2013.....	48
Quadro 19: Resumo da contagem no posto 10 no dia 04/04/2013.....	48
Quadro 20: Identificação das localidades para a matriz de origem e destino.....	49
Quadro 21: Matriz Origem e Destino.....	50
Quadro 22: Matriz Origem e Destino (continuação).....	51
Quadro 23: Volume de tráfego verificado em abril - Posto BARRAC034 .....	53

Quadro 24: Volume de tráfego diário médio mensal em 2013 - Posto BARRAC034 .....	54
Quadro 25: Resumo das contagens do Posto 01.....	55
Quadro 26: Fator de expansão horária do Posto 01.....	56
Quadro 27: Volumes ajustados em função do FEH do Posto 01.....	56
Quadro 28: Fator de correção diária relativo ao posto de contagem permanente BARRAC034.....	57
Quadro 29: Volumes ajustados em função do FD do posto de contagem permanente BARRAC034.....	57
Quadro 30: Fator de correção mensal relativo ao posto de contagem permanente BARRAC034.....	57
Quadro 31: Volumes ajustados em função do FM do posto de contagem permanente BARRAC034.....	58
Quadro 32: VMDA do posto 01.....	58
Quadro 33: Resumo das contagens do Posto 10.....	58
Quadro 34: Fator de expansão horária do Posto 10.....	59
Quadro 35: Volumes ajustados em função do FEH do Posto 10.....	59
Quadro 36: Volumes ajustados em função do FD do Posto 10.....	59
Quadro 37: Volumes ajustados em função do FM do Posto 10. ....	59
Quadro 38: VMDA do posto 10.....	60
Quadro 39: VMDA adotado para o trecho. ....	61
Quadro 40: Volume médio diário de tráfego da Rodovia SC-486 .....	62
Quadro 41: Volume médio diário de tráfego da Avenida Santa Catarina .....	62
Quadro 42: Viagens entre localidades alocadas para o novo trecho. ....	62
Quadro 43: Tráfego alocado das vias atuais.....	63
Quadro 44: Tráfego desviado da rodovia SC-486.....	63
Quadro 45: Tráfego desviado da Avenida Santa Catarina .....	63
Quadro 46: Tráfego desviado segundo a pesquisa Origem e Destino. ...	63
Quadro 47: Tráfego gerado estimado para a rodovia. ....	64
Quadro 48: Tráfego total previsto para a rodovia. ....	64
Quadro 49: Taxas de crescimento – Mesorregião do Vale do Itajaí.....	66
Quadro 50: Volume médio diário anual previsto para a rodovia.....	66
Quadro 51: Contagem do volume de tráfego da hora pico do dia 02/04, posto 01.....	68

Quadro 52: Contagem do volume de tráfego da hora pico do dia 03/04, posto 01.....	68
Quadro 53: Contagem do volume de tráfego da hora pico do dia 04/04, posto 01.....	68
Quadro 54: Contagem do volume de tráfego da hora pico do dia 02/04, posto 10.....	68
Quadro 55: Contagem do volume de tráfego da hora pico do dia 03/04, posto 10.....	69
Quadro 56: Contagem do volume de tráfego da hora pico do dia 04/04, posto 10.....	69
Quadro 57: Fatores de pico horário.....	69
Quadro 58: Parâmetros de cálculo, nível de serviço e capacidade da rodovia. ....	73
Quadro 59: Resumo dos resultados obtidos. ....	74

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1.	OBJETIVOS.....	14
1.1.1.	Objetivos gerais.....	14
1.1.2.	Objetivos específicos.....	14
<b>2.</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>15</b>
2.1.	CLASSIFICAÇÃO DAS RODOVIAS.....	15
2.1.1.	Classificação de acordo com o Highway Capacity Manual .	15
2.2.	CARACTERÍSTICAS DO TRÁFEGO .....	17
2.2.1.	Volume Médio Diário Anual.....	17
2.2.2.	Fator de Pico Horário .....	18
2.3.	PESQUISAS DE TRÁFEGO .....	18
2.3.1.	Determinação dos locais de pesquisa .....	19
2.3.2.	Contagens Volumétricas Classificatórias .....	19
2.3.3.	Pesquisa de Origem e Destino.....	22
2.4.	NÍVEL DE SERVIÇO E CAPACIDADE DE UMA RODOVIA .....	25
2.4.1.	Rodovias de pista simples .....	27
2.4.1.1.	Velocidade de fluxo livre .....	29
2.4.1.2.	Ajuste de demanda para ATS .....	30
2.4.1.3.	Estimativa do ATS .....	32
2.4.1.4.	Estimativa do percentual da velocidade em fluxo livre .....	36
2.4.1.5.	Determinação da capacidade da rodovia .....	36
2.4.1.6.	Determinação do nível de serviço .....	36
<b>3.</b>	<b>MÉTODO.....</b>	<b>38</b>
<b>4.</b>	<b>ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>40</b>
4.1.	ÁREA DE ESTUDO.....	40
4.2.	COLETA DE DADOS.....	43
4.2.1.	Localização dos postos de contagens e pesquisa.....	43
4.2.2.	Contagens volumétricas classificatórias do tráfego.....	45
4.2.3.	Pesquisa de origem e destino.....	49

4.2.4.	Postos de contagem permanente .....	52
4.3.	VOLUME DE TRÁFEGO ATUAL DA RODOVIA .....	54
4.3.1.	TRÁFEGO EXISTENTE.....	55
4.3.2.	TRÁFEGO DESVIADO.....	61
4.3.3.	TRÁFEGO GERADO.....	63
4.3.4.	TRÁFEGO TOTAL PREVISTO PARA A RODOVIA .....	64
4.4.	VOLUME DE TRÁFEGO NO HORIZONTE DE PROJETO.....	64
4.5.	CAPACIDADE E NÍVEL DE SERVIÇO PARA A DEMANDA OBTIDA.....	67
4.5.1.	Contagens volumétricas na hora de pico do dia.....	67
4.5.2.	Fator de pico horário.....	69
4.5.3.	Distribuição do tráfego por sentido.....	70
4.5.4.	Classe da rodovia .....	71
4.5.5.	Seção transversal adotada .....	72
4.5.6.	Pontos de acesso .....	73
4.5.7.	Nível de Serviço e Capacidade .....	73
<b>5.</b>	<b>APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>74</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>76</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>77</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Com o vertiginoso crescimento da frota de veículos nas últimas décadas (DENATRAN, 2015), a necessidade de planejamento das vias ganha importância especial, principalmente na economia nacional onde o modal rodoviário representa a maior parte do transporte de mercadorias que movimentam nossa economia.

O estudo preciso das demandas atuais e futuras é imprescindível para o dimensionamento racional dos recursos existentes (AASHTO, 1992). Na realidade atual brasileira, em que a infraestrutura de transportes encontra-se insuficiente e sobrecarregada, a otimização na aplicação dos investimentos é crucial. Para tanto, é necessário o desenvolvimento de uma base sólida de informações para subsidiar a tomada de decisões que permita o direcionamento de esforços e investimentos, diante das necessidades de infraestrutura do país (CNT, 2015).

No sistema viário já desenvolvido, uma grande parte das vias brasileiras apresentam desempenho aquém do esperado durante sua utilização, causado por motivos como a falhas na execução e manutenção da obra, por deficiência dos projetos específicos, e, também, pela consideração deficiente das solicitações ao qual a rodovia serviria (CNT, 2014).

O estudo de tráfego é a base de toda a concepção de um projeto rodoviário, onde fornece parâmetros de entrada fundamentais para o dimensionamento dos projetos geométrico e de pavimentação, e por consequência os projetos complementares que estes demandam; além de verificar a razão entre o benefício e o custo da implantação da obra e avaliar a sua viabilidade financeira.

Motivado por estas razões, este trabalho tem o objetivo de avaliar o volume de tráfego e o desempenho de uma rodovia nova entre os municípios de Brusque e Camboriú, no estado de Santa Catarina. Para tal, baseou-se em informações do tráfego na região de propriedade do Departamento de Infraestrutura de Santa Catarina.

Foram utilizadas nesse estudo contagens volumétricas classificatórias e uma pesquisa de origem e destino realizadas na localização. Estes dados foram filtrados e ajustados para estimar o volume de tráfego que utilizaria a rodovia. A expansão e o ajustamento das contagens tiveram como apoio dados obtidos de um posto de contagem permanente existente na região.

O volume estimado para a rodovia foi projetado até o ano de 2036, que representa o cenário de 20 anos após a sua inauguração programada. A projeção do tráfego foi estimada de acordo com o crescimento verificado nas rodovias catarinenses no período de 2007 a 2012.

O desempenho da rodovia foi avaliado conforme indica o método do *Highway Capacity Manual* de 2010, para o seu ano de inauguração, e a cada cinco anos até o horizonte de projeto.

Destaca-se que estes resultados são válidos desde que considerados os comentários realizados na conclusão deste estudo.

## 1.1. OBJETIVOS

### 1.1.1. Objetivos gerais

O objetivo do trabalho é realizar, de acordo com normatização adotada pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), a determinação das características do tráfego necessárias para avaliação do desempenho da rodovia planejada entre os municípios de Brusque e Camboriú. Em função do volume de tráfego é feita a avaliação da capacidade e o nível de serviço para o traçado e seção transversal da rodovia proposta, conforme os procedimentos apontados pelo método do *Highway Capacity Manual* de 2010 (TRB, 2010).

### 1.1.2. Objetivos específicos

- Coletar dados de tráfego sobre a área de estudo;
- Analisar os dados e estimar o volume de projeto atual para a nova rodovia a ser construída;
- Projetar o volume de tráfego até o horizonte de projeto de 20 anos;
- Determinar a seção transversal da rodovia para comportar o tráfego futuro pelo cálculo da capacidade e do nível de serviço;

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. CLASSIFICAÇÃO DAS RODOVIAS

A classificação de rodovias, em diversos aspectos, tem se mostrado importante para atender a enfoques e objetivos de natureza técnica, administrativa e de interesse dos usuários das vias em geral (DNER, 1999). O método de avaliação de desempenho apresentado pelo *Highway Capacity Manual* é específica para cada uma de suas classes, que por sua vez apresenta um procedimento de avaliação específico para cada uma delas.

#### 2.1.1. Classificação de acordo com o *Highway Capacity Manual*

Segundo as definições exibidas pelo *Transportation Research Board*, em seu método apresentado no manual HCM, de 2010, as rodovias são classificadas em três classes, que pautam a maneira de como o nível de serviço da rodovia é avaliado. A classes para rodovias de pista simples são as seguintes:

- Classe I: Rodovias onde o motorista tem a expectativa de viajar em velocidades mais elevadas. São as alternativas principais em viagens de longa distância entre grandes geradores de tráfego, como ligações interestaduais.
- Classe II: Rodovias onde o motorista não tem a expectativa de viajar em altas velocidades, sendo normalmente vias alimentadoras de rodovias da classe I. Caracterizam-se por viagens mais curtas, rotas turísticas ou rodovias que atravessam um terreno muito acidentado.
- Classe III: Rodovias que atendem áreas de desenvolvimento moderado, onde o fluxo tráfego atravessa aglomerações urbanas ou áreas recreacionais, causando interferência do tráfego local no tráfego da rodovia. São rodovias ou segmentos onde a velocidade é reduzida.

Na **figura 1** são ilustrados exemplos de rodovias de cada classe do *Highway Capacity Manual* (TRB, 2010). Neste estudo serão abordadas as rodovias de classe III.

Figura 1: Classes de rodovias segundo o HCM 2010



(a) Examples of Class I Two-Lane Highways



(b) Examples of Class II Two-Lane Highways



(c) Examples of Class III Two-Lane Highways

Fonte: Transportation Research Board (2010)

## 2.2. CARACTERÍSTICAS DO TRÁFEGO

A demanda de uma rodovia, para fins de projeto e planejamento, é definida através do seu volume médio diário. Idealmente, o volume médio diário deve ser medido em campo através de contagens sistemáticas e permanentes. Caso isso não seja possível, ele pode ser estimado por expansões de contagens de curtos períodos. A hora de pico é aquela onde ocorre um máximo na utilização da rodovia e pauta o seu desempenho segundo a metodologia do HCM.

### 2.2.1. Volume Médio Diário Anual

À média dos volumes de veículos que circulam durante 24 horas em um trecho de via é dada a designação de “Volume Médio Diário”. Esse volume, que melhor representa a utilização ou serviço prestado pela via, é usado para indicar a necessidade de novas vias ou melhorias das existentes, estimar benefícios esperados de uma obra viária, determinar as prioridades de investimentos, calcular taxas de acidentes e prever as receitas dos postos de pedágio (BRASIL, 2006), entre outras finalidades. O Volume Médio Diário Anual é o somatório do volume médio diário, dividido por 365. A unidade de volume utilizada é veículos/dia. O Volume Médio Diário Anual pode ser estimado através da consideração das variações temporais, sobre uma contagem volumétrica realizada por um determinado intervalo curto de tempo. A variação semanal é aquela que ocorre durante os dias da semana, entre segunda-feira e domingo. A variação mensal, também denominada de variação sazonal, representa a flutuação do volume de tráfego ao longo dos meses do ano, entre janeiro e dezembro. A determinação dos fatores de expansão é dada através da relação entre o período longo e o período curto de contagem, conforme apresenta a **equação 1**.

$$f_{expansão} = \frac{V_{PL}}{V_{PC}} \quad (1)$$

Onde:

$f_{expansão}$  = Fator de expansão entre o período curto e longo de análise;

$V_{PL}$  = Volume de veículos contados durante o período longo de análise;

$V_{PC}$  = Volume de veículos contados durante o período curto de análise.

### 2.2.2. Fator de Pico Horário

As horas de pico são aquelas onde ocorrem os maiores fluxos de tráfego durante o dia, que acontecem devido a variação da utilização da via, causado pela sua função no sistema viário e pelo perfil dos seus usuários. Dentro da hora de pico também acontecem variações, sendo que a flutuação entre quatros intervalos de quinze minutos é utilizada para a determinação do “Fator de Pico Horário”. O Fator de Pico Horário é definido pela **equação 2**, a seguir.

$$FHP = \frac{V_{HP}}{4 \times V_{15 \text{ máximo}}} \quad (2)$$

Onde:

$FHP$  = Fator de Pico Horário;

$V_{HP}$  = Volume da hora de pico;

$V_{15 \text{ máximo}}$  = Volume dos 15 minutos de maior fluxo de tráfego, durante a hora de pico.

### 2.3. PESQUISAS DE TRÁFEGO

As pesquisas de tráfego têm como função conhecer as zonas de onde se originam os veículos e para onde se destinam, tornando possível a fixação das linhas de desejo de passageiros e de mercadorias. Em conjunto com essas pesquisas, que fornecem os dados sobre o tráfego atual, e através do conhecimento da forma de geração e distribuição desse tráfego obtém-se o prognóstico das necessidades de circulação no futuro (BRASIL, 2006).

O planejamento da pesquisa de tráfego envolve a definição do dado a ser escolhido, a definição das condições de coleta dos dados e de controle, a definição do método de levantamento e a quantificação dos recursos necessários para a operação (CET, 1982). Adicionalmente realiza-se uma pesquisa origem destino para traçar um perfil qualitativo do tráfego. O **quadro 1** apresenta os tipos de pesquisa, assim como possíveis informações e finalidades para cada uma.

Quadro 1: Atividades para definição do tráfego de uma rodovia

Tipo	Informação	Método	Dados Obtidos
Origem-destino	Previsão de demanda	Entrevistas no local	Determinação de rotas, tráfego entre zonas de interesse
Volumes de tráfego	Demanda atual	Contagens manual e automática	Fluxo de veículos, movimentos em interseções, variabilidade do tráfego, fatores de pico horário

Fonte: Boletim Técnico 31, CET (1982)

### 2.3.1. Determinação dos locais de pesquisa

Há dois locais básicos para a realização de contagens: as interseções e os trechos entre interseções. As contagens em interseções visam obter, além da quantidade, a direção dos movimentos para efeito de dimensionamento de sinalização. As contagens entre interseções visam mais a quantidade de veículos, para efeito de análise do carregamento da via estudada. (CET, 1982)

A localização de uma contagem de interseção é determinada pelo interesse técnico. No caso de um estudo individualizado a localização é evidente, mas no caso de um estudo de área deve-se procurar realizar as contagens nos locais mais representativos, geralmente os cruzamentos das principais vias.

Nas contagens entre interseções, a localização deve ser bem estudada, no sentido da seção ser representativa do fluxo da via analisada. Como este varia de trecho a trecho, é recomendável que se divida a via em trechos homogêneos quanto ao fluxo, fazendo então uma contagem em cada uma delas (CET, 1982).

### 2.3.2. Contagens Volumétricas Classificatórias

Para um projeto rodoviário são utilizadas contagens volumétricas, pois estas determinam a quantidade, o sentido e a composição do fluxo de veículos que passam por um ou vários pontos selecionados do sistema viário, numa determinada unidade de tempo. Essas informações serão usadas na análise de capacidade, na avaliação das causas de congestionamento e de elevados índices de acidentes, no dimensionamento do pavimento, nos projetos de canalização do tráfego e outras melhorias (BRASIL, 2006).

Nas contagens classificatórias são registrados os volumes para os vários tipos ou classes de veículos. São empregadas para o dimensionamento estrutural e projeto geométrico de rodovias e interseções, cálculo de capacidade, cálculo de benefícios aos usuários e determinação dos fatores de correção para as contagens mecânicas (BRASIL, 2006).

O **quadro 2** apresenta o número mínimo de veículos necessários em uma contagem em função da sua aplicação, com os respectivos erros admissíveis.

Quadro 2: Número mínimo de veículos contados e as respectivas aplicações

NÚMERO MÍNIMO DE VEÍCULOS CONTADOS	ERRO ADMISSÍVEL	APLICAÇÕES
50	30%	- Simples estimativa da ordem de grandeza de volumes.
100	20%	- Determinação de pré-requisitos para escolha de dispositivo de controle em cruzamentos - Determinação de volume de ônibus.
400	10%	- Remanejamento de circulação - Análise primária de capacidade - Determinação de necessidade de proibição de estacionamento.

Fonte: Boletim Técnico CET-SP (1982)

### *Contagens manuais*

As contagens manuais são feitas através de um pesquisador instruído sobre qual fenômeno observar e anotar, com o auxílio de um formulário ou equipamentos contadores manuais, em um esquema de colocação em campo onde deve constar a posição exata de cada pesquisador (CET, 1982).

Esse método tem a vantagem básica de ser de fácil operação, com baixos custos e alta flexibilidade quanto à mudança de locais para a cobertura de uma área em um curto período de tempo. Além disto, pode cobrir com facilidade todo um complexo de movimentos porventura existentes, separando-os completamente, e realizar o levantamento com divisão por tipo de veículo. A sua desvantagem consiste em não permitir contagens prolongadas, uma vez que é econômica e operacionalmente inviável fazer revezamento de equipes, por exemplo, durante trinta dias no mesmo local (CET, 1982).

Para contagens manuais em rodovias rurais de uma pista com duas faixas e dois sentidos de tráfego pode-se admitir que um pesquisador experimentado pode contar e classificar por tipo de veículo e por sentido de tráfego, todos os veículos até o volume da ordem de 350 veículos por hora, ou cerca de 2.300 veículos por dia, admitindo-se que a hora de volume máximo não passe de 15% do tráfego diário (BRASIL, 2006).

Os pesquisadores devem ser informados, o mais completamente possível, dos objetivos do projeto e das características do fenômeno avaliado. Somente um conhecimento adequado da questão pode admitir ao pesquisador entender o que e como se pretende medir, e discernir então entre “normalidade” e “anormalidade”, e poder decidir quando o dado que se apresenta representa ou não o fenômeno que se está medindo (CET, 1982).

A planilha padrão do DNIT (**figura 2**) é mais adequada para trechos com baixo volume de tráfego, e deverá incluir os tipos de veículos previstos no trecho. Prevê-se contagem manual, que poderá ser feita com traços a lápis para cada veículo e totalizada por sentido, para cada intervalo de tempo escolhido.



No caso das pesquisas com pessoas, que visa caracterizar as viagens individuais, o método mais praticado é o da entrevista. A diferença refere-se ao local de aplicação da mesma. O método mais comum na engenharia de tráfego é a entrevista na via pública, que consiste em parar o usuário e fazer-lhe perguntas em função do procedimento (CET, 1982).

Os dados obtidos, após serem livrados de erros grosseiros e imperfeições, devem ser distribuídos em uma matriz, que mostre a quantidade de veículos ou pessoas que vão de uma origem a um destino (CET, 1982).

Os dados de volume da pesquisa origem-destino, se tiverem sido obtidos por amostragens, é necessário expandi-los para chegar ao universo da pesquisa. Neste caso é necessário obter os coeficientes de expansão, o que é feito pesquisando os volumes totais que entram no sistema, concomitantemente ao recolhimento dos dados da O/D, e relacionando-os ao número de dados colhidos (CET, 1982).

Os postos deverão ser distribuídos de modo a se localizarem nos pontos de passagem obrigatória dos principais fluxos da região. Para os trechos de rodovia a serem implantados, passíveis de captar tráfego desviado de outras vias, deverão ser feitas Pesquisas de Origem e Destino em locais selecionados, que permitam identificar os veículos que poderão passar a se servir da rodovia a ser implantada. Esses locais deverão coincidir com postos de contagens volumétricas (BRASIL, 2006).

Convém observar que as pesquisas feitas em uma única época do ano, mesmo cobrindo uma semana, apresentam margem de erro elevada, pelo menos da ordem de 30%, já que além das informações de volumes e tipos de veículos, incluem pares de origem e destino e um número elevado de outras informações (BRASIL, 2006).

As informações mínimas a serem levantadas para a elaboração do estudo são: localização do posto; período da pesquisa; intervalo horário da pesquisa; sentido do tráfego; tipo de veículo entrevistado; motivo da viagem; peso da carga do caminhão; tara do veículo; produto transportado; valor da carga; origem e destino da viagem. Na **figura 3** é apresentado um modelo de planilha para pesquisa de veículos leves e ônibus que consta no Manual de Estudos de Tráfego do DNIT, este que, por sua vez, também apresenta uma planilha semelhante para veículos de carga.

Figura 3: Ficha de entrevista para pesquisa de origem e destino

<b>LOCALIZAÇÃO</b> Estado: _____ Rodovia: <input type="checkbox"/> Pavim. <input type="checkbox"/> Não Pavim. Local: _____ Dia da Semana e Data: _____ Hora: _____		não presenciar no campo			
Sentido: <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2		18			
Finalidade: <input type="checkbox"/> 1-Passeio <input type="checkbox"/> 2 - T.Coletivo <input type="checkbox"/> 3 - Carga		19			
TIPO	<b>VEÍCULOS DE PASSEIO</b> <input type="checkbox"/> 11 - carro pequeno <input type="checkbox"/> 15 - utilitário <input type="checkbox"/> 12 - carro médio <input type="checkbox"/> 16 - jeep <input type="checkbox"/> 13 - carro grande <input type="checkbox"/> 33 - pick-up	<b>VEÍCULOS T. COLETIVO</b> <input type="checkbox"/> 21 - ônibus <input type="checkbox"/> 22 - vans <input type="checkbox"/> 23 - outros	20 - 21		
	<b>MARCA</b> <b>VEÍCULOS DE PASSEIO</b> <input type="checkbox"/> 11 - <input type="checkbox"/> 17 - <input type="checkbox"/> 12 - <input type="checkbox"/> 18 - <input type="checkbox"/> 13 - <input type="checkbox"/> 19 - <input type="checkbox"/> 14 - <input type="checkbox"/> 20- fabricante estrang. <input type="checkbox"/> 15 - <input type="checkbox"/> 29 - outros <input type="checkbox"/> 16 -	<b>VEÍCULOS T. COLETIVO</b> <input type="checkbox"/> 31 - <input type="checkbox"/> 32 - <input type="checkbox"/> 33 - <input type="checkbox"/> 34 - <input type="checkbox"/> 35 - <input type="checkbox"/> 36 - fabricante estrang. <input type="checkbox"/> 46 - outros	22 - 23		
Ano de Fabricação: _____ Combustível: <input type="checkbox"/> 1 - gasolina <input type="checkbox"/> 2 - alcool <input type="checkbox"/> 3 - Gás <input type="checkbox"/> 4 - misto <input type="checkbox"/> 5 - Diesel Quilometragem Mensal Média: _____ km Propriedade <input type="checkbox"/> 1 - particular <input type="checkbox"/> 2 - empresa privada <input type="checkbox"/> 3 - serviço público <input type="checkbox"/> 4 - táxi <input type="checkbox"/> 5 - empresa de transp. <input type="checkbox"/> 6 - outros Nº de Passageiros (incluir motorista, exceto para ônibus): _____ Motivo da Viagem (veículos de passeio) <input type="checkbox"/> 1 - trabalho diário <input type="checkbox"/> 3 - negócios, serviço <input type="checkbox"/> 2 - férias, passeio <input type="checkbox"/> 4 - outros		24 - 25 26 27 - 29 30 31 - 32 33			
MOVIMENTAÇÃO	Origem	ESTADO	MUNICÍPIO	zona	53 - 60
	Destino			zona	61 - 68
	Cidade Anterior			rota	69
	Cidade Posterior			rota	70
ENTREVISTADOR _____		SUPERVISOR _____		CODIFICADOR _____	

Fonte: Manual de estudos de tráfego, DNIT (2006)

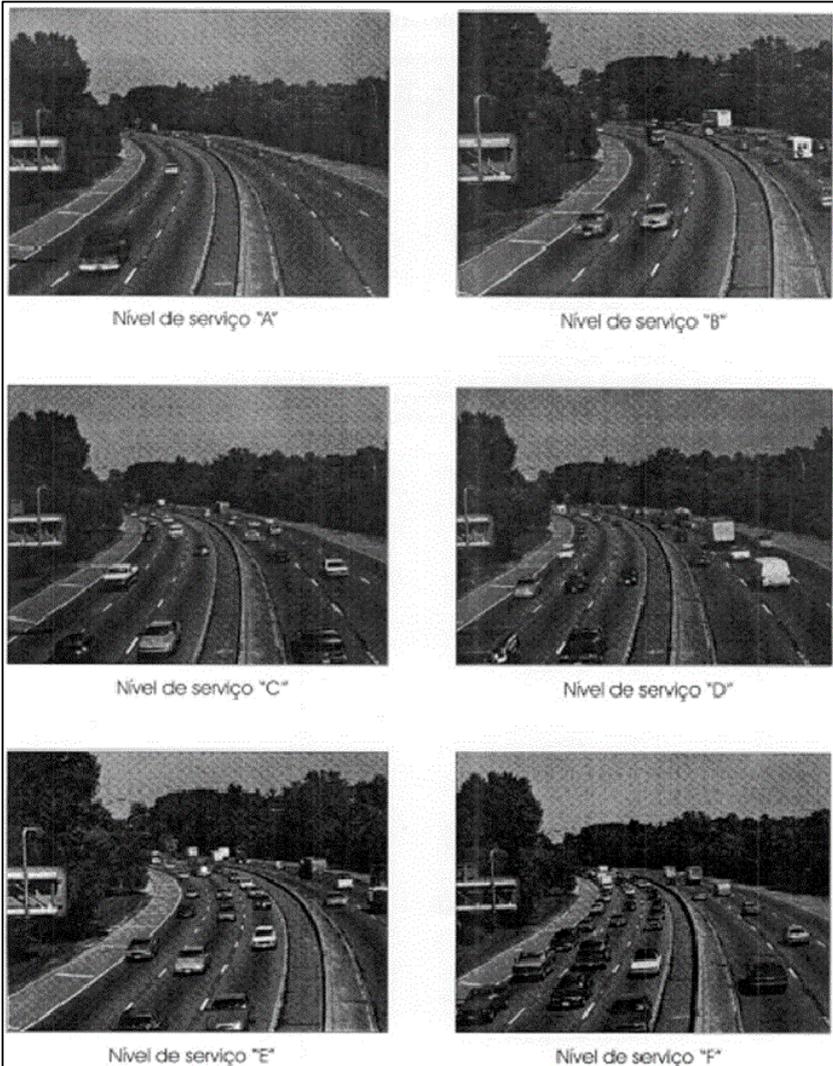
## 2.4. NÍVEL DE SERVIÇO E CAPACIDADE DE UMA RODOVIA

O objetivo da determinação da capacidade de uma via é quantificar o seu grau de suficiência para acomodar os volumes de trânsito existentes e previstos, permitindo a análise técnica e econômica de medidas que asseguram o escoamento daqueles volumes em condições aceitáveis (BRASIL, 2006). Esta avaliação é qualificada pelo método exposto no *Highway Capacity Manual* (TRB, 2010) através dos chamados níveis de serviço da rodovia, que variam de A, o de maior desempenho, ao F, onde é atingido o fluxo de veículos que excede a capacidade da rodovia; conforme apresentado na **figura 4**. São seis níveis, e podem ser descritas da seguinte forma para rodovias classe III, segundo o HCM:

- Nível de serviço A: O usuário deve ter a possibilidade de manter a sua velocidade em patamares próximos a velocidade de fluxo livre projetada para a rodovia.
- Nível de serviço B: O usuário passa a experimentar dificuldades em manter a velocidade de fluxo livre projetada, mas a redução que ocorre é pequena.
- Nível de serviço C: Os veículos tendem a percorrer o trajeto em pelotões, e, ocorre a diminuição na velocidade de viagem.
- Nível de serviço D: Os pelotões de veículos aumentam consideravelmente, e acontece uma queda brusca na velocidade do fluxo de tráfego.
- Nível de serviço E: A demanda de tráfego se aproxima da capacidade suportada pela rodovia, onde a velocidade do fluxo não ultrapassa dois terços da na velocidade do fluxo livre projetada.
- Nível de serviço F: Este nível ocorre quando o fluxo de veículos em uma ou ambas direções excedem a capacidade da rodovia. As condições operacionais são instáveis e acontecem congestionamentos.

Esta classificação do fluxo de tráfego é feita com base em parâmetros de cálculo pautados pelo método, que são condicionados por variáveis do fluxo de tráfego e da estrutura viária. Para rodovias da classe III, o desempenho é atribuído em função do parâmetro denominado percentual da velocidade de fluxo livre - PFFS.

Figura 4: Níveis de serviço (freeways)



Fonte: Transportation Research Board (2000)

A capacidade de uma rodovia de pista simples nas condições básicas é fixa e igual a 1700 cp/h. Conforme indicado no Manual de Projeto Geométrico do extinto Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – DNER, o projeto de uma rodovia deve objetivar o nível de serviço de acordo com o que indica o **quadro 3** (BRASIL, 1999).

Quadro 3: Seleção do nível de serviço para o projeto de rodovias rurais

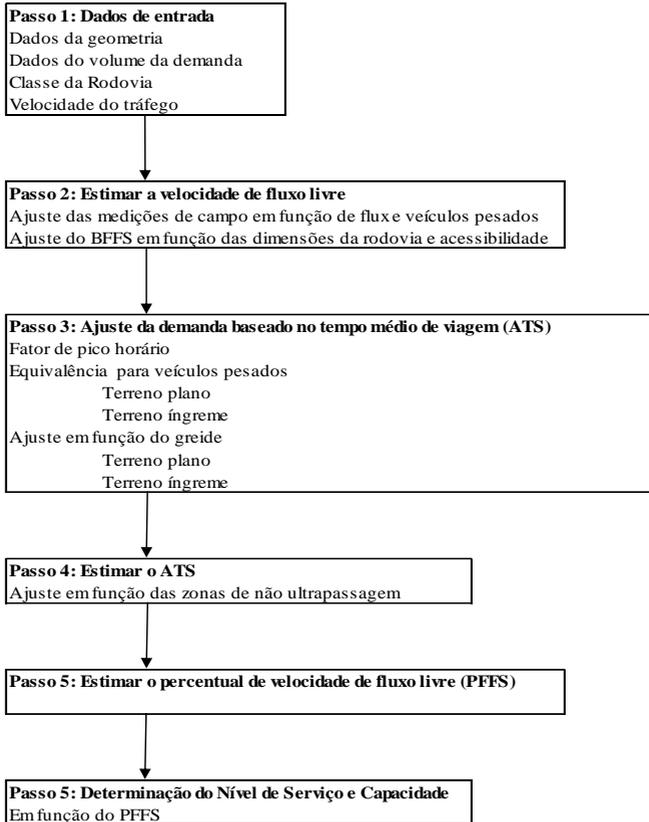
Tipo de rodovia	Relevo		
	Plano	Ondulado	Montanhoso
Via Expressa	B	B	C
Via Arterial	B	B	C
Coletora	C	C	D
Local	D	D	D

Fonte: Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (1999)

#### 2.4.1. Rodovias de pista simples

Para a determinação do parâmetro de cálculo PFFS, para rodovias de pista simples, e sua consequente determinação do nível de serviço, é dada a sequência de passos apresentada no fluxograma da **figura 5**, a seguir.

Figura 5: Etapas para a determinação do Nível de Serviço e Capacidade da rodovia (Classe III)



Fonte: Transportation Research Board, adaptado pelo autor (2010)

### 2.4.1.1. Velocidade de fluxo livre

A velocidade de fluxo livre pode ser captada em campo ou estimada, caso a sua medição no local não seja possível. A estimativa da velocidade de fluxo livre pode ser feita pela consideração da velocidade de regulamentar atribuída a rodovia (denominada de velocidade fluxo livre base - BFFS), ajustada por fatores que ponderam a sua concepção geométrica. É razoável considerar a velocidade regulamentar é adotada em alternativa pois representa o comportamento do tráfego em infraestrutura semelhante. A **equação 3** apresenta o cálculo do parâmetro.

$$FFS = BFFS - f_{ls} - f_a \quad (3)$$

Onde:

*FFS* — Velocidade de fluxo livre (mi/h);

*BFFS* — Velocidade de fluxo livre base (mi/h);

*f<sub>ls</sub>* — Ajuste relativo à largura das faixas e dos acostamentos;

*f<sub>a</sub>* — Ajuste relativo aos pontos de acesso.

Os fatores de ajuste *f<sub>ls</sub>* e *f<sub>a</sub>* são obtidos dos **quadros 4 e 5**, respectivamente, a seguir:

Quadro 4: Fator de ajuste em função da largura da faixa e do acostamento

Largura da Faixa (ft)	Largura do Acostamento			
	≥ 0 < 2	≥ 2 < 4	≥ 4 < 6	≥ 6
≥ 9 < 10	6,4	4,8	3,5	2,2
≥ 10 < 11	5,3	3,7	2,4	1,1
≥ 11 < 12	4,7	3,0	1,7	0,4
≥ 12	4,2	2,6	1,3	0,0

Fonte: Transportation Research Board (2010)

Quadro 5: Fator de ajuste em função da densidade de pontos de acesso

Pontos de Acesso por Milha (Dois Sentidos)	Redução na <i>FFS</i> (mi/h)
0	0,0
10	2,5
20	5,0
30	7,5
≥40	10,0

Fonte: Transportation Research Board (2010)

#### 2.4.1.2. Ajuste de demanda para *ATS*

A velocidade média de percurso, denominada *ATS*, da sigla em inglês, possui a necessidade de ajuste. A **equação 4** apresenta o cálculo do parâmetro de ajuste de demanda para *ATS*.

$$v_{i,ATS} = \frac{V_i}{PHF \times f_{g,ATS} \times f_{HV,ATS}} \quad (4)$$

Onde:

$v_{i,ATS}$  — Demanda para o período de pico de 15 minutos na direção “*i*” (cp/h);

*i* — “d” (direção de análise) ou “o” (direção oposta);

$V_i$  — Volume de tráfego para a hora pico na direção *i* (cp/h);

*PHF* — Fator de pico horário;

$f_{g,ATS}$  — Ajuste relativo ao tipo de terreno;

$f_{HV,ATS}$  — Ajuste devido à presença de veículos pesados na corrente de tráfego.

O fator de pico horário representa a variação do fluxo de tráfego dentro da hora de pico, conforme discutido no item **2.2.2.** deste trabalho.

O fator de ajuste em função do tipo de terreno ao qual a rodovia está inserida é obtido do **quadro 6**, a seguir:

Quadro 6: Fator de ajuste em função do tipo de terreno para determinação de ATS

Demanda para uma direção (veículo/hora)	Tipo de Terreno	
	Plano	Ondulado
0-100	1,00	0,67
200	1,00	0,75
300	1,00	0,83
400	1,00	0,90
500	1,00	0,95
600	1,00	0,97
700	1,00	0,98
800	1,00	0,99
900	1,00	1,00

Fonte: Transportation Research Board (2010)

Os greides específicos são os segmentos que apresentam extensões maiores que 970 metros e rampas superiores a 3% de inclinação, e necessitam ser analisados separadamente por apresentarem desempenhos particulares. Esta avaliação não será abordada neste estudo, pois trata-se de uma análise prévia sem um traçado e perfil a nível de projeto.

O fator de ajuste para veículos pesados é obtido através da **equação 5**, apresentada a seguir:

$$f_{HV,ATS} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + (P_R \times (E_R - 1))} \quad (5)$$

Onde:

$f_{HV,ATS}$  — Fator de ajuste para veículos pesados para o ATS.

$P_T$  — Proporção de caminhões no fluxo de tráfego.

$P_R$  — Proporção de veículos recreativos no fluxo de tráfego.

$E_T$  — Equivalência entre carros de passeio e caminhões.

$E_R$  — Equivalência entre veículos recreativos e carros de passeio.

O fator de equivalência para veículos pesados e recreativos,  $E_T$  e  $E_R$ , para a determinação do ATS é retirado do **quadro 7**, a seguir:

Quadro 7: Fatores de equivalência para veículos pesados e veículos recreativos

Tipo de Veículo (%)	Demanda por direção (veículo/h)	Tipo de Terreno	
		Plano	Ondulado
Caminhões, $E_T$	$\leq 100$	1,9	2,7
	200	1,5	2,3
	300	1,4	2,1
	400	1,3	2,0
	500	1,2	1,8
	600	1,1	1,7
	700	1,1	1,6
	800	1,1	1,4
	$\geq 900$	1,0	1,3
RVs, $E_R$	-	1,0	1,1

Fonte: Transportation Research Board (2010)

#### 2.4.1.3. Estimativa do ATS

O parâmetro ATS é determinado pela velocidade de fluxo livre previamente calculada, pelos fluxos de demanda, e pela porcentagem de zonas onde a ultrapassagem é proibida, relativa a extensão total do trecho. A **equação 6** apresenta a expressão que determina o ATS em uma direção de análise.

$$ATS_d = FFS - 0,00776(v_{d,ATS} + v_{o,ATS}) - f_{np,ATS} \quad (6)$$

Onde:

$ATS_d$  — Velocidade média de viagem na direção de análise (mi/h)

$FFS$  — Velocidade de fluxo livre (mi/h)

$v_{d,ATS}$  — Fluxo no sentido de análise;

$v_{o,ATS}$  — Fluxo no sentido oposto ao de análise;

$f_{np,ATS}$  — Ajuste em função das zonas de não ultrapassagem.

Os quadros 8, 9 e 10 apresentam o fator de ajuste relativo as zonas de não ultrapassagem, em função do fluxo de veículos e da velocidade de fluxo livre.

Quadro 8: Fator de ajuste em função do percentual de zonas de não ultrapassagem

Demanda no sentido oposto $v_o$ (veículo/h)	Percentual de zonas de não ultrapassagem				
	≤ 20	40	60	80	100
<b>FFS ≥ 65 mi/h</b>					
≤ 100	1,1	2,2	2,8	3,0	3,1
200	1,2	3,3	3,9	4,0	4,2
400	1,6	2,3	2,7	2,8	2,9
600	1,4	1,5	1,7	1,9	2,0
800	0,7	1,0	1,2	1,4	1,5
1000	0,6	0,8	1,1	1,1	1,2
1200	0,6	0,8	0,9	1,0	1,1
1400	0,6	0,7	0,9	0,9	0,9
≥ 1600	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8
<b>FFS ≥ 60 mi/h</b>					
≤ 100	0,7	1,7	2,5	2,8	2,9

Fonte: Transportation Research Board (2010)

Quadro 9: Fator de ajuste em função do percentual de zonas de não ultrapassagem (continuação)

Demanda no sentido oposto $v_o$ (veículo/h)	Percentual de zonas de não ultrapassagem				
	≤ 20	40	60	80	100
200	1,9	2,9	3,7	4,0	4,2
400	1,4	2,0	2,5	2,7	3,9
600	1,1	1,3	1,6	1,9	2,0
800	0,6	0,9	1,1	1,3	1,4
1000	0,6	0,7	0,9	1,1	1,2
1200	0,5	0,7	0,9	0,9	1,1
1400	0,5	0,6	0,8	0,8	0,9
≥ 1600	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7
<b>FFS ≥ 55 mi/h</b>					
≤ 100	0,5	1,2	2,2	2,6	2,7
200	1,5	2,4	3,5	3,9	4,1
400	1,3	1,9	2,4	2,7	2,8
600	0,9	1,1	1,6	1,8	1,9
800	0,5	0,7	1,1	1,2	1,4
1000	0,5	0,6	0,8	0,9	1,1
1200	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0
1400	0,5	0,6	0,7	0,7	0,9
≥ 1600	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7

Fonte: Transportation Research Board (2010)

Quadro 10: Fator de ajuste em função do percentual de zonas de não ultrapassagem (continuação)

Demanda no sentido oposto $v_o$ (veículo/h)	Percentual de zonas de não ultrapassagem				
	$\leq 20$	40	60	80	100
<b>FFS <math>\geq 50</math> mi/h</b>					
$\leq 100$	0,2	0,7	1,9	2,4	2,5
200	1,2	2,0	3,3	3,9	4,0
400	1,1	1,6	2,2	2,6	2,7
600	0,6	0,9	1,4	1,7	1,9
800	0,4	0,6	0,9	1,2	1,3
1000	0,4	0,4	0,7	0,9	1,1
1200	0,4	0,4	0,7	0,8	1,0
1400	0,4	0,4	0,6	0,7	0,8
$\geq 1600$	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5
<b>FFS <math>\geq 45</math> mi/h</b>					
$\leq 100$	0,1	0,4	1,7	2,2	2,4
200	0,9	1,6	3,1	3,8	4,0
400	0,9	0,5	2,0	2,5	2,7
600	0,4	0,3	1,3	1,7	1,8
800	0,3	0,3	0,8	1,1	1,2
1000	0,3	0,3	0,6	0,8	1,1
1200	0,3	0,3	0,6	0,7	1,0
1400	0,3	0,3	0,6	0,6	0,7
$\geq 1600$	0,3	0,3	0,4	0,4	0,6

Fonte: Transportation Research Board (2010)

#### 2.4.1.4. *Estimativa do percentual da velocidade em fluxo livre*

A estimativa do percentual da velocidade em fluxo livre - PFFS é a razão entre os parâmetros  $ATS_d$  e FFS, previamente definidos, conforme se apresenta na **equação 7**.

$$PFFS = \frac{ATS_d}{FFS} \quad (7)$$

Onde:

$ATS_d$  — Velocidade média de viagem na direção de análise (mi/h)

FFS — Velocidade de fluxo livre (mi/h)

#### 2.4.1.5. *Determinação da capacidade da rodovia*

A determinação da capacidade da rodovia, considerando as condições particulares da rodovia, é dada pela **equação 8**.

$$C_{d,ATS} = 1700 \times f_{g,ATS} \times f_{HV,ATS} \quad (8)$$

Onde:

$C_{d,ATS}$  — Capacidade na direção de análise baseado nas condições de ATS (veículos/h).

$f_{g,ATS}$  — Ajuste relativo ao tipo de terreno;

$f_{HV,ATS}$  — Ajuste devido à presença de veículos pesados na corrente de tráfego.

#### 2.4.1.6. *Determinação do nível de serviço*

A determinação do nível de serviço se dá em função do percentual em velocidade em fluxo livre, que está apresentado no **quadro 11**.

Quadro 11: Nível de serviço para rodovias classe III

Nível de Serviço	Classe III
	PFFS (%)
A	$> 91,7$
B	$> 83,3 - 91,7$
C	$> 75,5 - 83,3$
D	$> 66,7 - 75,0$
E	$\leq 66,7$

Fonte: Transportation Research Board, adaptado pelo autor (2010)

### 3. MÉTODO

O dimensionamento adequado de uma rodovia é realizado através da designação da exigência de tráfego para o qual ela é concebida. As etapas para a determinação dessa demanda, assim como os dados necessários para tal, é exemplificado pelo fluxograma da **figura 6**. De forma geral, o fluxograma possui três áreas principais, que agregam os processos e dados, com as finalidades de obtenção da: demanda atual de tráfego, demanda futura de tráfego, e dos critérios de desempenho da rodovia (capacidade e nível de serviço).

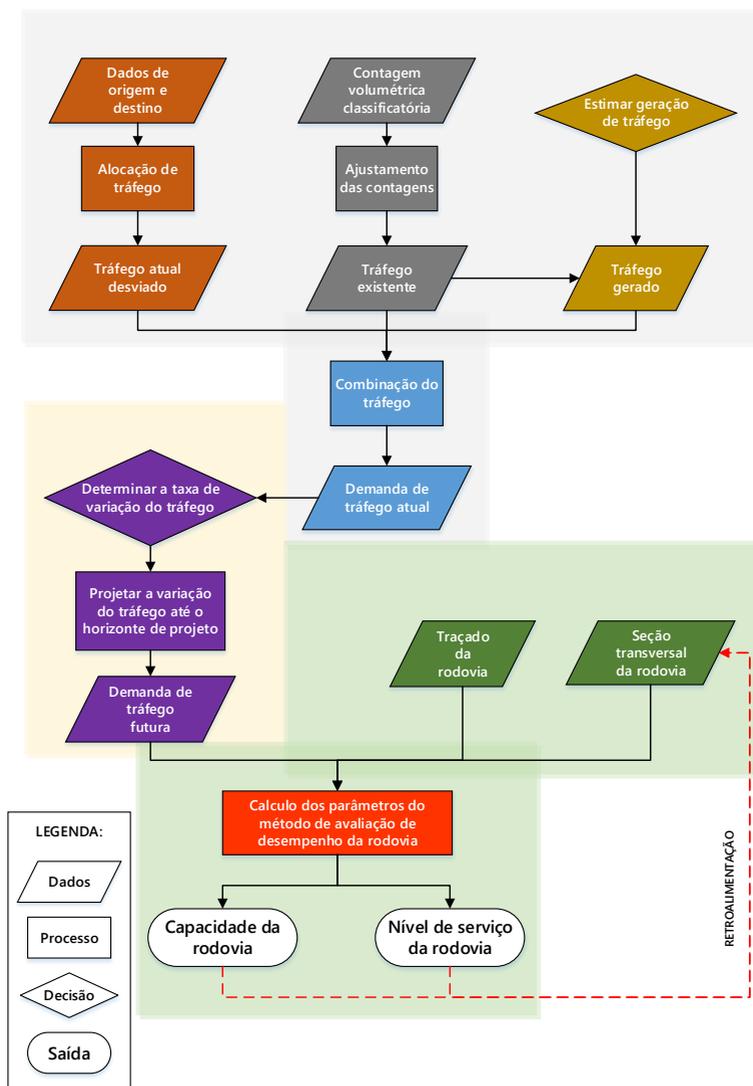
A definição da demanda de tráfego esperada para a implantação ou melhoria de uma rodovia é conseguida pela composição de três tipos de classificações de deslocamentos: o tráfego atual, o tráfego desviado e o tráfego gerado. Na concepção deste estudo, o tráfego existente é obtido através de contagens volumétricas no local onde se pretende analisar a demanda, corrigido de forma a considerar suas variações sazonais. O tráfego desviado é inferido pela análise dos dados de uma pesquisa origem e destino, onde o tráfego é alocado de outras vias para a via em estudo através de um parâmetro definido, no caso a menor distância de percurso. Por último, o tráfego gerado é estimado como um acréscimo no fluxo de veículos, que é provável ocorrer devido a melhorias e desenvolvimento causados pela nova via. A determinação da demanda futura da rodovia é conseguida pela projeção da demanda atual de tráfego previamente obtida, através da sua variação ao longo do período concebido para o estudo. Essa variação é objeto de estudo a parte, sendo comumente vinculada a fatores de ordem econômica, social e política.

Para a caracterização dos parâmetros de desempenho da via, além da demanda de tráfego, são necessários dados relativos a geometria da rodovia. É necessário a concepção da seção transversal da rodovia, pela sua influência direta na capacidade e velocidade de tráfego.

Com as informações de demanda e de geometria, podemos, através de uma metodologia específica, determinar a capacidade da via em acomodar a demanda de tráfego ao longo de toda sua extensão ou de segmentos, bem como o nível de serviço que ocorrerá o fluxo de tráfego em cada um destes. A metodologia aqui adotada é a apresentada no *Highway Capacity Manual*, de 2010.

Através desse curso de trabalho é possível também, através de retroalimentação, a otimização da concepção tida para a seção transversal da rodovia, ajustando-a para a obtenção de valores de capacidade ou nível de serviço desejados.

Figura 6: Metodologia do trabalho



## 4. ESTUDO DE CASO

### 4.1. ÁREA DE ESTUDO

Esta avaliação objetiva realizar um estudo sobre as necessidades e possibilidades da implantação de uma rodovia interligando o município de Brusque e o município de Camboriú.

A ligação da rodovia entre os municípios de Brusque e Camboriú, tem como finalidade melhorar o acesso entre o vale do Itajaí e o litoral do estado, e acomodar o tráfego oriundo de municípios da região, melhorando o fluxo dos veículos que circulam pela área.

A implantação da rodovia poderá gerar benefícios econômicos, à medida que diminui os custos de transporte, eliminando os estrangulamentos e a sobrecarga das vias, reduzindo o tempo necessário para o deslocamento das pessoas, eliminando os riscos envolvidos na travessia de vias sobrecarregadas. Para uma análise deste tráfego são necessárias contagens volumétricas e pesquisas de tráfego nestes municípios, para se traçar perfil dos deslocamentos e dimensionar as necessidades da rodovia.

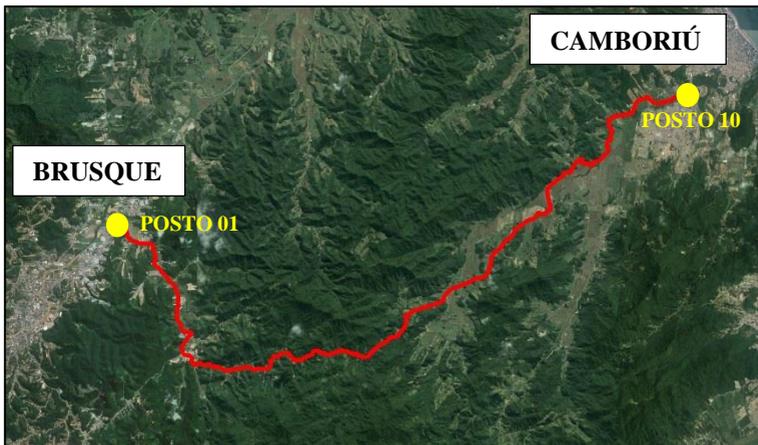
A rodovia a ser estudada tem seu início no entroncamento com a Rodovia SC-486, no município de Brusque, e seu término na Rua João da Costa, no município de Camboriú. O trecho de análise foi idealizado para atender a demanda de tráfego de curta distância existente na região, interligar os municípios da região a vias de importância logística como a rodovia federal BR-101, facilitar o deslocamento ao litoral do estado que é ponto turístico de grande atratividade de tráfego, e favorecer o desenvolvimento da região. A localização é ilustrada na **figura 7**, com traçado analisado em vermelho.

Figura 7: Situação da rodovia em estudo



No local existe atualmente uma via aberta ao tráfego em leito natural, com largura variável estimada de 3,0 a 8,0 metros, cerca de 34 km de extensão, e altimetria variando entre 20m e 280m em relação ao nível do mar. Através do *software Google Earth* é possível obter uma perspectiva preliminar da extensão e da variação altimétrica da rodovia no traçado da via aberta atual. A extensão aproximada é de trinta e quatro quilômetros. A **figura 8** apresenta a ilustração de localização do trecho, enquanto a **figura 9** ilustra a variação altimétrica obtida pelo *software*.

Figura 8: Ilustração do traçado do trecho planejado



Fonte: Software *Google Earth* (sem escala)

Figura 9: Variação altimétrica da via atual



Fonte: Software *Google Earth* (sem escala)

## 4.2. COLETA DE DADOS

### 4.2.1. Localização dos postos de contagem e pesquisa

Os postos de contagem volumétrica classificatória foram definidos em dois, baseados nos dados existentes selecionados, de propriedade do Departamento Estadual de Infraestrutura - DEINFRA. Um posto de contagem foi localizado no município de Brusque, na interseção da rodovia SC-486 com a Rua Alberto Muller, denominado posto 01 (**figura 10**); e o segundo posto foi localizado no município de Camboriú, em a interseção da Rua João da Costa com a Avenida Santa Catarina, denominado posto 10 (**figura 11**). As localizações foram selecionadas por estarem nas extremidades do traçado proposto, e por estarem em locais em que o fluxo de veículos teria como alternativa utilizar o novo traçado aqui analisado.

A identificação dos sentidos existentes do fluxo de veículos na interseção é apresentada nos **quadros 12 e 13**.

Figura 10: Interseção do posto 01, em Brusque, e indicação dos sentidos

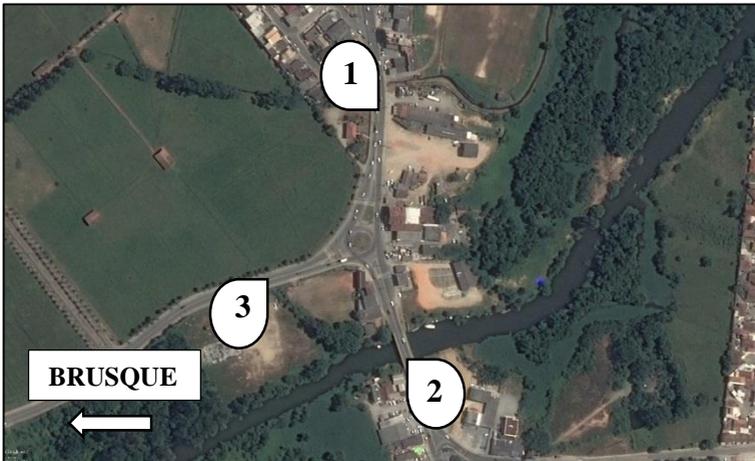


Fonte: Software *Google Earth* (sem escala)

Quadro 12: Identificação dos sentidos da interseção do posto 01

Denominação	Logradouro
1	Rua Alberto Muller – Sentido Camboriú
2	SC-486 Rodovia Antônio Heil– Sentido Brusque
3	SC-486 Rodovia Antônio Heil – Sentido BR-101
4	Rua Alberto Muller – Sentido Brusque

Figura 11: Interseção do posto 10, em Camboriú, e indicação dos sentidos



Fonte: Software *Google Earth* (sem escala)

Quadro 13: Identificação dos sentidos da interseção do posto 10

Denominação	Logradouro
1	Avenida Santa Catarina – Sentido Balneário Camboriú
2	Avenida Santa Catarina – Sentido Camboriú (Centro)
3	Avenida João da Costa – Sentido Brusque

As entrevistas da pesquisa origem e destino foram realizadas nas proximidades das duas interseções definidas para a contagem volumétrica classificatória, conforme ilustra a **figura 12**.

Figura 12: Localização dos postos de entrevistas para a pesquisa OD



Fonte: Software *Google Earth* (sem escala)

#### 4.2.2. Contagens volumétricas classificatórias do tráfego

As contagens volumétricas classificatórias manuais, realizadas sob encomenda do DEINFRA, ocorreram em três dias, em 02, 03 e 04 de abril do ano de 2013, sendo realizada no primeiro e no terceiro dia durante um período de 13 horas, e no segundo dia realizada durante um período de 24 horas. Foram utilizadas as planilhas apresentadas na **figura 22**.

Os resumos das contagens nos postos definidos são apresentados a seguir, nos **quadros 14 a 19**.

Quadro 14: Resumo da contagem no posto 01, no dia 02/04/2013

CONTAGEM DE TRÁFEGO VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA																			
RODOVIA	POSTO POI	LOCAL SC		TRECHO BRUSQUE - CAMBORIÚ							DIA 02/04/2013			TOTAL					
		CAMIONETAS	ÔNIBUS	CAMINHÕES			SEMI-REBOQUES				REBOQUES			BI-TRENS		TOTAL			
PERÍODO	AUTOMÓVEIS	2C	3C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3		3C4	3S2C4	3S2S4
07:00	101	12	11	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07:15	135	1	6	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
07:30	121	5	0	0	6	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
07:45	128	6	2	0	13	3	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0
08:00	81	11	1	0	7	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
08:15	69	5	1	0	12	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08:30	89	6	0	0	16	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08:45	73	3	0	0	10	8	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09:00	76	8	0	0	13	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09:15	69	8	2	0	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09:30	65	14	0	0	11	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09:45	144	11	0	0	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00	315	36	2	0	34	15	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
11:00	333	33	8	0	36	12	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0
12:00	315	22	9	0	11	10	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
13:00	470	45	2	0	20	14	0	0	0	2	2	5	0	0	0	0	0	0	0
14:00	341	23	13	0	29	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15:00	295	26	6	0	23	5	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
16:00	404	54	8	0	22	8	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17:00	472	38	9	0	12	6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18:00	386	14	6	0	8	2	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
19:00	365	33	1	2	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	4847	414	87	2	312	121	6	0	1	10	8	9	1	0	0	0	0	0	0

Fonte: Departamento de Infraestrutura de Santa Catarina.

Quadro 15: Resumo da contagem no posto 01 no dia 03/04/2013

CONTAGEM DE TRÁFEGO VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA																			
RODOVIA	POSTO POI	LOCAL SC		TRECHO BRUSQUE - CAMBORIÚ							DIA 03/04/2013			TOTAL					
		CAMIONETAS	ÔNIBUS	CAMINHÕES			SEMI-REBOQUES				REBOQUES			BI-TRENS		TOTAL			
PERÍODO	AUTOMÓVEIS	2C	3C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3		3C4	3S2C4	3S2S4
00:00	22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:00	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:00	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04:00	15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05:00	21	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06:00	134	6	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07:00	135	11	10	2	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07:15	139	6	7	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07:30	155	6	10	0	1	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07:45	85	9	1	0	8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
08:00	74	4	1	0	7	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08:15	81	5	5	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08:30	68	8	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08:45	68	2	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09:00	100	3	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09:15	123	10	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09:30	148	9	2	0	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09:45	172	7	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00	375	34	4	0	31	5	1	0	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0
11:00	420	36	1	0	23	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:00	530	28	8	3	8	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
13:00	423	21	10	0	14	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:00	414	20	9	0	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15:00	268	15	3	0	11	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16:00	321	19	6	0	16	1	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
17:00	721	43	14	0	11	2	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18:00	764	27	3	0	29	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19:00	671	34	8	0	24	1	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20:00	328	15	4	1	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21:00	342	16	4	0	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00	209	13	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00	137	6	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	7296	415	122	6	247	64	8	0	1	10	1	5	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Departamento de Infraestrutura de Santa Catarina.

Quadro 16: Resumo da contagem no posto 01 no dia 04/04/2013

CONTAGEM DE TRÁFEGO VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA																				
RODOVIA	POSTO P01	LOCAL SC		TRECHO BRUSQUE - CAMBORIÚ					DIA 04/04/2013			TOTAL								
PERÍODO	AUTOMÓVEIS	CAMIONETAS	ÔNIBUS		CAMINHÕES			SEMI - REBOQUES			REBOQUES					TOTAL				
			2C	3C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2		3C3	3C4	3S2C4	3S2S4
07:00	113	9	6	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135
07:15	139	14	5	0	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	164
07:30	179	17	5	0	6	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	211
07:45	166	16	8	0	12	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	204
08:00	166	15	4	0	13	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	203
08:15	80	6	1	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92
08:30	87	2	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93
08:45	75	4	1	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85
09:00	94	12	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	112
09:15	97	9	1	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	115
09:30	86	8	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	98
09:45	81	17	2	0	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106
10:00	227	29	2	0	11	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	270
11:00	476	42	18	1	28	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	571
12:00	497	42	22	0	11	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	576
13:00	465	30	14	0	28	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	539
14:00	311	17	4	0	14	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	349
15:00	334	19	6	0	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	369
16:00	336	19	11	0	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	377
17:00	559	37	22	7	15	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	646
18:00	469	36	8	1	9	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	526
19:00	478	55	10	0	15	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	563
TOTAL	5515	455	155	10	216	43	2	1	0	2	0	1	0	0	0	3	0	1	0	6404

Fonte: Departamento de Infraestrutura de Santa Catarina

Quadro 17: Resumo da contagem no posto 10 no dia 02/04/2013

CONTAGEM DE TRÁFEGO VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA																				
RODOVIA	POSTO P10	LOCAL SC		TRECHO BRUSQUE - CAMBORIÚ					DIA 02/04/2013			TOTAL								
PERÍODO	AUTOMÓVEIS	CAMIONETAS	ÔNIBUS		CAMINHÕES			SEMI - REBOQUES			REBOQUES					TOTAL				
			2C	3C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2		3C3	3C4	3S2C4	3S2S4
07:00	61	15	4	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88
07:15	86	4	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96
07:30	56	7	2	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73
07:45	63	14	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83
08:00	104	10	2	0	14	7	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	140
08:15	140	28	5	0	7	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	183
08:30	85	6	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96
08:45	98	12	3	0	4	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	128
09:00	68	9	2	0	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90
09:15	126	9	0	0	6	4	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	149
09:30	77	8	0	0	11	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	102
09:45	83	17	2	0	9	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	118
10:00	207	37	0	0	14	10	0	0	1	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	273
11:00	227	36	1	0	18	10	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	293
12:00	402	40	4	0	20	10	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	479
13:00	393	49	3	0	16	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	472
14:00	292	39	4	0	26	13	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	376
15:00	241	23	0	0	16	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	289
16:00	285	37	3	0	14	12	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	352
17:00	370	91	11	0	11	6	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	492
18:00	385	57	2	0	5	2	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	453
19:00	290	31	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	326
TOTAL	4139	579	52	0	217	133	5	1	4	11	5	5	0	0	0	0	0	0	0	5151

Fonte: Departamento de Infraestrutura de Santa Catarina



### 4.2.3. Pesquisa de origem e destino

A pesquisa de origens e destinos das viagens utilizado no trabalho é de propriedade do Departamento de Infraestrutura de Santa Catarina. Nela, ao todo, foram efetuadas 777 entrevistas no dia 09 de abril de 2013, no período das 7:00 h às 14:00 h.

A identificação das localidades (zonas de tráfego) da matriz consta no **quadro 20**. Com os dados produziu-se uma matriz, que é apresentada nos **quadros 21 e 22**.

Quadro 20: Identificação das localidades para a matriz de origem e destino

IDENTIFICAÇÃO DAS LOCALIDADES							
ANTÔNIO CARLOS	1	CRICIÚMA	11	ITAJAÍ	21	PORTO BELO	31
BALNEÁRIO CAMBORIÚ	2	CUIABÁ	12	ITAPEMA	22	RIO DE JANEIRO	32
BARRA VELHA	3	CURITIBA	13	JOINVILLE	23	RIO DO SUL	33
BIGUAÇU	4	FLORIANÓPOLIS	14	MAJOR GERCINO	24	SANTA TEREZINHA	34
BLUMENAU	5	GASPAR	15	NAVEGANTES	25	SÃO JOÃO BATISTA	35
BOMBINHAS	6	GOV. CELSO RAMOS	16	PALHOÇA	26	SÃO JOSÉ	36
BRASÍLIA	7	GUABIRUBA	17	PALMAS	27	SÃO MIGUEL D'OESTE	37
BRUSQUE	8	GUARAMIRIM	18	PENHA	28	SÃO PAULO	38
CAMBORIÚ	9	IMBITUBA	19	PAINEL	29	SOMBRIO	39
CATANDUVAS	10	INDAIAL	20	PORTO ALEGRE	30	TIJUCAS	40

Quadro 21: Matriz Origem e Destino

MATRIZ ORIGEM DESTINO																				
O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	6	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	3	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	1	13	3	6	17	3	1	0	18	2	2	1	9	29	0	3	3	0	2	0
9	0	0	0	0	2	0	0	16	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
14	0	0	0	1	1	0	0	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	41	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	4	0	0	13	4	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	2	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Departamento de Infraestrutura de Santa Catarina

Quadro 22: Matriz Origem e Destino (continuação)

MATRIZ ORIGEM DESTINO																				
OD	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	4	3	0	0	1	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	75	26	10	0	1	3	2	1	6	4	6	1	1	1	2	11	1	3	1	3
9	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	6	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	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	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	■	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	■	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	■	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	1	0	0	■	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	1	0	0	■	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	■	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	■	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	■	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	■	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	■	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	■	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	■	0	0	0	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	■	0	0	0	0	0	0	0
34	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	■	0	1	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	■	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	■	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	■	0	0	0
38	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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	■	0
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	■

Fonte: Departamento de Infraestrutura de Santa Catarina



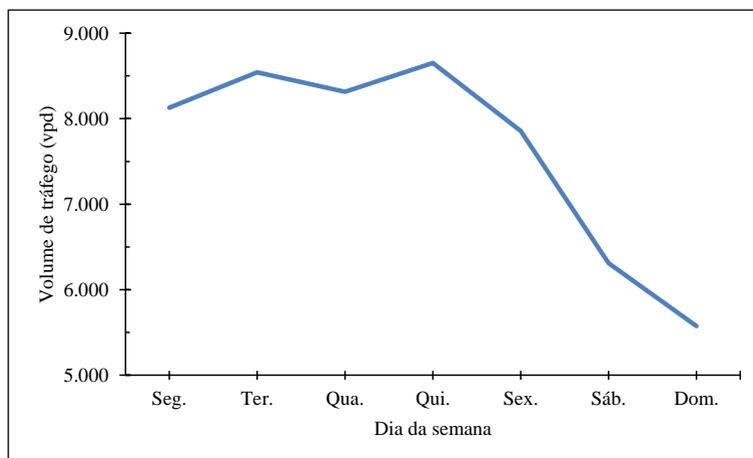
O **quadro 23** apresenta os valores dos volumes de tráfego da primeira semana de abril obtidos da contagem permanente ocorrida no posto selecionado “BARRAC034”, baseadas nos dados verificados durante o ano de 2013. A **figura 14** ilustra a variação do volume de tráfego observado na primeira semana de abril de 2013.

Quadro 23: Volume de tráfego observado em abril - Posto BARRAC034

Sigla: SC-108		Trecho: Gaspar - Brusque						
Posto: BARRAC034		km: 111						
Mês	VMD	VMD Dia Semana						
		Seg.	Ter.	Qua.	Qui.	Sex.	Sáb.	Dom.
Abril	7626	8129	8542	8314	8652	7856	6310	5576

Fonte: Departamento de Infraestrutura de Santa Catarina.

Figura 14: Variação semanal do volume de tráfego - Posto BARRAC034



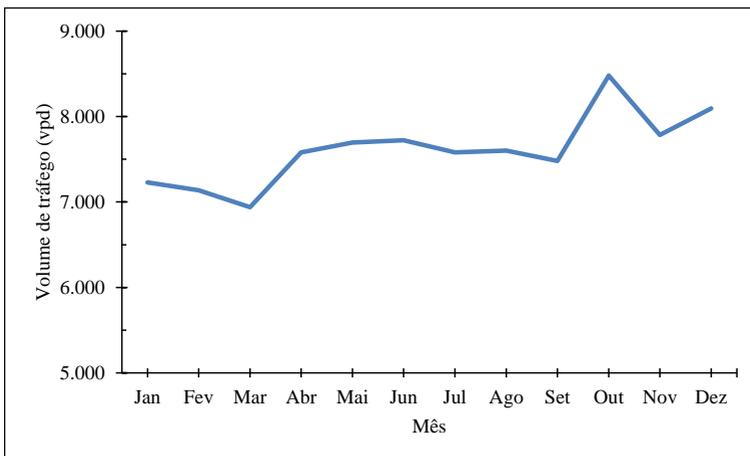
O **quadro 24** apresenta os volumes de tráfego médios mensais obtidos da contagem permanente ocorrida no posto no ano de 2013. A **figura 15** ilustra a variação do volume de tráfego observado durante o ano de 2013.

Quadro 24: Volume de tráfego diário médio mensal em 2013 - Posto BARRAC034

<b>Sigla:</b>	SC-108			<b>Trecho:</b>	Gaspar - Brusque							
<b>Posto:</b>	BARRAC034			<b>km:</b>	111							
<b>VMD</b>	<b>VMD Mês (vpd)</b>											
	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>
7661	7229	7138	6940	7579	7695	7722	7580	7602	7481	8480	7785	8096

Fonte: Departamento de Infraestrutura de Santa Catarina.

Figura 15: Variação mensal do volume de tráfego - Posto BARRAC034



### 4.3. VOLUME DE TRÁFEGO ATUAL DA RODOVIA

Utilizando como base as contagens volumétricas classificatórias realizadas e na pesquisa de origem e destino previamente realizadas, é possível se determinar o tráfego atual para a rodovia planejada. O tráfego atual da rodovia é formado pelo tráfego existente na via em leito natural ajustado, combinado com o tráfego que será desviado, a partir da

implantação, de outras vias obtido avaliação da pesquisa de origem destino, e com o tráfego gerado estimado. A combinação dos fluxos de tráfego considerados é desenvolvida na sequência.

#### 4.3.1. TRÁFEGO EXISTENTE

O tráfego existente é determinado a partir das contagens volumétricas classificatórias, obtidas nos dois postos de contagens relacionados anteriormente. Os volumes obtidos nas contagens são expandidos de acordo com as variações diárias e sazonais do volume de tráfego. Esses ajustes são realizados com base nas variações constatadas no volume observado pelos postos de contagens permanente para obtenção da média anual. Aqui foi considerado as variações ocorridas no posto “BARRAC034”, anteriormente apresentado nos **quadros 22 e 24**. As contagens realizadas no período de 13 horas ainda passam pelo ajuste horário, onde seus volumes são expandidos para o período de 24 horas.

##### POSTO 01

O resumo das contagens volumétricas classificatórias realizadas no posto 01, na interseção no município de Brusque, para os 3 dias de contagens, é apresentado no **quadro 25**. Para os dias 2 e 4, foram realizadas contagens pelo período de 13 horas; sendo a contagem de 24 horas ocorrida no dia 3. O quadro apresenta o total de veículos contados em cada dia.

Quadro 25: Resumo das contagens do Posto 01

DIA	AUTOMÓVEIS	CAMIONETAS	RESUMO DAS CONTAGENS NO POSTO 01														BI-TRENS			
			ÔNIBUS			CAMINHÕES			SEMI-REBOQUES					REBOQUES						
			2C	3C	4C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2			3C3	3C4
2	4847	414	87	2	312	121	6	0	1	10	8	9	1	0	0	0	0	0	0	0
3	7296	415	122	6	247	64	8	0	1	10	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0
4	5515	455	155	10	216	43	2	1	0	2	0	1	0	0	0	0	3	0	1	0

O fator de expansão horária foi calculado a partir das contagens ocorridas no dia 3, apresentado no **quadro 25**. Com base na relação proporcional entre os volumes contados no período de 24 e 13 horas (**equação 1**), é calculado o fator de expansão horária, que quantifica essa expansão. O fator de expansão horária do posto 01 é apresentado no **quadro 26**.

Quadro 26: Fator de expansão horária do Posto 01

EXPANSÃO HORÁRIA	
13 HORAS	VOLUME
07:00	166
07:15	158
07:30	176
07:45	104
08:00	90
08:15	96
08:30	83
08:45	75
09:00	107
09:15	140
09:30	168
09:45	183
10:00	455
11:00	481
12:00	379
13:00	474
14:00	453
15:00	302
16:00	367
17:00	794
18:00	840
19:00	742
TOTAL 13h	6833
TOTAL 24h	8175
FEH P01	1,196

A partir do cálculo do fator de expansão horária, de 1,196, é então feita a expansão dos volumes contados no dia 2 e 4 de abril, com a finalidade de captar o volume de tráfego no período total de 24 horas. Os volumes de tráfego para cada dia, ajustados para o período de 24 horas são apresentados no **quadro 27**.

Quadro 27: Volumes ajustados em função do FEH do Posto 01

DIA	AUTOMÓVEIS	CAMIONETAS	AJUSTE-EXPANSÃO HORÁRIA - POSTO 01																
			ÔNIBUS				CAMINHÕES				SEMI-REBOQUES				REBOQUES				BI-TRENS
			2C	3C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3C4	3S2C4	3S2S4
2	5799	496	105	3	374	145	8	0	2	12	10	11	2	0	0	0	0	0	0
3	7296	415	122	6	247	64	8	0	1	10	1	5	0	0	0	0	0	0	0
4	6599	545	186	12	259	52	3	2	0	3	0	2	0	0	0	4	0	2	0

Os volumes de tráfego do **quadro 27**, então, são corrigidos em função da variação diária mensurada pelo posto de contagem permanente adotado para o ajuste. Os fatores de correção em função do dia da semana resultantes do monitoramento do posto “BARRAC034”, são exibidos no **quadro 28**.

Quadro 28: Fator de correção diária relativo ao posto de contagem permanente BARRAC034

FATOR DE CORREÇÃO DIÁRIA - $F_D$ - BARRAC034							
DIA	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM
$F_D$	1,070	1,120	1,090	1,130	1,030	0,830	0,730

Os volumes de tráfego ajustados com base nos fatores de correção diário, 1,12 e 1,13, para terça-feira e quinta-feira, respectivamente; são apresentados no **quadro 29**.

Quadro 29: Volumes ajustados em função do FD do posto de contagem permanente BARRAC034

DIA	AUTOMÓVEIS	CAMIONETAS	AJUSTE FATOR DIÁRIO - POSTO 01																
			ÔNIBUS		CAMINHÕES				SEMI - REBOQUES				REBOQUES				BI-TRENS		
			2C	3C	3C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3C4	3S2C4	3S2S4
2	6495	556	118	4	419	163	9	0	3	14	12	13	3	0	0	0	0	0	0
3	7953	453	133	7	270	70	9	0	2	11	2	6	0	0	0	0	0	0	0
4	7457	616	211	14	293	59	4	3	0	4	0	3	0	0	0	5	0	3	0

Ainda do posto de contagem permanente, são retirados os fatores de correção sazonais, que visam captar a variação do tráfego ao longo do ano. Os fatores obtidos, a partir da **equação 1**, para este posto estão expostos no **quadro 30**.

Quadro 30: Fator de correção mensal relativo ao posto de contagem permanente BARRAC034

FATOR DE CORREÇÃO MENSAL - $F_M$ - BARRAC034												
MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
$F_M$	0,94	0,92	0,9	0,98	1	1	0,98	0,98	0,97	1,1	1,01	1,05

Aos volumes de tráfego com suas variações horárias e diárias já corrigidas, apresentados no **quadro 29**, é aplicado os índices de correção para o ajuste das variações mensais no volume de tráfego. O fator de ajuste referente a abril (0,98) é então aplicado, e os resultados são apresentados no **quadro 31**.

Quadro 31: Volumes ajustados em função do FM do posto de contagem permanente BARRAC034

AJUSTE FATOR MENSAL - POSTO 01																			
DIA	AUTOMÓVEIS	CAMIONETAS	ÔNIBUS		CAMINHÕES			SEMI - REBOQUES					REBOQUES				BI-TRENS		
			2C	3C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3C4	3S2C4	3S2S4
2	6366	545	116	4	411	160	9	0	3	14	12	13	3	0	0	0	0	0	0
3	7794	444	131	7	265	69	9	0	2	11	2	6	0	0	0	0	0	0	0
4	7388	604	207	14	288	58	4	3	0	4	0	3	0	0	0	5	0	3	0

Com as correções sazonais já aplicadas, retira-se a média do volume de tráfego existente nos três dias de pesquisa, para se obter o volume médio diário anual no local do posto estudado. O volume resultante no após o tratamento das contagens realizadas no posto 01 é apresentado no **quadro 32**.

Quadro 32: VMMA do posto 01

VMMA - POSTO 01																			
AUTOMÓVEIS	CAMIONETAS	ÔNIBUS		CAMINHÕES			SEMI - REBOQUES					REBOQUES				BI-TRENS		TOTAL	
		2C	3C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3C4	3S2C4		3S2S4
7156	531	152	9	322	96	8	1	2	10	5	8	1	0	0	2	0	1	0	8304

## POSTO 10

Igualmente com os procedimentos executados nas contagens ocorridas no posto 01, as contagens no posto 10 foram também expandidas para ajustar o tráfego contado perante as suas variações sazonais. O **quadro 33** apresenta o resumo das contagens obtidas em campo para o posto 10, para cada dia aferido. O **quadro 34** apresenta o fator de expansão horária para o posto 10. O **quadro 35** apresenta os volumes de tráfegos ajustados em função do fator de expansão horária. Os **quadros 36 e 37** apresentam os volumes de tráfego corrigidos de acordo com os fatores de expansão diário e mensal, respectivamente, conforme os dados previamente apresentados nos **quadros 28 e 30**.

Quadro 33: Resumo das contagens do Posto 10

RESUMO DAS CONTAGENS NO POSTO 10																			
DIA	AUTOMÓVEIS	CAMIONETAS	ÔNIBUS		CAMINHÕES			SEMI - REBOQUES					REBOQUES				BI-TRENS		
			2C	3C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3C4	3S2C4	3S2S4
2	4139	579	52	0	217	133	5	1	4	11	5	5	0	0	0	0	0	0	0
3	4003	592	69	4	229	108	2	1	17	8	1	5	0	1	0	1	1	0	0
4	4387	312	34	4	234	27	2	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0

Quadro 34: Fator de expansão horária do Posto 10

EXPANSÃO HORÁRIA	
13 HORAS	VOLUME
07:00	109
07:15	159
07:30	155
07:45	179
08:00	84
08:15	98
08:30	104
08:45	74
09:00	81
09:15	79
09:30	51
09:45	46
10:00	265
11:00	264
12:00	304
13:00	370
14:00	421
15:00	251
16:00	332
17:00	308
18:00	429
19:00	252
TOTAL 13h	4415
TOTAL 24h	5042
FEH P10	1,142

Quadro 35: Volumes ajustados em função do FEH do Posto 10

AJUSTE EXPANSÃO HORÁRIA - POSTO 10																				
DIA	AUTOMÓVEIS	CAMIONETAS	ÔNIBUS			CAMINHÕES			SEMI - REBOQUES					REBOQUES				BI-TRENS		
			2C	3C		2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3C4	3S2C4	3S2S4
2	4727	662	60	0	248	152	6	2	5	13	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0
3	4003	677	79	5	262	124	3	2	20	10	2	6	0	2	0	2	2	2	0	0
4	5011	357	39	5	268	31	3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3	0	0	0

Quadro 36: Volumes ajustados em função do FD do Posto 10

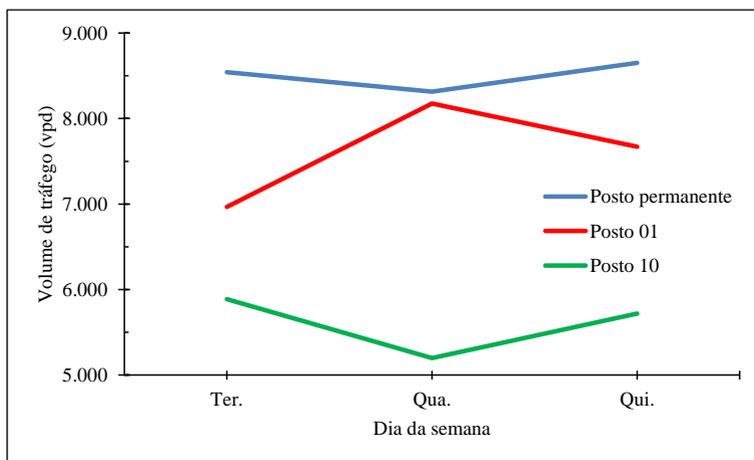
AJUSTE CORREÇÃO DIÁRIA - POSTO 10																			
DIA	AUTOMÓVEIS	CAMIONETAS	ÔNIBUS			CAMINHÕES			SEMI - REBOQUES					REBOQUES				BI-TRENS	
			2C	3C		2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3C4	3S2C4
2	5295	742	68	0	278	171	7	3	6	15	7	7	0	0	0	0	0	0	0
3	4364	738	87	6	286	136	4	3	22	11	3	7	0	3	0	3	3	3	0
4	5663	404	45	6	303	36	4	0	0	0	0	3	0	0	0	0	4	0	0

Quadro 37: Volumes ajustados em função do FM do Posto 10

AJUSTE CORREÇÃO MENSAL - POSTO 10																			
DIA	AUTOMÓVEIS	CAMIONETAS	ÔNIBUS			CAMINHÕES			SEMI - REBOQUES					REBOQUES				BI-TRENS	
			2C	3C		2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3C4	3S2C4
2	5190	728	67	0	273	168	7	3	6	15	7	7	0	0	0	0	0	0	0
3	4277	724	86	6	281	134	4	3	22	11	3	7	0	3	0	3	3	3	0
4	5550	396	45	6	297	36	4	0	0	0	0	3	0	0	0	0	4	0	0

A **figura 16** ilustra a variação do tráfego entre os dias em que houveram contagens no local de análise, em comparação com a variação ocorrida no posto de contagem permanente. Nota-se que há uma diferença de comportamento na curva que representa o posto 01. Isso denota que o posto de contagem permanente utilizado para as expansões pode não ser o ideal para o ajustamento dos dados deste posto. Pela indisponibilidade de outros dados foi mantido o ajustamento desta maneira.

Figura 16: Comparação da variação do volume de tráfego entre os postos



A média do tráfego, corrigido de acordo com os fatores de expansão, observado nos três dias de contagem é o volume médio diário anual para o trecho. Este volume de tráfego é apresentado no **quadro 38**.

Quadro 38: VMDA do posto 10

		VMDA - POSTO 10																			
AUTOMÓVEIS	CAMIONETAS	ÔNIBUS		CAMINHÕES					SEMI - REBOQUES					REBOQUES					BI-TRENS		TOTAL
		2C	3C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3C4	3S2C4	3S2S4			
5006	616	66	4	284	113	5	2	10	9	4	6	0	1	0	3	1	0	0	6130		

O **quadro 39** apresenta o volume médio diário anual admitido para o trecho. Este volume foi obtido efetuando-se a média simples entre o VMDA calculado para os postos 01 e 10, que constam nos **quadros 32 e 38**.

Quadro 39: VMDA adotado para o trecho

		VMDA - TRECHO																			
AUTOMÓVEIS	CAMIONETAS	ÔNIBUS			CAMINHÕES			SEMI - REBOQUES					REBOQUES					BI-TRENS		TOTAL	
		2C	3C		2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3C4	3S2C4	3S2S4		
6081	574	109	7	303	105	7	2	6	10	5	7	1	1	0	3	1	1	0	7223		

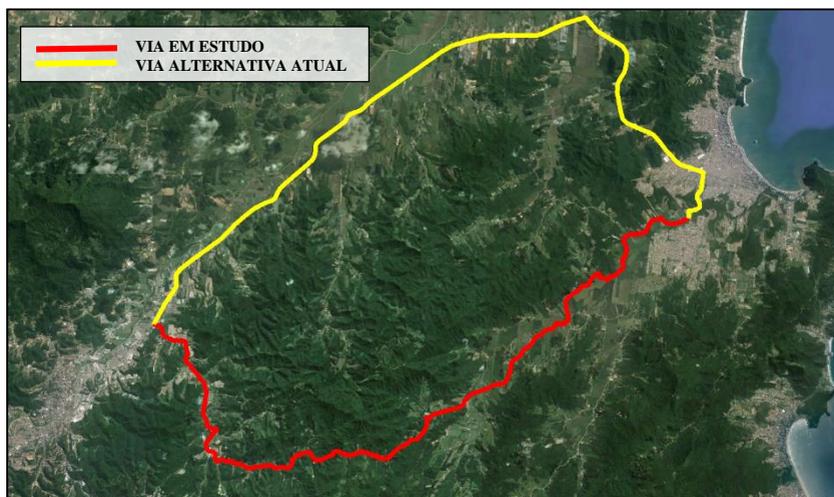
#### 4.3.2. TRÁFEGO DESVIADO

O tráfego desviado é definido pelo volume de tráfego alocado da rodovia SC-486 e Avenida Santa Catarina para a rodovia em estudo. A rodovia SC 486 e a Avenida Santa Catarina são as alternativas atuais para o deslocamento ao qual a rodovia em estudo é alternativa.

A alocação do tráfego destas duas vias para o novo trecho é definida pelo menor percurso de trajeto entre as duas opções de viagem: a viagem pelas rodovias existentes (SC-486 e Av. Santa Catarina), e a viagem através da nova rodovia. A **figura 17** ilustra as duas vias. A viagem que percorrer a menor distância de trajeto pela nova rodovia é, então, considerado como o volume de tráfego que será absorvido da rede atual, para a nova rodovia.

Os volumes de tráfego das vias do sistema atual, são apresentados nos **quadros 40 e 41**.

Figura 17: Ilustração da via alternativa atual e da via em estudo



Fonte: Software *Google Earth* (sem escala)

Quadro 40: Volume médio diário de tráfego da Rodovia SC-486

VMDA - POSTO 01																			
AUTOMÓVEIS	CAMIONETAS	ÔNIBUS		CAMINHÕES			SEMI - REBOQUES					REBOQUES				BI-TRENS		TOTAL	
		2C	3C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3C4	3S2C4		3S2S4
12994	1214	156	71	983	633	53	13	54	133	34	106	4	27	92	40	12	17	2	16638

Fonte: Departamento de Infraestrutura de Santa Catarina

Quadro 41: Volume médio diário de tráfego da Avenida Santa Catarina

VMDA - POSTO 10																			
AUTOMÓVEIS	CAMIONETAS	ÔNIBUS		CAMINHÕES			SEMI - REBOQUES					REBOQUES				BI-TRENS		TOTAL	
		2C	3C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3C4	3S2C4		3S2S4
8776	772	131	5	427	108	10	2	4	7	5	5	1	1	0	6	0	1	0	10261

Fonte: Departamento de Infraestrutura de Santa Catarina

No item **4.2.4.** anteriormente apresentado, a pesquisa de origem e destino identificou viagens, provindas ou destinadas, de 40 localidades diferentes. Estas viagens destinadas ou provindas destas localidades, em função da distância envolvida entre a origem e destino, foram alocadas para a nova rodovia. As viagens alocadas para o novo trecho devido a menor distância percorrida são apresentadas na sequência, no **quadro 42.**

Quadro 42: Viagens entre localidades alocadas para o novo trecho

POSTO 01		DISTÂNCIAS (em km)		POSTO 10		DISTÂNCIAS (em km)	
ORIGEM	DESTINO	ATUAL	NOVA	ORIGEM	DESTINO	ATUAL	NOVA
BLUMENAU	IMBITUBA	221	219	CAMBORIÚ FLORIANÓPOLIS ITAPEMA PAINEL PORTO BELO	BRUSQUE	43	41
BLUMENAU	ITAPEMA	83	81		BLUMENAU	149	147
BLUMENAU	PAINEL	376	374		BLUMENAU	86	84
BLUMENAU	PORTO BELO	97	95		BLUMENAU	376	374
BRUSQUE	CAMBORIÚ	43	41		BLUMENAU	101	99
INDAIAL	PORTO BELO	116	114				
SANTA TEREZINHA	SÃO JOSÉ	124	122				

De acordo com os números absolutos anteriormente expostos nas matrizes, obtém-se o volume de tráfego percentual em cada posto de contagem que será considerado como usuário do novo trecho. Das 777 viagens entrevistadas, foram alocadas para a nova rodovia 27 viagens do posto 01 e 28 viagens do posto 10. O percentual de cada volume de tráfego de acordo com a alocação realizada, é apresentado no **quadro 43.**

Quadro 43: Tráfego alocado das vias atuais

POSTO	TRÁFEGO PASSÍVEL DE UTILIZAÇÃO DO TRECHO	TOTAL DE ENTREVISTADOS	ALOCÇÃO DO TRÁFEGO
PO1	27	777	3,5%
PI0	28		3,6%

Os percentuais apresentados no **quadro 43** foram aplicados, então, nos volumes médios diários das vias em que se localizam cada um dos postos de entrevista (**quadros 40 e 41**). Estes volumes foram os considerados como o tráfego que será desviado das vias atuais para a nova rodovia. Os volumes de tráfego desviado considerados no posto 01, 10 e o total do volume desviado considerado são apresentados nos **quadros 44, 45 e 46**, respectivamente.

Quadro 44: Tráfego desviado da rodovia SC-486

		TRÁFEGO DESVIADO - POSTO 01																TOTAL	
AUTOMÓVEIS	CAMIONETAS	ÔNIBUS		CAMINHÕES			SEMI - REBOQUES					REBOQUES					BI-TRENS		TOTAL
		2C	3C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3C4	3S2C4	3S2S4	
452	43	6	3	35	22	2	1	2	5	2	4	1	1	4	2	1	1	1	588

Quadro 45: Tráfego desviado da Avenida Santa Catarina

		TRÁFEGO DESVIADO - POSTO 10																TOTAL	
AUTOMÓVEIS	CAMIONETAS	ÔNIBUS		CAMINHÕES			SEMI - REBOQUES					REBOQUES					BI-TRENS		TOTAL
		2C	3C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3C4	3S2C4	3S2S4	
317	28	5	1	16	4	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	381

Quadro 46: Tráfego desviado segundo a pesquisa Origem e Destino

		TRÁFEGO DESVIADO																TOTAL	
AUTOMÓVEIS	CAMIONETAS	ÔNIBUS		CAMINHÕES			SEMI - REBOQUES					REBOQUES					BI-TRENS		TOTAL
		2C	3C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3C4	3S2C4	3S2S4	
769	71	11	4	51	26	3	2	3	6	3	5	2	2	4	3	1	2	1	969

#### 4.3.3. TRÁFEGO GERADO

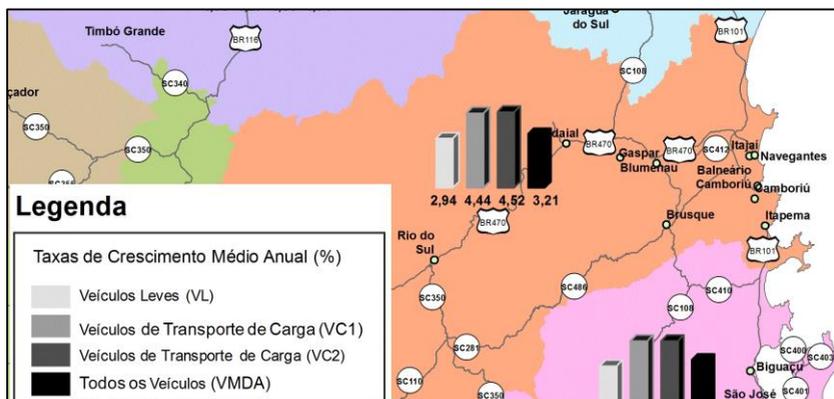
O tráfego gerado, em consequência da ausência de avaliação detalhada, foi arbitrariamente considerado como 2% do tráfego atual da rodovia. Este percentual foi estimado a partir de notas de aula do Professor Dr. Amir Matar Valente que, em função de sua experiência profissional, apresenta valores desta ordem de grandeza. Formas de mensurar este elemento adequadamente, através de modelos como por



planejamento do órgão que administra as rodovias no estado de Santa Catarina. Este estudo classifica o crescimento da frota segundo a classe dos veículos e sua macrorregião de localização, com base nos volumes observados em todos os seus postos de contagem.

O monitoramento apresentado traça o cenário de crescimento observado no intervalo entre os anos de 2007 a 2012. Estas taxas de crescimento são aplicadas para a projeção do volume de tráfego, com a finalidade de estimar o volume futuro. A **figura 18**, a seguir, ilustra as informações de crescimento para a macrorregião do Vale do Itajaí, utilizada neste trabalho.

Figura 18: Taxas de crescimento – Mesorregião do Vale do Itajaí

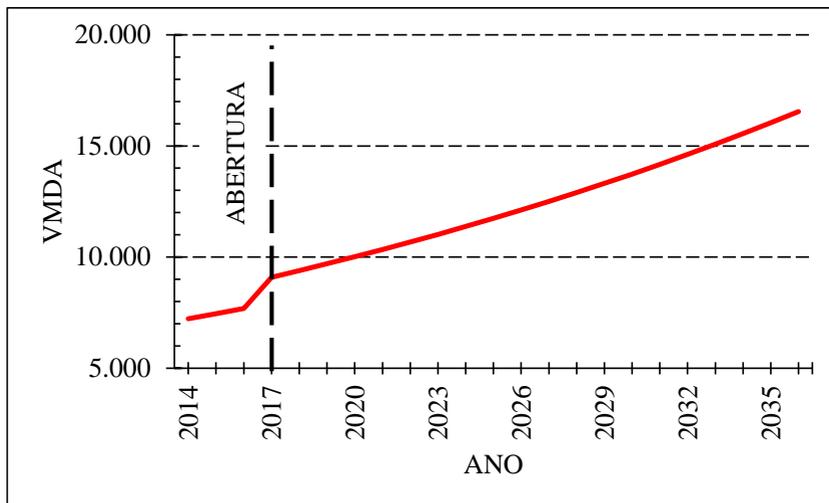


Fonte: Departamento de Infraestrutura de Santa Catarina, adaptado pelo autor

A taxa de crescimento dos veículos apresentada pelo monitoramento é composta de quatro classes de veículos, conforme visto na **figura 18**. Como este trabalho contempla 19 classes de veículos, as taxas de variação do estudo socioeconômico foram adaptadas e aplicadas nas classes de veículos consideradas da maneira apresentada no **quadro 49**. Como a classificação do monitoramento realizado pelo órgão se dá pelas dimensões de veículos, optou-se por realizar a adaptação baseado no mesmo critério.



Figura 19: Crescimento do volume de tráfego (2014-2036)



#### 4.5. CAPACIDADE E NÍVEL DE SERVIÇO PARA A DEMANDA OBTIDA

É previsto a utilização de 8,5% do volume médio diário anual para representar o volume da 50ª hora, que representa o volume horário de projeto, quando não se dispõe de contagens específicas para sua determinação (BRASIL, 2006). Nesta avaliação será utilizada como VHP a hora que apresentou o maior volume de tráfego ocorrido durante o período de contagem. Esta consideração foi feita pois, apesar de não ser possível afirmar a que esta hora represente a indicação normativa (o volume da 50ª maior hora anual), é uma contagem específica que capta o perfil do tráfego no local. Esta contagem específica carrega informações exatas da distribuição do tráfego por sentido, horário de ocorrência e seu fator pico horário.

##### 4.5.1. Contagens volumétricas na hora de pico do dia.

Os dados das contagens na hora pico ocorridas a cada dia são apresentados nos **quadros 51 a 56**.

Quadro 51: Contagem do volume de tráfego da hora pico do dia 02/04, posto 01

CONTAGEM DE TRÁFEGO VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA																				
MUNICÍPIO		POSTO	BOLSA		BRUSQUE - CAMBORI										DATA		MÉDIA			
EXTRAPLANO		P01													02/04/2013					
PERÍODO	AUTOMÓVEIS	CAMIONETAS	ÔNIBUS		CAMINHÕES				SEMI-REBOQUES				REBOQUES				BI-TRENS		TOTAL	
			2C	3C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3C4	3S2C4		3S2S4
07:00 - 7:15	01	12	11	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	129
07:15 - 7:30	115	1	6	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	146
07:30 - 7:45	121	5	0	0	6	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	156
07:45 - 8:00	128	6	2	0	13	3	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	155
TOTAL	465	24	19	0	27	6	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	566

Fonte: Departamento de Infraestrutura de Santa Catarina

Quadro 52: Contagem do volume de tráfego da hora pico do dia 03/04, posto 01

CONTAGEM DE TRÁFEGO VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA																				
MUNICÍPIO		POSTO	BOLSA		BRUSQUE - CAMBORI										DATA		MÉDIA			
EXTRAPLANO		P01													03/04/2013					
PERÍODO	AUTOMÓVEIS	CAMIONETAS	ÔNIBUS		CAMINHÕES				SEMI-REBOQUES				REBOQUES				BI-TRENS		TOTAL	
			2C	3C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3C4	3S2C4		3S2S4
08:00 - 08:15	04	5	0	0	10	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	240
08:15 - 08:30	253	8	3	0	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	233
08:30 - 08:45	179	12	3	0	6	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	204
08:45 - 09:00	178	2	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	187
TOTAL	764	27	3	0	29	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	840

Fonte: Departamento de Infraestrutura de Santa Catarina

Quadro 53: Contagem do volume de tráfego da hora pico do dia 04/04, posto 01

CONTAGEM DE TRÁFEGO VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA																				
MUNICÍPIO		POSTO	BOLSA		BRUSQUE - CAMBORI										DATA		MÉDIA			
EXTRAPLANO		P01													04/04/2013					
PERÍODO	AUTOMÓVEIS	CAMIONETAS	ÔNIBUS		CAMINHÕES				SEMI-REBOQUES				REBOQUES				BI-TRENS		TOTAL	
			2C	3C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3C4	3S2C4		3S2S4
07:00	68	7	7	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88
07:15	119	14	5	0	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	164
07:30	176	17	5	0	6	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	211
07:45	166	16	8	0	12	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	204
TOTAL	632	64	25	0	27	6	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	667

Fonte: Departamento de Infraestrutura de Santa Catarina

Quadro 54: Contagem do volume de tráfego da hora pico do dia 02/04, posto 10

CONTAGEM DE TRÁFEGO VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA																				
MUNICÍPIO		POSTO	BOLSA		BRUSQUE - CAMBORI										DATA		MÉDIA			
EXTRAPLANO		P10													02/04/2013					
PERÍODO	AUTOMÓVEIS	CAMIONETAS	ÔNIBUS		CAMINHÕES				SEMI-REBOQUES				REBOQUES				BI-TRENS		TOTAL	
			2C	3C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	3C4	3S2C4		3S2S4
08:00	104	10	2	0	14	7	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	140
08:15	140	28	5	0	7	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	183
08:30	85	6	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96
08:45	98	12	3	0	4	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	128
TOTAL	427	66	10	0	28	19	3	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	547

Fonte: Departamento de Infraestrutura de Santa Catarina

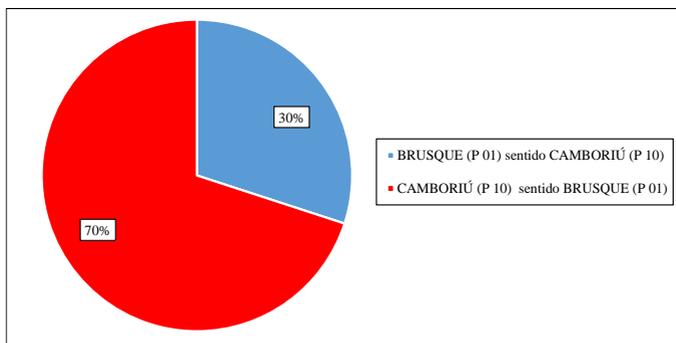


De acordo com os dados apresentados, selecionou-se para a avaliação o volume de tráfego apresentado no dia 03 de abril, no posto 01, apresentado no **quadro 52**. Esta opção ocorreu devido ao fato de ser a situação que apresentou o maior volume horário entre todas as medidas em campo. O volume de tráfego da hora de pico, foi corrigido conforme os mesmos procedimentos que resultaram nos valores apresentados no **quadro 39**. Optou-se por manter o ajustamento do tráfego para o mês de abril, ao invés do mês de outubro (onde ocorre o maior volume de tráfego e o maior desvio da média), após análise da **figura 15**, afim de prevenir o superdimensionamento.

#### 4.5.3. Distribuição do tráfego por sentido

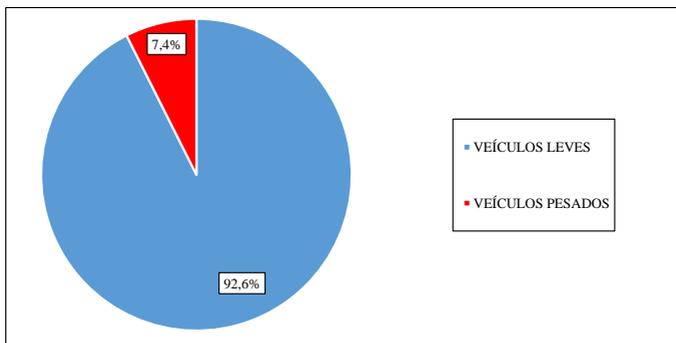
A distribuição do fluxo de tráfego, na hora de pico analisada, em função do sentido seguido, é apresentada na **figura 20**. Se verifica a concentração de 70% do tráfego em um sentido.

Figura 20: Divisão direcional do tráfego na hora pico selecionada



O método de cálculo também requer a forma pela qual o volume de tráfego está distribuído em relação ao tipo de veículo. Conforme os dados apresentados no **quadro 52**, é ilustrado na **figura 21** a proporção entre os veículos leves e pesados que ocorre no posto 01. Não foram identificados veículos recreativos no local.

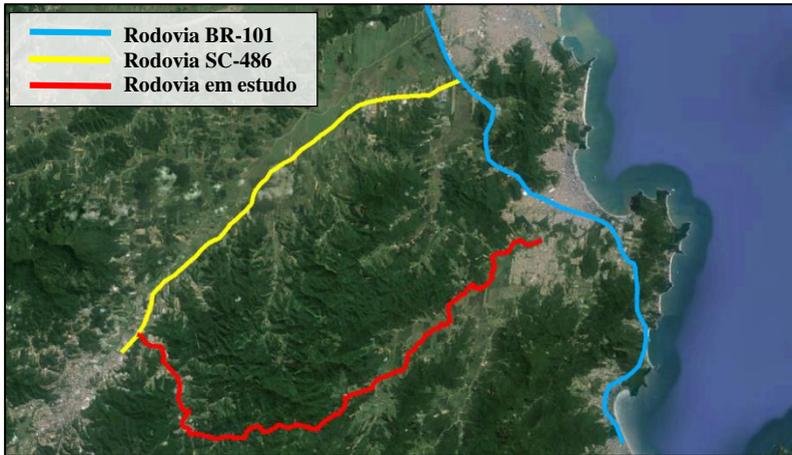
Figura 21: Distribuição entre veículos leves e pesados, no posto 01



#### 4.5.4. Classe da rodovia

A classe da rodovia foi considerada como do tipo III, de acordo com a classificação do *Highway Capacity Manual* (TRB, 2010). A consideração dessa classe ocorreu através de uma avaliação *in loco*, e por comparação com as vias adjacentes (**figura 23**). A rodovia SC-486 (velocidade regulamentar de 80 km/h), que possui um volume de tráfego superior e de maior importância que a via em estudo, é admitida como uma rodovia classe II. Como se espera um maior número de interferências locais e menor velocidade de viagem na via em estudo, optou-se pela consideração de uma classe inferior.

Figura 22: Sistema viário existente

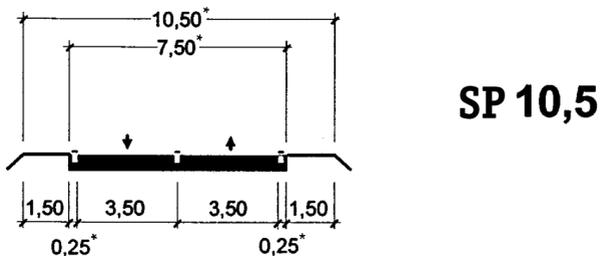


Fonte: Software *Google Earth* (sem escala)

#### 4.5.5. Seção transversal adotada

Para a escolha da seção transversal da via, os fatores determinantes são: a segurança do tráfego, a qualidade do desenrolar deste e também os custos de construção e manutenção (DER, 2000). Foi adotada inicialmente como seção transversal de projeto a seção “SP 10,5”, recomendada pelas diretrizes para concepção de estradas do DER-SC, para os volumes de tráfego aqui admitidos. A **figura 22** ilustra a seção adotada.

Figura 23: Seção transversal tipo “SP 10,5”



Fonte: Departamento de Estradas de Rodagem – SC (2000)

#### 4.5.6. Pontos de acesso

Para consideração do número de pontos de acesso, foi realizado uma contagem simples de todas as outras vias que interceptavam o trecho atual em leito natural. Essa contagem foi realizada utilizando as imagens aéreas do *software Google Earth*. Nesta contagem foram identificados 47 acessos ao longo dos cerca de 34 quilômetros, resultando em um valor de cerca de 2,2 pontos de acesso por milha.

#### 4.5.7. Nível de Serviço e Capacidade

Com todas as informações adquiridas, procedeu-se o cálculo do nível de serviço e capacidade para a faixa mais carregada da rodovia estudada. Os parâmetros foram calculados para o ano de abertura da rodovia e para os cenários de cinco, dez, quinze e vinte anos de utilização. Os resultados são apresentados no **quadro 58**.

Quadro 58: Parâmetros de cálculo, nível de serviço e capacidade da rodovia

<b>Ano</b>	<b>2017</b>	<b>2021</b>	<b>2026</b>	<b>2031</b>	<b>2036</b>
<b>VHP (veic./h)</b>	935	1063	1245	1457	1701
<b>ATSD (mi/h)</b>	39,23	36,97	35,47	34,60	32,31
<b>PFFS (%)</b>	82,6%	77,9%	74,7%	72,9%	68,1%
<b>Nível de Serviço</b>	C	C	D	D	D
<b>Capacidade (veic./h)</b>	1605	1620	1649	1649	1649

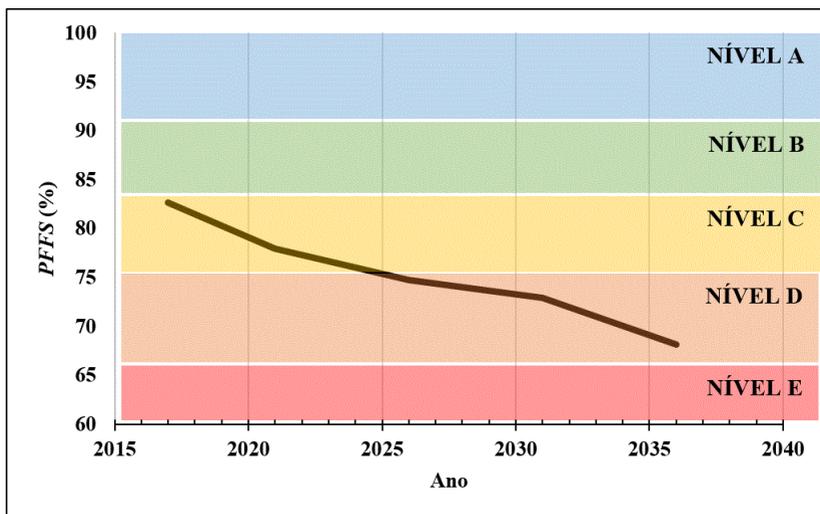
## 5. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

O **quadro 59** apresenta o resumo dos resultados obtidos na avaliação realizada neste estudo. Podemos verificar que a seção transversal adotada satisfaz as recomendações da norma utilizada pelo DNIT, que prevê a adequação deste tipo de rodovia com o nível de serviço “C” (para vias coletoras em terreno ondulado, conforme **quadro 3**), com a capacidade de absorver 1605 veículos por hora. Para a rodovia no ano de inauguração é previsto um volume de tráfego de 9090 veículos por dia. No cenário esperado no quinto ano da inauguração da rodovia, o nível de serviço mantém-se com o mesmo desempenho. A rodovia passa a ter uma queda em seu nível de serviço no cenário que retrata dez anos após seu início de operação, onde a rodovia obtém o nível de serviço “D”, segundo a metodologia. Conforme foi apresentado no **quadro 58**, o parâmetro de desempenho PFFS, que determina o nível de serviço da rodovia, está muito próximo do limite superior da faixa de valores do nível “D”, retratando que a rodovia altera seu nível de serviço em alguma data próximo do décimo ano de utilização. Para os cenários de 15 e 20 anos de operação, a rodovia com essa seção mantém o mesmo nível de serviço que obteve no ano de operação dez, sendo que o volume de tráfego na rodovia no vigésimo ano de operação, o último ano analisado, será de 16545 veículos/ano. Não houve a necessidade de se efetuar a avaliação de uma nova seção transversal para a rodovia. A ilustração da variação do nível de serviço ao longo dos anos é apresentada na **figura 24**.

Quadro 59: Resumo dos resultados obtidos

Ano	2017	2021	2026	2031	2036
<b>VMDA</b>	9090	10340	12115	14171	16545
<b>Nível de Serviço</b>	C	C	D	D	D
<b>Capacidade (veic/h)</b>	1605	1620	1649	1649	1649

Figura 24: Variação do nível de serviço ao longo do período (2017-2036)



## 6. CONCLUSÕES

O presente trabalho se limitou a avaliar a demanda de tráfego e o desempenho da rodovia entre os municípios de Brusque e Camboriú com base nos dados levantados. Os dados nem sempre foram os ideais para a avaliação, pois, por exemplo, não houve nenhuma avaliação sobre a localização dos postos de pesquisa devido ao aproveitamento de dados existentes conseguidos. Isto ocorre devido a escassa disponibilidade de informações sobre monitoramento de tráfego no Brasil.

O estudo utilizou dados de contagem de tráfego em interseções já existentes nos locais realizadas com outras finalidades que não o estudo específico para avaliação da rodovia em estudo, portanto não houve uma análise para um posicionamento ideal dos postos de contagem e pesquisa. A pesquisa de origem e destino não ocorreu no mesmo dia nem no mesmo horário em que as contagens volumétricas classificatórias, portanto o perfil do tráfego alocado pode ter sido distorcido. A seleção do posto de contagem permanente utilizado para a expansão das contagens de tráfego aconteceu baseado na proximidade com a rodovia avaliada e sua disponibilidade de dados, sem considerar se o perfil do tráfego da rodovia em que o posto de contagem permanente sem encontrava era compatível com o perfil da rodovia estudada. A projeção do tráfego foi realizada com base no trabalho do DEINFRA, que retrata o monitoramento no período entre 2007 e 2012, é passível de grande desvio, pois com a diferença do momento econômico do Brasil, entre os anos do monitoramento e o período atual, é grande.

Para o cálculo do nível de serviço e capacidade, foi considerado o maior volume horário do período de contagem, pela ausência de postos de contagem permanente adequados, e, portanto, o nível de serviço pode ter sido subestimado ou superestimado. Além disso, a metodologia de cálculo do nível de serviço, do HCM, foi desenvolvida com base no comportamento das rodovias norte-americanas, que necessitam de ajustes para aplicação sobre o perfil do tráfego de veículos do país.

A etapa de retroalimentação do método do trabalho (**figura 6**) para ajuste da seção transversal não ocorreu. Isto porque a seção transversal inicialmente proposta satisfaz o nível de serviço objetivado. Nota-se que há um encadeamento das diferentes literaturas utilizadas, visto que a seção transversal analisada partiu de diretrizes das normas do DER, que por sua vez é composta de adaptações de normas alemãs; a metodologia de avaliação de desempenho que provém da realidade americana; e as recomendações do nível de serviço alvo a partir da experiência nacional.

## REFERÊNCIAS

AASTHO – AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. Guidelines for Traffic Data Programs. Washington, D.C. – USA, 1992.

BRASIL. DNER – DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. Manual de projeto geométrico de rodovias rurais. Rio de Janeiro, 1999.

BRASIL. DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Manual de estudos de tráfego. Rio de Janeiro, 2006.

CET – COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO. Boletim Técnico 31 – Pesquisa e Levantamentos de Tráfego. São Paulo, 1982.

CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES. Pesquisa CNT de Rodovias: Relatório Gerencial. Brasília, 2014.

CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES. Entraves logísticos ao escoamento de soja e milho. Brasília, 2015.

DENATRAN – DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. Anuário da Frota Nacional. Brasília, 2015.

DER-SC – DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DE SANTA CATARINA. Diretrizes para a concepção de estradas (DCE): Seções Transversais. Santa Catarina, Fevereiro/2000.

TRB – TRANSPORTATION RESEARCH BOARD OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. HCM 2010 – Highway Capacity Manual 2000. USA, 2000.

TRB – TRANSPORTATION RESEARCH BOARD OF THE NACIONAL ACADEMY OF SCIENCES. HCM 2010 – Highway Capacity Manual 2010 Volume 1. USA, 2010.

TRB – TRANSPORTATION RESEARCH BOARD OF THE NACIONAL ACADEMY OF SCIENCES. HCM 2010 – Highway Capacity Manual 2010 Volume 2. USA, 2010.

TRB – TRANSPORTATION RESEARCH BOARD OF THE NACIONAL ACADEMY OF SCIENCES. HCM 2010 – Highway Capacity Manual 2010 Volume 3. USA, 2010.