

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA
DEPARTAMENTO ESTADUAL DE INFRAESTRUTURA



Rodovia: **SC - 370**
Trecho: **Rio Rufino – Urubici**

PROJETO DE ENGENHARIA RODOVIÁRIA PARA OBRA DE IMPLANTAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

Fase Projeto Executivo
VOLUME 3 – MEMÓRIA JUSTIFICATIVA
TOMO I

Novembro / 2013



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA
DEPARTAMENTO ESTADUAL DE INFRAESTRUTURA



RODOVIA : SC-370
TRECHO : Rio Rufino - Urubici
EXTENSÃO : 30,3 km

PROJETO DE ENGENHARIA RODOVIÁRIA PARA OBRA DE IMPLANTAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

VOLUME 3 – MEMÓRIA JUSTIFICATIVA TOMO I

Empresa: **ENGEVIX ENGENHARIA S.A**

NOVEMBRO - 2013

SUMÁRIO

SUMÁRIO

TOMO I

1	APRESENTAÇÃO	5
1.1	APRESENTAÇÃO	6
1.2	MAPA DE SITUAÇÃO	7
2	ESTUDOS	9
2.1	ESTUDO DE TRÁFEGO	10
2.2	ESTUDO TOPOGRAFICO	97
2.3	ESTUDO GEOLÓGICO	108
2.4	ESTUDO HIDROLÓGICO	153
2.5	ESTUDO GEOTÉCNICO	183
2.6	ESTUDO DE MEIO AMBIENTE	209

TOMO II

1	APRESENTAÇÃO
1.1	APRESENTAÇÃO
1.2	MAPA DE SITUAÇÃO
3	PROJETOS
3.1	PROJETO GEOMÉTRICO
3.2	PROJETO DE TERRAPLENAGEM
3.3	PROJETO DE DRENAGEM E O.A.C
3.4	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO
3.5	PROJETO DE SINALIZAÇÃO
3.6	PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES
3.7	PROJETO AMBIENTAL
3.8	PROJETO GEOTÉCNICO

1 APRESENTAÇÃO

1 APRESENTAÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

O presente relatório, intitulado **VOLUME 3 – MEMÓRIA JUSTIFICATIVA – TOMO I** é parte integrante do Projeto de Engenharia Rodoviário para Obra de Implantação e Pavimentação Asfáltica da Rodovia SC-370, trecho: Rio Rufino à Urubici. A extensão total contratada é de 30,3 km.

O Relatório foi elaborado pela empresa **ENGEVIX Engenharia SA**, em conformidade com o Contrato celebrado com o Departamento Estadual de Infraestrutura – DEINFRA, cujos elementos principais estão relacionados a seguir.

Número do Contrato : PJ.221/2012

Data de Assinatura do Contrato : 11/09/2012

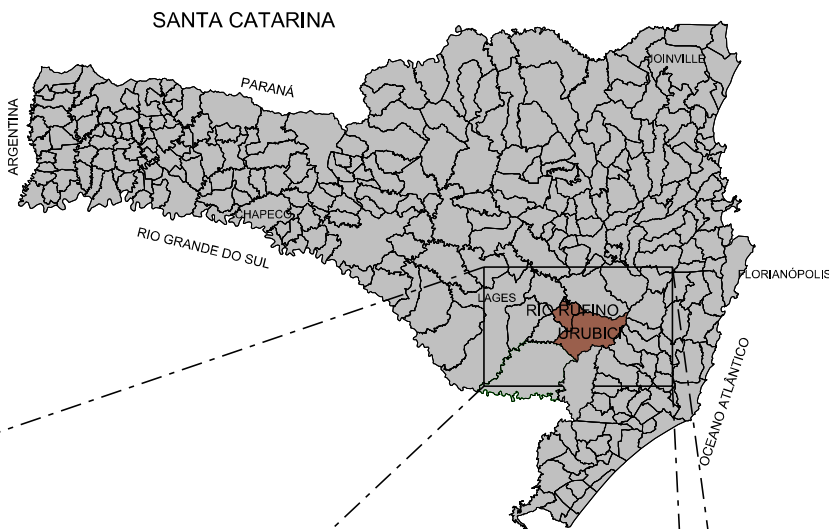
Número da Ordem de Serviço : 001/2013

Data de Assinatura da Ordem de Serviço : 03/01/2013

Prazo Contratual : 300 dias

Florianópolis, novembro de 2013.

1.2 MAPA DE SITUAÇÃO



DESENHOS DE REFERÊNCIA		NOTAS	LEGENDA		ELABORADO:		DEPARTAMENTO ESTADUAL DE INFRAESTRUTURA - SC	
							RODOVIA: SC-370 TRECHO: RIO RUFINO - URUBICI	
					APPROVADO DEINFRA		MAPA DE SITUAÇÃO	
					Nome: JAS DATA: 21.207-4		8	
							FOLHA 01	

2 ESTUDOS

2.1 ESTUDO DE TRÁFEGO

Este relatório apresenta o Estudo de Tráfego realizado para a Elaboração de Projeto de Engenharia Rodoviária para Obras de Implantação e Pavimentação Asfáltica da Rodovia SC-370, trecho Rio Rufino (entr. com a SC-112) – Urubici (entr. com a SC-110), com extensão de 30,30 km. Foi desenvolvido com base na Instrução de Serviço IS-02 do DEINFRA/SC e teve por objetivo a obtenção dos parâmetros de tráfego, necessários à avaliação da Rodovia, dimensionar seus elementos e equipamentos de interseção e determinar seu modo de funcionamento e adaptação à demanda, ao longo do horizonte estabelecido para o projeto.

Servem de subsídio, em conjunto com os levantamentos topográficos e cadastrais, para avaliar o traçado e o padrão da rodovia, neste segmento em estudo.

Possui, também, a finalidade de caracterizar o tráfego existente e previsto para o trecho, durante toda a vida útil do projeto, fornecendo os parâmetros e embasamentos e de tráfego existentes, e coletados na região.

Os objetivos pretendidos para o estudo foram:

- Coleta e avaliação de dados existentes;
- Levantamentos e pesquisas complementares;
- Avaliação dos levantamentos e pesquisas complementares;
- Análise dos volumes de tráfego;
- Previsão dos volumes de tráfego;
- Cálculo da demanda de tráfego;
- Cálculo do Número “N 8,2t”;
- Apresentar os Fluxogramas de Tráfego das Interseções;
- Calcular a Capacidade das Interseções;

2.1.1 Área de Análise

O trecho da SC-370 compreendido neste estudo, Rio Rufino – Urubici, situa-se na microrregião de Campos de Lages, que será diretamente afetada pela implantação do trecho. Esta microrregião é pertencente à mesorregião Serrana.

A microrregião dos Campos de Lages, que tem como polo o município de Lages, se destaca através de sua indústria voltada a cadeia produtiva da madeira e pela produção de grãos e frutas. Diretamente afetada pela implantação deste trecho, esta microrregião é composta de 18 municípios. Destes, Urubici e Rio Rufino se destacam por se situarem nas extremidades do trecho, e serão substancialmente influenciados pela implantação da rodovia

O motivo principal desta influência é que em função da implantação, incidirá uma melhoria do escoamento de produtos da indústria agrícola e pessoas que utilizarão esta rodovia entre o sul e o oeste catarinense.

2.1.2 Zonas de Tráfego

Para uma análise da divisão do trecho em Zonas de Tráfego, primeiramente definiu-se a categoria ou a característica funcional em que o trecho em estudo se enquadra que é a de Ligação Regional.

O trecho em estudo da rodovia SC-370 abrange o segmento que se inicia no entroncamento com a SC-112 ao entroncamento com a SC-110.

No início do trecho, junto ao entroncamento com a SC-112, encontra-se o município de Rio Rufino. A cidade tem aproximadamente 2.500 habitantes e possui um turismo de inverno pouco desenvolvido. Destaca-se por ser a capital nacional do Vime, produto manufaturado em cestarias e móveis em geral.

Ao final do trecho está localizado o município de Urubici. Considerado a Terra das Hortaliças, é o maior produtor de hortifrutigranjeiros de Santa Catarina. Destaca-se pelo cultivo da maçã e da erva-mate. Além disso, Urubici recebe turistas de diversas regiões durante os meses de inverno, período onde ocasionalmente é registrada a precipitação de neve.

2.1.3 Coleta de Dados Existentes

Os dados de tráfego apresentados neste item não serão utilizados diretamente, porém, servem como uma fonte de pesquisa para a comparação com as contagens volumétricas efetuadas, para fornecer uma previsão para o dimensionamento das características técnicas e operacionais da rodovia, bem como para obtenção dos fatores de correção.

A rodovia SC-370 tem como fonte de pesquisa de dados existentes para este Estudo de Tráfego as contagens realizadas pela DIOP – Diretoria de Operações do DEINFRA no ano de 2011. Estas contagens foram efetuadas no seguinte local:

- Posto E37001 – SC-370 – À cerca de 1 km do Entr. com a SC-110 em Urubici.

Como será explicado adiante, para o cálculo do Fator de Correção Mensal foi necessária uma relação com outra rodovia, no caso a BR-470. Os dados de tráfego para a mesma foram obtidos através de contagens efetuadas pelo DNIT em 2001 no seguinte local:

- Posto 470BSC0090 – SC-470 – Próximo a Blumenau.

Além disso, para fins de quantificar o tráfego desviado que passará a utilizar a rodovia no ano de abertura foram utilizados dados contidos no Projeto Executivo de Engenharia para as Obras de Restauração da Rodovia BR-282/SC – CREMA 2ª Etapa, Lote 01 elaborado pela Engevix para o DNIT em Agosto de 2010.

2.1.4 Plano de Contagem

No intuito de se obter maiores informações para o estudo de tráfego, foram programadas 10 (dez) contagens volumétricas e classificatórias com identificação dos tipos de veículos, de acordo com a classe e configurações dos eixos, e 1 (uma) entrevista de origem e destino. Essas pesquisas servirão de base para a obtenção dos parâmetros de dimensionamento da rodovia e das interseções. As localizações dos 11 postos estão descritas subsequentemente (os kms estão referenciados no PRE):

- Posto O/D – km 168 da BR-282 – 28/01/2013 - Localizado junto a interseção com a SC-112 a cerca de 13 km de Lages onde foram realizadas entrevistas com os usuários da via a fim de conhecer suas origens e destinos de tráfego. Essa pesquisa foi utilizada para prever o tráfego desviado para a nova rodovia quando a mesma for implantada. Teve duração de 13 horas durante 1 dia e contou com a ajuda da Polícia Rodoviária Federal.



Figura 2.1-1 Localização Posto de Contagem O/D

- Posto P24 (linha geral - 2 movimentos) – km 73+900 – 28, 29 e 30/01/2013 - localizado próximo a Travessia Urbana de Urubici. A contagem foi feita por tipo de veículo e de hora em hora, durante o período de 3 (três) dias consecutivos, sendo que em um dos dias a contagem foi de 24 horas, para fins da aferição do fator de expansão horária, comparativamente com a série histórica das contagens sistemáticas do DER/SC. Nos outros dois dias as contagens tiveram duração de 13 horas. Este posto tem objetivo de quantificar o volume de tráfego normal da rodovia;



Figura 2.1-2 Localização do Posto P24

- Posto *P01* (6 movimentos) - km 48+800 – 27/03/2013 - está localizado no Acesso à Cerro Baio. Foram efetuadas Contagens Volumétricas Direcionais Classificatórias por tipo de veículo e de hora em hora. Foi executada em apenas 1 (um) dia, no período das 7:00 às 20:00hs (contagens de 13 horas);



Figura 2.1-3 Localização do Posto P01

- Posto *P02* (6 movimentos) - km 51+050 – 27/03/2013 - está localizado no Acesso às Comunidades de Cerro Baio, Itopava, Rio do Leste e Espírito Santo. Foram efetuadas Contagens Volumétricas Direcionais Classificatórias por tipo de veículo e de hora em hora. Foi executada em apenas 1 (um) dia, no período das 7:00 às 20:00hs (contagens de 13 horas);



Figura 2.1-4 Localização do Posto P02

- Posto *P03* (6 movimentos) - km 51+850 – 26/03/2013 - está localizado no Acesso à Cachoeira do Rio do Tigre. Foram efetuadas Contagens Volumétricas Direcionais Classificatórias por tipo de veículo e de hora em hora. Foi executada em apenas 1 (um) dia, no período das 7:00 às 20:00hs (contagens de 13 horas);



Figura 2.1-5 Localização do Posto P03

- Posto *P04* (6 movimentos) - km 52+830 – 26/03/2013 - está localizado no Acesso à Lagoa Preta. Foram efetuadas Contagens Volumétricas Direcionais Classificatórias por tipo de veículo e de hora em hora. Foi executada em apenas 1 (um) dia, no período das 7:00 às 20:00hs (contagens de 13 horas);



Figura 2.1-6 Localização do Posto P04

- Posto *P05* (6 movimentos) - km 54+400 – 21/03/2013 - está localizado no Acesso à Bocaina do Sul. Foram efetuadas Contagens Volumétricas Direcionais Classificatórias por tipo de veículo e de hora em hora. Foi executada em apenas 1 (um) dia, no período das 7:00 às 20:00hs (contagens de 13 horas);



Figura 2.1-7 Localização do Posto P05

- Posto *P06* (6 movimentos) - km 58+750 – 21/03/2013 - está localizado no Acesso ao Bairro Gargantilha. Foram efetuadas Contagens Volumétricas Direcionais Classificatórias por tipo de veículo e de hora em hora. Foi executada em apenas 1 (um) dia, no período das 7:00 às 20:00hs (contagens de 13 horas);



Figura 2.1-8 Localização do Posto P06

- Posto *P07* (6 movimentos) - km 60+980 – 20/03/2013 - está localizado no Acesso a Espírito Santo. Foram efetuadas Contagens Volumétricas Direcionais Classificatórias por tipo de veículo e de hora em hora. Foi executada em apenas 1 (um) dia, no período das 7:00 às 20:00hs (contagens de 13 horas);



Figura 2.1-9 Localização do Posto P07

- Posto *P08* (6 movimentos) - km 63+620 – 19/03/2013 - está localizado no Acesso a Vacariano. Foram efetuadas Contagens Volumétricas Direcionais Classificatórias por tipo de veículo e de hora em hora. Foi executada em apenas 1 (um) dia, no período das 7:00 às 20:00hs (contagens de 13 horas);



Figura 2.1-10 Localização do Posto P08

- Posto P09 (6 movimentos) - km 69+720 – 19/03/2013 - está localizado no Acesso a São Francisco. Foram efetuadas Contagens Volumétricas Direcionais Classificatórias por tipo de veículo e de hora em hora. Foi executada em apenas 1 (um) dia, no período das 7:00 às 20:00hs (contagens de 13 horas).



Figura 2.1-11 Localização do Posto P09

A localização dos postos de contagem volumétrica que foram executados para este projeto foram definidos seguindo as orientações da IS-02/1998 do DEINFRA, observando a localização dos postos de contagem manuais e automatizados já efetuados pelo órgão para uma maior base de dados históricos, e posicionando-os de maneira a contemplar os diferentes volumes de tráfego ao longo do trecho e avaliar o tráfego de passagem que utilizará a rodovia implantada.

A figura a seguir mostra a localização dos postos de contagens volumétricas efetuadas para este projeto.

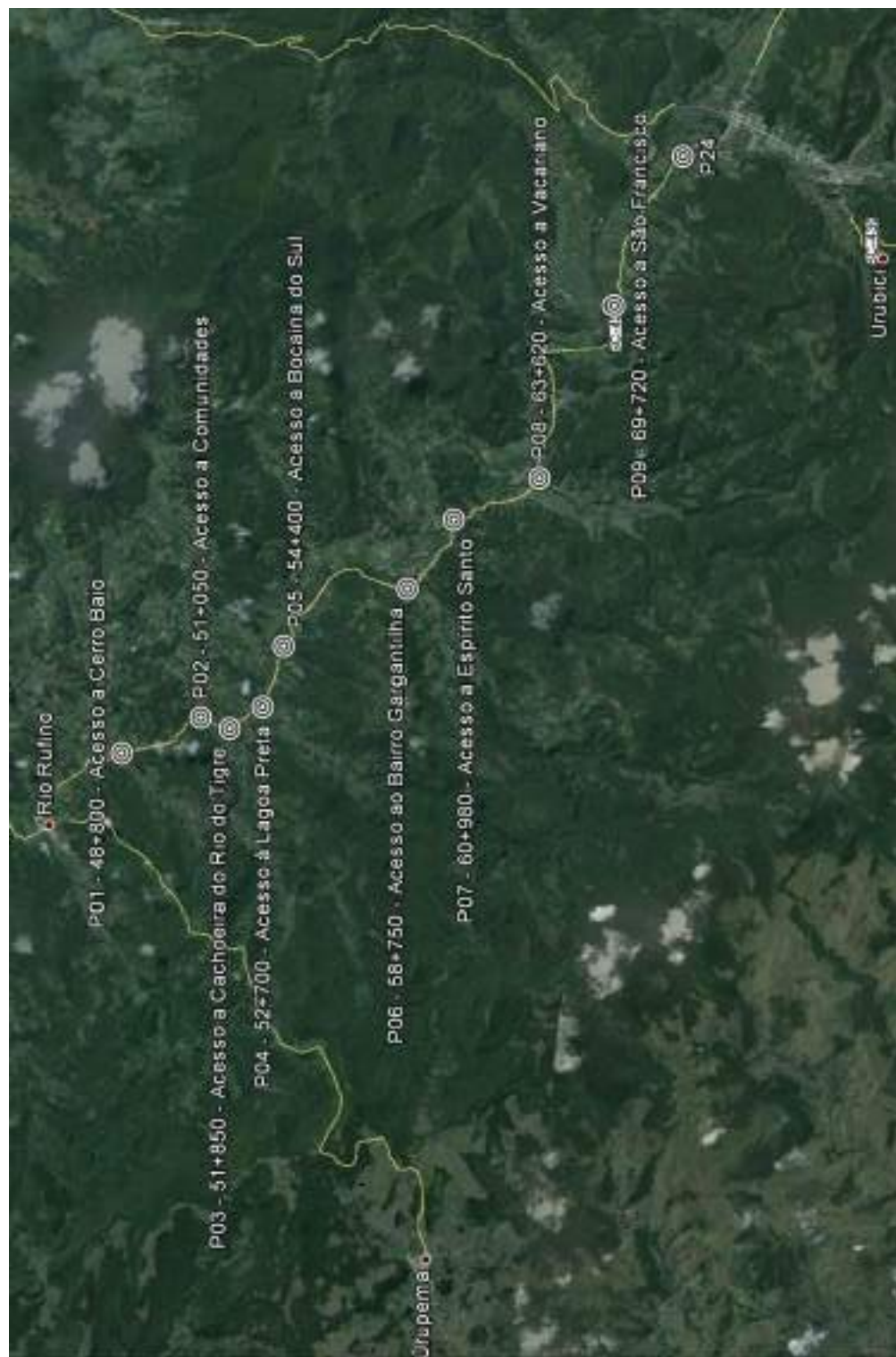


Figura 2.1-12 Localização dos Postos P01-09 e P24

2.1.4.1 Elementos Adotados no Estudo

Para fins de projeto, foram adotados os seguintes elementos:

- Ano base: Para o ano-base, foi considerado o de 2013, ano no qual foram realizadas as contagens e determinados os volumes de tráfego;
- Ano de Abertura: foi admitido que serão transcorridos 3 (três) anos após o ano base para a conclusão da implantação, ou seja, o ano de abertura será 2016;
- Horizonte de projeto: 10 (dez) anos a partir do ano de abertura, isto é, 2025. Como hipótese alternativa, considerou-se um horizonte de 20 anos de projeto.

2.1.4.2 Forma de Contagem

Para os postos P01 a P09 as contagens foram efetuadas em caráter volumétrico classificatório, por tipo de veículo e de 15 em 15 min. A mesma abrangeu o período de 1 (um) dia das 7:00 às 20:00hs. Para o posto P24 foi efetuado o mesmo tipo de contagem, porém abrangendo um período de 3 (três) dias. Em um dos dias foi feita uma contagem de 24 horas (00:00 às 23:59) e nos demais de 13 horas (7:00 às 20:00).

As contagens volumétricas classificatórias foram efetuadas com o preenchimento de um formulário padrão, por equipe especializada e foram seletivas de modo a proporcionar o registro dos seguintes tipos de veículos, sendo realizadas isoladamente para cada sentido de tráfego:

- carros de passeio (automóveis passeio, “jeeps”, peruas, rurais, utilitários pequenos);
- camionetas leves (“pick-ups”, veículos tipo furgões);
- coletivos (ônibus e micro-ônibus);
- caminhões simples;
- caminhão duplo;
- caminhão semi-reboque;
- caminhão reboque;
- motos.

A contagem permitiu também a caracterização dos tipos de veículos presentes no Manual de Estudos de Tráfego do DNIT, para servirem de subsídio na obtenção dos fatores de equivalência de veículos, que serão abordados no decorrer deste estudo.

2.1.5 Tráfego Desviado

O tráfego futuro de um trecho, considerando a realização de melhorias no mesmo, é constituído pelos componentes normal, gerado e desviado. O tráfego normal corresponde àquele que já se utiliza o trecho antes dos melhoramentos, enquanto que os componentes gerado e desviado surgem a partir do ano de início de operação, ou seja, no ano de abertura da rodovia.

Para a determinação da componente relativa ao tráfego desviado, foi utilizado o procedimento de uma pesquisa O/D, num ponto estratégico, onde hoje trafegam veículos que poderão preferir utilizar a rodovia em estudo após sua implantação,

buscando melhores condições e tempo de viagem. O local escolhido foi a BR-282 no entroncamento com a SC-112 para Rio Rufino.

Para se efetivar a pesquisa Origem-Destino, levou-se em consideração a observação da atratividade da malha rodoviária da região, que influencia na tendência do escoamento do tráfego proveniente da BR-282 (região Serrana) em direção aos municípios de Urubici, Grão Pará, Tubarão, Laguna, Região Sul do estado de Santa Catarina seja feito através da SC-112 e SC-370, e vice-versa.

Atualmente esse tráfego da BR-282 proveniente do oeste do estado utiliza a SC-110 para acessar o município de Urubici e a BR-101 para acessar a região sul do estado. A implantação e pavimentação da SC-370, trecho Rio Rufino – Urubici servirá como uma nova alternativa de trajeto para estes veículos, principalmente após a implantação e pavimentação completa desta rodovia até o município de Grão Pará, já prevista pelo órgão. Com isso o tempo de viagem para os veículos com origem do oeste catarinense e destino ao sul catarinense e vice-versa diminuirá consideravelmente, desafogando as rodovias federais BR-282 e BR-101, que já possuem grande volume de tráfego.

Constata-se também que grande parte do tráfego Urubici/Rio Rufino e Rio Rufino/Urubici utilizam a SC-110, BR-282 e SC-112 para ligação entre estes dois municípios, uma vez que o caminho mais curto utilizando a SC-370, que é objeto deste estudo, ainda não se encontra pavimentado. Após a implantação e pavimentação, a SC-370, trecho Rio Rufino – Urubici, será o melhor caminho para conexão entre estes dois municípios.

Para tanto o presente estudo de tráfego desviado considerou as seguintes premissas:

- De acordo com a Figura 2.1-1, o tempo de viagem para percorrer através da SC-110, BR-282 e SC-112 o trajeto entre Urubici e Rio Rufino (70,0 km) a uma velocidade média de 70 km/h será de 1h 0min. Esta velocidade foi definida em função das características geométricas das rodovias existentes;
- Utilizando o novo trajeto através da rodovia que será implantada, SC-370 trecho Rio Rufino – Urubici (30,3 km), os veículos a uma velocidade média de 70 km/h levarão um tempo de viagem de 26 min, muito inferior ao trajeto atual;
- O tempo de viagem para percorrer o trajeto Lages – Tubarão utilizando a rodovia BR-282 até o entroncamento com a BR-101 e a própria BR-101 até Tubarão, a uma velocidade média de 80 km/h na primeira e 100 km/h na segunda (supondo conclusão das obras de duplicação) e percorrendo um total de 322,0 km será 3h e 44 min;
- O tempo de viagem para percorrer o trajeto Lages – Tubarão utilizando a rodovia BR-282 até o entroncamento com a SC-112, a própria SC-112, a SC-370 (objeto deste contrato) supondo que na totalidade deste percurso esteja totalmente implantada e pavimentada, a uma velocidade média de 70 km/h e distância total de 210,0 km será 3h 0min;
- Foi considerado nos resultados do tráfego desviado que os veículos pesados como reboques e semirreboques não utilizarão o novo trajeto Lages-Tubarão através da rodovia SC-370 por esta apresentar restrição geométrica a estes veículos no trecho que compreende a Serra do Corvo Branco, entre Urubici e Grão Pará. Os veículos desta categoria somente utilizariam a rodovia SC-370,

trecho Rio Rufino – Urubici, se tivessem como destino estes municípios ou municípios ao redor.

Com base nas premissas citadas anteriormente, supõem-se que uma percentagem de tráfego que hoje utiliza a BR-282 com origem de Rio Rufino ou Oeste do Estado para ter acesso tanto ao município de Urubici como para o sul do estado e vice-versa, passará a utilizar um caminho alternativo através da rodovia SC-370 (trecho Rio Rufino - Urubici). Esta tendência se justifica não só pelo menor tempo de viagem calculado utilizando o novo trajeto, mas também por este apresentar um volume menor de veículos leves e pesados comparado as rodovias federais, o que proporcionará maior segurança de tráfego.



Figura 2.1-13 Alternativas de Percurso

Os resultados da contagem Origem/Destino já com as considerações acima aplicadas encontram-se na Tabela 2.1-1 e Tabela 2.1-2 a seguir.

Tabela 2.1-1 Matriz Origem/Destino de Veículos Leves para a Rodovia BR-282

MATRIZ ORIGEM/DESTINO VEÍCULOS LEVES														
Origem e Destino	1. Rio Rufino	2. Urubici	3. Urupema	4. Painei	5. Lages	6. Florianópolis	7. Oeste Catarinense	8. SC-350 (Alfredo Wagner)	9. BR-101 Sentido Norte do Estado	10. BR-101 Sentido Sul do Estado	11. BR-116 (Rio Grande do Sul)	12. BR-116 (Santa Catarina)	Total	%
1. Rio Rufino	-	1	-	-	2	-	-	4	-	-	-	-	7	3,0%
2. Urubici	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	2	0,9%
3. Urupema	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	3	1,3%
4. Painei	-	-	-	-	-	2	-	-	1	-	-	-	3	1,3%
5. Lages	-	11	-	-	-	25	-	5	7	2	-	-	50	21,7%
6. Florianópolis	-	-	2	-	19	-	11	-	-	-	12	5	49	21,3%
7. Oeste Catarinense	1	-	1	-	-	10	-	1	2	-	-	-	15	6,5%
8. SC-350 (Alfredo Wagner)	-	-	-	-	6	-	1	-	-	-	2	-	9	3,9%
9. BR-101 Sentido Norte do Estado	-	-	-	-	14	1	-	-	-	-	22	-	37	16,1%
10. BR-101 Sentido Sul do Estado	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	1	-	3	1,3%
11. BR-116 (Rio Grande do Sul)	-	-	-	-	-	21	-	-	24	-	-	-	45	19,6%
12. BR-116 (Santa Catarina)	-	1	1	-	-	2	-	1	1	1	-	-	7	3,0%
Total	1	13	4	0	44	64	12	11	35	3	38	5	230	100%

Veículos leves que trafegam na rodovia BR-282 trecho Lages - Entr. SC-110(p/ Urubici), e utilizarão a SC-370 trecho Rio Rufino - Urubici após a implantação e pavimentação - 8,70%

Tabela 2.1-2 Matriz Origem/Destino de Veículos Pesados para a Rodovia BR-282

Origem e Destino	MATRIZ ORIGEM/DESTINO VEÍCULOS LEVES												Total	%
	1. Rio Rufino	2. Urubici	3. Urupema	4. Painel	5. Lages	6. Florianópolis	7. Oeste Catarinense	8. SC-350 (Alfredo Wagner)	9. BR-101 Sentido Norte do Estado	10. BR-101 Sentido Sul do Estado	11. BR-116 (Rio Grande do Sul)	12. BR-116 (Santa Catarina)		
1. Rio Rufino	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.3%
2. Urubici	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1.3%
3. Urupema	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0%
4. Painel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0%
5. Lages	-	2	-	-	-	3	-	5	4	2	-	2	18	22.8%
6. Florianópolis	-	-	1	-	12	-	7	-	-	-	2	1	23	29.1%
7. Oeste Catarinense	-	-	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	3	3.8%
8. SC-350 (Alfredo Wagner)	2	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	2	9	11.4%
9. BR-101 Sentido Norte do Estado	1	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	4	5.1%
10. BR-101 Sentido Sul do Estado	-	-	-	-	5	-	4	-	-	-	-	2	11	13.9%
11. BR-116 (Rio Grande do Sul)	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2	2.5%
12. BR-116 (Santa Catarina)	-	2	-	-	-	4	-	1	-	-	-	-	7	8.9%
Total	3	5	1	0	25	11	11	7	4	2	2	8	79	100%

Caminhões Simples/Duplos e Coletivos que trafegam na rodovia BR-282 trecho Lages - Entr. SC-110(p/ Urubici), e utilizarão a SC-370 trecho Rio Rufino - Urubici, supondo a pavimentação da SC-370 trecho Urubici - Grão Pará - 22,78%*.

* Para Caminhões Reboques e Semi-reboques, foi desconsiderado o desvio de tráfego com origem/destino a BR-101 Sentido do Sul do Estado em função da futura implantação e pavimentação da SC-370 trecho Urubici - Grão Pará ser restritiva geometricamente para estes tipos de veículos - 6,33%.

Considerando as premissas citadas anteriormente e analisando as tabelas de resultado da pesquisa Origem/Destino apresentadas, observa-se que 20 dos 230 automóveis e utilitários entrevistados e que trafegavam na BR-282 passariam a utilizar a rodovia SC-370 (Rio Rufino – Urubici) para realizar o trajeto atual, isto é, 8,70% do tráfego desta categoria de veículos. Com relação aos caminhões simples e duplos, verificou-se que 18 dos 79, isto é, 22,78% do tráfego desta categoria passariam a utilizar a SC-370. Para os caminhões pesados como reboques e semirreboques e em virtude das restrições geométricas no trecho da Serra do Corvo Branco verificou-se 5 dos 79, isto é, 6,33% utilizariam a SC-370 para realizar o trajeto atual.

Estes percentuais foram aplicados sobre o TMDA da BR-282 obtido através do Estudo de Tráfego realizado para o Projeto Executivo de Engenharia para as Obras de Restauração da Rodovia BR-282/SC – CREMA 2ª Etapa, Lote 01 elaborado pela Engevix para o DNIT em Agosto de 2010.

A Tabela 2.1-3 mostra o tráfego desviado total da rodovia BR-282, após a aplicação da percentagem, que utilizará a rodovia SC-370 supondo o ano de abertura de 2016.

Tabela 2.1-3 Tráfego Desviado da BR-282 para a SC-370 no ano de abertura (2016)

Tráfego Desviado da BR-282 para a SC-370 no ano de abertura (2016)												
Ano	Carros de Passeio e Camionetas		Coletivos		Caminhões Simples e Duplos			Semirreboques e Reboques			Motos	
	Desvio	TDMA	Desvio	TDMA	Desvio	TDMA		Desvio	TDMA		Desvio	TDMA
						CS	CD		SR	R		
2016	8,70%	307	0,00%	0	22,78%	57	174	6,33%	25	6	8,70%	16

CS – Caminhões simples CD – Caminhões Duplos SR – Semi Reboques

R – Reboques

TDMA – Tráfego Médio Diário Anual

2.1.6 Tráfego Gerado

É formado por viagens que não estavam na rede e que só surgirão em função da realização do projeto e em virtude de melhorias do trajeto. Deste modo, explica-se que uma estrada, por si só, não gera tráfego, mas observa-se que, a partir do ano de início de operação de uma rodovia, ocorre um salto no aumento de tráfego que não pode ser atribuído apenas ao crescimento normal e ao tráfego desviado.

Para a definição deste tráfego utilizou-se um método usualmente adotado em Santa Catarina, definido a partir da Avaliação Ex-Post do Programa BID-I. O tráfego Gerado apresentado a seguir refere-se ao ano de abertura do trecho em estudo (os tráfegos normal e desviado foram considerados para efeito de cálculo, no ano de abertura 2016).

Formulação:

$$TG(v) = E(v) \cdot (T^n(v) \cdot VT^n(v) + T^d(v) \cdot VT^d(v))$$

Onde:

- TG(v) = Tráfego gerado referente ao veículo (v);
- E(v) = Elasticidade (%) do tráfego em relação ao tempo de viagem, para o veículo (v) (de acordo com a avaliação ex-post BID-I);
- Tn(v), Td(v) = Respectivamente, tráfego normal e desviado dos veículos tipo (v), entre os pontos inicial e final considerados – a obtenção do tráfego normal será apresentada adiante;
- VTn(v), VTd(v) = variação percentual do tempo de viagem proporcionada pela melhoria do trecho, para tráfegos normal (n) e desviado (d).

$$VT(v) = \frac{TCP(v) - TSP(v)}{TSP(v)}$$

- TCP(v) = Tempo de viagem de veículo (v), na condição do trecho com projeto;
- TSP(v) = Tempo de viagem do veículo (v), na condição sem projeto.

Para a determinação das variáveis TCP(v) e TSP(v), ou seja, tempos de viagem nas condições com e sem projeto, utilizou-se a tabela a seguir. Esta tabela foi montada com auxílio do Manual de Custo Operacional dos Veículos (DNER), que apresenta velocidades médias de percurso em rodovias pavimentadas, de revestimento primário e de terra com trafegabilidade fácil, média ou difícil, sendo a classificação da trafegabilidade adotada segundo as características de relevo e geometria da rodovia.

As velocidades apresentadas na Tabela 2.1-4, que servem para o cálculo dos tempos de viagem, foram escolhidas de acordo com o tipo de revestimento atual do trecho e com o julgamento das condições de trafegabilidade do trecho em estudo.

Tabela 2.1-4 Velocidades Médias dos Veículos e Extensão do trecho com e sem projeto

Veículos	Velocidade s/ projeto (Km/h)	Velocidade c/ projeto (Km/h)
Automóveis/C. Leves	40,0	70,0
Ônibus	35,0	60,0
Caminhão Simples	30,0	60,0
Caminhão Duplo	30,0	60,0
Reboque e Semi-Reboque	30,0	60,0
Outros	40,0	70,0
Extensão Atual (Km)	30,3	
Extensão Projetada (Km)	30,3	

Fonte: Manual de Custo Operacional dos Veículos - DNER

As extensões projetadas apresentadas referem-se a uma estimativa de projeto geométrico nesta fase.

A seguir apresenta-se a memória de cálculo (Tabela 2.1-5) e o resumo do tráfego Gerado (Tabela 2.1-6) para o trecho em questão no ano de abertura, 2016.

Tabela 2.1-5 Memória de Cálculo do Tráfego Gerado - Ano de Abertura (2016)

Veículo	E(v)	T ⁿ (v)	TCP ⁿ (v)	TSP ⁿ (v)	VT ⁿ (v)	T ^d (v)	TCP ^d (v)	TSP ^d (v)	VT ^d (v)	TG(v)
Automóveis/C. Leves	-0,888	574	0,4314	0,7550	-0,4286	307	0,4314	0,7550	-0,4286	335
Coletivos	-0,329	11	0,5033	0,8629	-0,4167	0	0,5033	0,8629	-0,4167	1
Caminhões Simples	-0,600	65	0,5033	1,0067	-0,5000	57	0,5033	1,0067	-0,5000	36
Caminhões Duplo	-0,600	29	0,5033	1,0067	-0,5000	174	0,5033	1,0067	-0,5000	61
Semi-Reboque	-0,600	4	0,5033	1,0067	-0,5000	25	0,5033	1,0067	-0,5000	9
Reboque	-0,600	0	0,5033	1,0067	-0,5000	6	0,5033	1,0067	-0,5000	2
Motos	-0,888	241	0,4314	0,7550	-0,4286	16	0,4314	0,7550	-0,4286	98

Tabela 2.1-6 Tráfego Gerado no Ano de Abertura (2016)

Ano	Carros Passeio/ Camioneta	Coletivos	Caminhões Simples	Caminhões Duplos	Caminhões Semirreboques	Caminhões Reboques	Motos
2016	335	1	36	61	9	2	98

2.1.7 Processamento dos Dados e Cálculo do Tráfego Média Diária Anual (TDMA)

Depois de coletados, os dados dos postos foram devidamente digitalizados. Os resumos dos dados de contagem volumétrica estão apresentados na Tabela 2.1-7 a Tabela 2.1-16.

Tabela 2.1-7 Resumo dos dados de contagem volumétrica do Posto P24

Dia da Semana e Duração da Contagem	Movimento	Carros de passeio/ Camionetas	Coletivos	Caminhões Simples	Caminhões Duplos	Caminhões Semi-Reboques	Caminhões Reboques	Moto	TOTAL
Segunda-feira 28/01/2013 13 horas	1 RIO RUFINO - URUBICI	282	6	29	9	3	0	110	439
	2 URUBICI - RIO RUFINO	281	5	36	12	2	0	117	453
Terça-feira 29/01/2013 24 horas	1 RIO RUFINO - URUBICI	291	5	24	10	0	0	127	457
	2 URUBICI - RIO RUFINO	281	5	27	12	0	0	131	456
Quarta-feira 30/01/2013 13 horas	1 RIO RUFINO - URUBICI	251	5	28	17	2	0	109	412
	2 URUBICI - RIO RUFINO	247	5	29	16	2	0	95	394

Tabela 2.1-8 Resumo dos dados de contagem volumétrica do Posto P1

Dia da Semana e Duração da Contagem	Movimento	Carros de passeio/ Camionetas	Coletivos	Caminhões Simples	Caminhões Duplos	Caminhões Semi-Reboques	Caminhões Reboques	Moto	TOTAL
Quarta-feira 27/03/2013 13 horas	2 URUBICI - RIO RUFINO	81	13	13	3	0	0	39	149
	3 URUBICI - CERRO BAIO	16	1	3	0	0	0	10	30
	4 CERRO BAIO - URUBICI	18	1	3	1	0	0	9	32
	6 CERRO BAIO - RIO RUFINO	67	4	5	4	0	0	34	114
	7 RIO RUFINO - CERRO BAIO	62	4	5	10	0	0	33	114
	8 RIO RUFINO - URUBICI	190	24	36	8	0	0	96	354
	TOTAL	434	47	65	26	0	0	221	793

Tabela 2.1-9 Resumo dos dados de contagem volumétrica do Posto P2

Dia da Semana e Duração da Contagem	Movimento	Carros de passeio/ Camionetas	Coletivos	Caminhões Simples	Caminhões Duplos	Caminhões Semi-Reboques	Caminhões Reboques	Moto	TOTAL
Quarta-feira 27/03/2013 13 horas	2 URUBICI - RIO RUFINO	56	5	11	2	0	0	29	103
	3 URUBICI - ESPIRITO SANTO	9	0	0	0	0	0	8	17
	4 ESPIRITO SANTO - URUBICI	12	0	0	0	0	0	7	19
	6 ESPIRITO SANTO - RIO RUFINO	27	6	5	2	0	0	22	62
	7 RIO RUFINO - ESPIRITO SANTO	31	6	3	2	0	0	24	66
	8 RIO RUFINO - URUBICI	131	13	34	7	0	0	68	253
	TOTAL	266	30	53	13	0	0	158	520

Tabela 2.1-10 Resumo dos dados de contagem volumétrica do Posto P3

Dia da Semana e Duração da Contagem	Movimento	Carros de passeio/ Camionetas	Coletivos	Caminhões Simples	Caminhões Duplos	Caminhões Semi-Reboques	Caminhões Reboques	Moto	TOTAL
Terça-feira 26/03/2013 13 horas	2 RIO RUFINO - URUBICI	58	8	8	1	0	0	23	98
	3 RIO RUFINO - CACHOEIRA DO RIO TIGRE	5	0	0	0	0	0	7	12
	4 CACHOEIRA DO RIO TIGRE - RIO RUFINO	8	0	0	0	0	0	8	16
	6 CACHOEIRA DO RIO TIGRE - URUBICI	1	0	0	0	0	0	1	2
	7 URUBICI - CACHOEIRA DO RIO TIGRE	2	0	0	0	0	0	1	3
	8 URUBICI - RIO RUFINO	121	17	12	4	0	0	57	211
	TOTAL	195	25	20	5	0	0	97	342

Tabela 2.1-11 Resumo dos dados de contagem volumétrica do Posto P4

Dia da Semana e Duração da Contagem	Movimento	Carros de passeio/ Camionetas	Coletivos	Caminhões Simples	Caminhões Duplos	Caminhões Semi-Reboques	Caminhões Reboques	Moto	TOTAL
Terça-feira 26/03/2013 13 horas	2 RIO RUFINO - URUBICI	48	6	9	1	0	0	18	82
	3 RIO RUFINO - LAGOA PRETA	15	2	1	1	0	0	16	35
	4 LAGOA PRETA - RIO RUFINO	9	0	2	0	0	0	18	29
	6 LAGOA PRETA - URUBICI	10	0	1	0	0	0	2	13
	7 URUBICI - LAGOA PRETA	7	1	3	0	0	0	3	14
	8 URUBICI - RIO RUFINO	129	18	17	2	0	0	42	208
	TOTAL	218	27	33	4	0	0	99	381

Tabela 2.1-12 Resumo dos dados de contagem volumétrica do Posto P5

Dia da Semana e Duração da Contagem	Movimento	Carros de passeio/ Camionetas	Coletivos	Caminhões Simples	Caminhões Duplos	Caminhões Semi-Reboques	Caminhões Reboques	Moto	TOTAL
Quinta-feira 21/03/2013 13 horas	2 URUBICI - RIO RUFINO	43	3	7	1	0	0	14	68
	3 URUBICI - BOCAINA DO SUL	7	1	3	1	0	0	10	22
	4 BOCAINA DO SUL - URUBICI	8	0	3	0	0	0	11	22
	6 BOCAINA DO SUL - RIO RUFINO	7	1	0	0	0	0	9	17
	7 RIO RUFINO - BOCAINA DO SUL	7	0	3	0	0	0	8	18
	8 RIO RUFINO - URUBICI	102	8	12	9	0	0	34	165
	TOTAL	174	13	28	11	0	0	86	312

Tabela 2.1-13 Resumo dos dados de contagem volumétrica do Posto P6

Dia da Semana e Duração da Contagem	Movimento	Carros de passeio/ Camionetas	Coletivos	Caminhões Simples	Caminhões Duplos	Caminhões Semi-Reboques	Caminhões Reboques	Moto	TOTAL
Quinta-feira 21/03/2013 13 horas	2 RIO RUFINO - URUBICI	40	3	9	1	0	0	12	65
	3 RIO RUFINO - GARGANTILHA	16	1	0	1	0	0	6	24
	4 GARGANTILHA - RIO RUFINO	18	1	0	2	0	0	5	26
	6 GARGANTILHA - URUBICI	18	1	2	1	0	0	6	28
	7 URUBICI - GARGANTILHA	19	0	1	1	0	0	4	25
	8 URUBICI - RIO RUFINO	82	7	16	3	0	0	37	145
	TOTAL	193	13	28	9	0	0	70	313

Tabela 2.1-14 Resumo dos dados de contagem volumétrica do Posto P7

Dia da Semana e Duração da Contagem	Movimento	Carros de passeio/ Caminonetas	Coletivos	Caminhões Simples	Caminhões Duplos	Caminhões Semi-Reboques	Caminhões Reboques	Moto	TOTAL
Quarta-feira 20/03/2013 13 horas	2 URUBICI - RIO RUFINO	46	5	4	0	0	0	6	61
	3 URUBICI - ESP. SANTO E LIBERDADE	18	1	2	0	0	0	22	43
	4 ESP. SANTO E LIBERDADE - URUBICI	24	3	1	0	0	0	9	37
	6 ESP. SANTO E LIBERDADE - RIO RUFINO	7	0	1	0	0	0	8	16
	7 RIO RUFINO - ESP. SANTO E LIBERDADE	9	2	2	0	0	0	17	30
	8 RIO RUFINO - URUBICI	94	10	10	5	0	0	20	139
	TOTAL	198	21	20	5	0	0	82	326

Tabela 2.1-15 Resumo dos dados de contagem volumétrica do Posto P8

Dia da Semana e Duração da Contagem	Movimento	Carros de passeio/ Caminonetas	Coletivos	Caminhões Simples	Caminhões Duplos	Caminhões Semi-Reboques	Caminhões Reboques	Moto	TOTAL
Terça-feira 19/03/2013 13 horas	2 RIO RUFINO - URUBICI	64	5	16	1	0	0	22	108
	3 RIO RUFINO - VACARIANO	4	2	2	0	0	0	7	15
	4 VACARIANO - RIO RUFINO	3	3	1	0	0	0	5	12
	6 VACARIANO - URUBICI	14	1	3	1	0	0	6	25
	7 URUBICI - VACARIANO	13	2	2	0	0	0	2	19
	8 URUBICI - RIO RUFINO	185	11	40	6	2	0	42	286
	TOTAL	283	24	64	8	2	0	84	465

Tabela 2.1-16 Resumo dos dados de contagem volumétrica do Posto P9

Dia da Semana e Duração da Contagem	Movimento	Carros de passeio/ Caminonetas	Coletivos	Caminhões Simples	Caminhões Duplos	Caminhões Semi-Reboques	Caminhões Reboques	Moto	TOTAL
Terça-feira 19/03/2013 13 horas	2 RIO RUFINO - URUBICI	110	5	17	3	1	0	24	160
	3 RIO RUFINO - SÃO FRANCISCO	5	1	1	0	0	0	3	10
	4 SÃO FRANCISCO - RIO RUFINO	8	1	1	0	0	0	1	11
	6 SÃO FRANCISCO - URUBICI	52	0	1	2	0	0	28	83
	7 URUBICI - SÃO FRANCISCO	37	0	5	2	0	0	20	64
	8 URUBICI - RIO RUFINO	250	11	32	7	8	0	50	358
	TOTAL	462	18	57	14	9	0	126	686

2.1.7.1 Determinação e Aplicação do Fator de Expansão Horária

O fator de expansão horária (F_H) para os postos de contagem de 13 horas em estudo foram calculados a partir da contagem de 24 horas realizada no posto P24. O F_H é calculado para cada tipo de veículo como segue:

$$F_H = \frac{VT_{24hs}}{VT_{13hs}}$$

Onde:

- F_H = Fator de Expansão Horária;
- VT_{24hs} = Volume de tráfego em 24 hs;
- VT_{13hs} = Volume de tráfego em 13 hs.

Obteve-se assim um valor de F_H de **1,19**.

As contagens são então corrigidas da seguinte forma:

$$VT_{24hs} = VT_{13hs} \times F_H$$

Na Tabela 2.1-17 a Tabela 2.1-26 a seguir estão os dados corrigidos das contagens de 13 horas para 24 horas.

Tabela 2.1-17 Posto P24 corrigido pelo F_H

Dia da Semana e Duração da Contagem	Movimento	Carros de passeio/ Caminonetas	Coletivos	Caminhões Simples	Caminhões Duplos	Caminhões Semi-Reboques	Caminhões Reboques	Moto	TOTAL
Segunda-feira 28/01/2013 24 horas	1 RIO RUFINO - URUBICI	335	7	34	11	4	0	131	521
	2 URUBICI - RIO RUFINO	334	6	43	14	2	0	139	538
Quarta-feira 30/01/2013 24 horas	1 RIO RUFINO - URUBICI	298	6	33	20	2	0	129	489
	2 URUBICI - RIO RUFINO	293	6	34	19	2	0	113	468

Tabela 2.1-18 Posto P1 corrigido pelo F_H

Dia da Semana e Duração da Contagem	Movimento	Carros de passeio/ Caminonetas	Coletivos	Caminhões Simples	Caminhões Duplos	Caminhões Semi-Reboques	Caminhões Reboques	Moto	TOTAL
Quarta-feira 27/03/2013 24 horas	2 URUBICI - RIO RUFINO	96	15	15	4	0	0	46	177
	3 URUBICI - CERRO BAIO	19	1	4	0	0	0	12	36
	4 CERRO BAIO - URUBICI	21	1	4	1	0	0	11	38
	6 CERRO BAIO - RIO RUFINO	80	5	6	5	0	0	40	135
	7 RIO RUFINO - CERRO BAIO	74	5	6	12	0	0	39	135
	8 RIO RUFINO - URUBICI	226	28	43	9	0	0	114	420
	TOTAL	515	56	77	31	0	0	262	941

Tabela 2.1-19 Posto P2 corrigido pelo F_H

Dia da Semana e Duração da Contagem	Movimento	Carros de passeio/ Caminonetas	Coletivos	Caminhões Simples	Caminhões Duplos	Caminhões Semi-Reboques	Caminhões Reboques	Moto	TOTAL
Quarta-feira 27/03/2013 24 horas	2 URUBICI - RIO RUFINO	66	6	13	2	0	0	34	122
	3 URUBICI - ESPIRITO SANTO	11	0	0	0	0	0	9	20
	4 ESPIRITO SANTO - URUBICI	14	0	0	0	0	0	8	23
	6 ESPIRITO SANTO - RIO RUFINO	32	7	6	2	0	0	26	74
	7 RIO RUFINO - ESPIRITO SANTO	37	7	4	2	0	0	28	78
	8 RIO RUFINO - URUBICI	156	15	40	8	0	0	81	300
	TOTAL	316	36	63	15	0	0	188	617

Tabela 2.1-20 Posto P3 corrigido pelo F_H

Dia da Semana e Duração da Contagem	Movimento	Carros de passeio/ Caminonetas	Coletivos	Caminhões Simples	Caminhões Duplos	Caminhões Semi-Reboques	Caminhões Reboques	Moto	TOTAL
Terça-feira 26/03/2013 24 horas	2 RIO RUFINO - URUBICI	69	9	9	1	0	0	27	116
	3 RIO RUFINO - CACHOEIRA DO RIO TIGRE	6	0	0	0	0	0	8	14
	4 CACHOEIRA DO RIO TIGRE - RIO RUFINO	9	0	0	0	0	0	9	19
	6 CACHOEIRA DO RIO TIGRE - URUBICI	1	0	0	0	0	0	1	2
	7 URUBICI - CACHOEIRA DO RIO TIGRE	2	0	0	0	0	0	1	4
	8 URUBICI - RIO RUFINO	144	20	14	5	0	0	68	251
	TOTAL	232	30	24	6	0	0	115	406

Tabela 2.1-21 Posto P4 corrigido pelo F_H

Dia da Semana e Duração da Contagem	Movimento	Carros de passeio/ Caminonetas	Coletivos	Caminhões Simples	Caminhões Duplos	Caminhões Semi-Reboques	Caminhões Reboques	Moto	TOTAL
Terça-feira 26/03/2013 24 horas	2 RIO RUFINO - URUBICI	57	7	11	1	0	0	21	97
	3 RIO RUFINO - LAGOA PRETA	18	2	1	1	0	0	19	42
	4 LAGOA PRETA - RIO RUFINO	11	0	2	0	0	0	21	34
	6 LAGOA PRETA - URUBICI	12	0	1	0	0	0	2	15
	7 URUBICI - LAGOA PRETA	8	1	4	0	0	0	4	17
	8 URUBICI - RIO RUFINO	153	21	20	2	0	0	50	247
	TOTAL	259	32	39	5	0	0	118	452

Tabela 2.1-22 Posto P5 corrigido pelo F_H

Dia da Semana e Duração da Contagem	Movimento	Carros de passeio/ Caminonetas	Coletivos	Caminhões Simples	Caminhões Duplos	Caminhões Semi-Reboques	Caminhões Reboques	Moto	TOTAL
Quinta-feira 21/03/2013 24 horas	2 URUBICI - RIO RUFINO	51	4	8	1	0	0	17	81
	3 URUBICI - BOCAINA DO SUL	8	1	4	1	0	0	12	26
	4 BOCAINA DO SUL - URUBICI	9	0	4	0	0	0	13	26
	6 BOCAINA DO SUL - RIO RUFINO	8	1	0	0	0	0	11	20
	7 RIO RUFINO - BOCAINA DO SUL	8	0	4	0	0	0	9	21
	8 RIO RUFINO - URUBICI	121	9	14	11	0	0	40	196
	TOTAL	207	15	33	13	0	0	102	370

Tabela 2.1-23 Posto P6 corrigido pelo F_H

Dia da Semana e Duração da Contagem	Movimento	Carros de passeio/ Caminonetas	Coletivos	Caminhões Simples	Caminhões Duplos	Caminhões Semi-Reboques	Caminhões Reboques	Moto	TOTAL
Quinta-feira 21/03/2013 24 horas	2 RIO RUFINO - URUBICI	47	4	11	1	0	0	14	77
	3 RIO RUFINO - GARGANTILHA	19	1	0	1	0	0	7	28
	4 GARGANTILHA - RIO RUFINO	21	1	0	2	0	0	6	31
	6 GARGANTILHA - URUBICI	21	1	2	1	0	0	7	33
	7 URUBICI - GARGANTILHA	23	0	1	1	0	0	5	30
	8 URUBICI - RIO RUFINO	97	8	19	4	0	0	44	172
	TOTAL	229	15	33	11	0	0	83	372

Tabela 2.1-24 Posto P7 corrigido pelo F_H

Dia da Semana e Duração da Contagem	Movimento	Carros de passeio/ Caminonetas	Coletivos	Caminhões Simples	Caminhões Duplos	Caminhões Semi-Reboques	Caminhões Reboques	Moto	TOTAL
Quarta-feira 20/03/2013 24 horas	2 URUBICI - RIO RUFINO	55	6	5	0	0	0	7	72
	3 URUBICI - ESP. SANTO E LIBERDADE	21	1	2	0	0	0	26	51
	4 ESP. SANTO E LIBERDADE - URUBICI	28	4	1	0	0	0	11	44
	6 ESP. SANTO E LIBERDADE - RIO RUFINO	8	0	1	0	0	0	9	19
	7 RIO RUFINO - ESP. SANTO E LIBERDADE	11	2	2	0	0	0	20	36
	8 RIO RUFINO - URUBICI	112	12	12	6	0	0	24	165
	TOTAL	235	25	24	6	0	0	97	387

Tabela 2.1-25 Posto P8 corrigido pelo F_H

Dia da Semana e Duração da Contagem	Movimento	Carros de passeio/ Caminonetas	Coletivos	Caminhões Simples	Caminhões Duplos	Caminhões Semi-Reboques	Caminhões Reboques	Moto	TOTAL
Terça-feira 19/03/2013 24 horas	2 RIO RUFINO - URUBICI	76	6	19	1	0	0	26	128
	3 RIO RUFINO - VACARIANO	5	2	2	0	0	0	8	18
	4 VACARIANO - RIO RUFINO	4	4	1	0	0	0	6	14
	6 VACARIANO - URUBICI	17	1	4	1	0	0	7	30
	7 URUBICI - VACARIANO	15	2	2	0	0	0	2	23
	8 URUBICI - RIO RUFINO	220	13	47	7	2	0	50	340
	TOTAL	336	28	76	9	2	0	100	552

Tabela 2.1-26 Posto P9 corrigido pelo F_H

Dia da Semana e Duração da Contagem	Movimento	Carros de passeio/ Caminonetas	Coletivos	Caminhões Simples	Caminhões Duplos	Caminhões Semi-Reboques	Caminhões Reboques	Moto	TOTAL
Terça-feira 19/03/2013 24 horas	2 RIO RUFINO - URUBICI	131	6	20	4	1	0	28	190
	3 RIO RUFINO - SÃO FRANCISCO	6	1	1	0	0	0	4	12
	4 SÃO FRANCISCO - RIO RUFINO	9	1	1	0	0	0	1	13
	6 SÃO FRANCISCO - URUBICI	62	0	1	2	0	0	33	99
	7 URUBICI - SÃO FRANCISCO	44	0	6	2	0	0	24	76
	8 URUBICI - RIO RUFINO	297	13	38	8	9	0	59	425
	TOTAL	549	21	68	17	11	0	150	814

2.1.7.2 Determinação dos Fatores de Correção Diária e Mensal (Sazonalidade)

Para determinação dos Fatores de Correção Diária (F_D), foram obtidos dados de séries históricas de contagens realizadas no posto E37001 do DEINFRA. Os dados selecionados são do ano de 2011, onde foram efetuadas contagens de tráfego em abril, mês que possui maior quantidade de dados e mais se aproxima do período de contagens realizadas para este estudo. O cálculo é feito da seguinte forma:

$$F_D = \frac{VT_s}{VT_d}$$

Onde:

- F_D = Fator de Correção Diária;
- V_d = Volume médio de tráfego da semana;
- V_s = Volume de tráfego de um determinado dia da semana.

Os resultados estão apresentados na Tabela 2.1-27.

Tabela 2.1-27 Fator de Correção Diário

Abril de 2011 - Posto E37001		
Dia da Semana	VMD	F_D
Domingo	637	0,96
Segunda	756	1,13
Terça	682	1,02
Quarta	606	0,91
Quinta	729	1,09
Sexta	692	1,04
Sábado	565	0,85
Média	667	

Para a definição do fator de Correção Mensal (F_M), utilizou-se o “Método dos Fatores de Curvas Anuais”, adotado pelo DER/SC, de autoria do Prof. Dr. Amir Mattar Valente, que se baseia no princípio de que dois trechos de rodovias que possuem Fatores de Curva Anual aproximadamente iguais podem ser considerados iguais em termos de sazonalidade.

Baseado na publicação do referido autor, o Fator de Curva Anual (FCA) para o trecho da SC-370 em estudo é igual a 1,116. O trecho selecionado que possui as informações disponíveis necessárias para o cálculo dos fatores de correção mensal foi o trecho Blumenau – Rio do Sul que possui um Fator de Curva Anual igual a 1,129, bem próximo ao de 1,116 do trecho em estudo.

A Tabela 2.1-28 apresenta os dados do DNIT para o referido trecho da BR-470. Portanto, sendo o Fator de Correção Mensal equivalente ao quociente do Tráfego Mensal pelo Tráfego Anual, encontramos um F_M de **1,13**.

Tabela 2.1-28 Dados de Tráfego da BR-470

RODOVIA	COORDENAÇÃO	PNV	ANO	VMD ANUAL	VMD MENSAL	MÊS	KM
470	16	470BSC0090	2001	11991	13535	JANEIRO	54

2.1.7.3 Processamento dos Dados e Definição dos Resultados

O processamento dos dados coletados pelas contagens consistiu, fundamentalmente, na correção dos valores de contagem para a obtenção do Tráfego Médio Diário Anual (TMDA) do trecho e na determinação da composição da frota que irá utilizar o trecho em projeto.

Calculado os Fatores de Correção Diária (F_D) e o Fator de Correção Mensal (F_M), corrigiu-se então o volume de tráfego para cada dia de contagem previamente corrigido para 24 horas por ambos os fatores.

$$TMDa = \frac{VT_{24hs}}{V_D \times V_M}$$

Da Tabela 2.1-29 a Tabela 2.1-38 estão apresentados os valores corrigidos através do F_D e F_M . Os dados do Posto P24 foram obtidos através da média dos valores da contagem de 24 horas com os valores das contagens de 13 horas expandidos pelo F_H .

Tabela 2.1-29 Média dos Dados das contagens do Posto P24 corrigidos pelo F_D e F_M

Dia da Semana e Duração da Contagem	Movimento	Carros de passeio/ Camionetas	Coletivos	Caminhões Simples	Caminhões Duplos	Caminhões Semi-Reboques	Caminhões Reboques	Moto	TOTAL
Média dos dias 28/01/2013, 29/01/2013 e 30/01/2013	1 RIO RUFINO - URUBICI	268	5	27	12	2	0	113	427
	2 URUBICI - RIO RUFINO	263	5	30	13	1	0	111	424
	TOTAL	531	10	57	26	3	0	223	850

Tabela 2.1-30 Dados das contagens do Posto P1 corrigidos pelo F_D e F_M

Dia da Semana e Duração da Contagem	Movimento	Carros de passeio/ Camionetas	Coletivos	Caminhões Simples	Caminhões Duplos	Caminhões Semi-Reboques	Caminhões Reboques	Moto	TOTAL
Quarta-feira 27/03/2013 24 horas	2 URUBICI - RIO RUFINO	94	15	15	3	0	0	45	172
	3 URUBICI - CERRO BAIO	19	1	3	0	0	0	12	35
	4 CERRO BAIO - URUBICI	21	1	3	1	0	0	10	37
	6 CERRO BAIO - RIO RUFINO	78	5	6	5	0	0	39	132
	7 RIO RUFINO - CERRO BAIO	72	5	6	12	0	0	38	132
	8 RIO RUFINO - URUBICI	220	28	42	9	0	0	111	410
	TOTAL	502	54	75	30	0	0	256	918

Tabela 2.1-31 Dados das contagens do Posto P2 corrigidos pelo F_D e F_M

Dia da Semana e Duração da Contagem	Movimento	Carros de passeio/ Camionetas	Coletivos	Caminhões Simples	Caminhões Duplos	Caminhões Semi-Reboques	Caminhões Reboques	Moto	TOTAL
Quarta-feira 27/03/2013 24 horas	2 URUBICI - RIO RUFINO	65	6	13	2	0	0	34	119
	3 URUBICI - ESPIRITO SANTO	10	0	0	0	0	0	9	20
	4 ESPIRITO SANTO - URUBICI	14	0	0	0	0	0	8	22
	6 ESPIRITO SANTO - RIO RUFINO	31	7	6	2	0	0	25	72
	7 RIO RUFINO - ESPIRITO SANTO	36	7	3	2	0	0	28	76
	8 RIO RUFINO - URUBICI	152	15	39	8	0	0	79	293
	TOTAL	308	35	61	15	0	0	183	602

Tabela 2.1-32 Dados das contagens do Posto P3 corrigidos pelo FD e FM

Dia da Semana e Duração da Contagem	Movimento	Carros de passeio/ Caminonetas	Coletivos	Caminhões Simples	Caminhões Duplos	Caminhões Semi-Reboques	Caminhões Reboques	Moto	TOTAL
Terça-feira 26/03/2013 24 horas	2 RIO RUFINO - URUBICI	60	8	8	1	0	0	24	101
	3 RIO RUFINO - CACHOEIRA DO RIO TIGRE	5	0	0	0	0	0	7	12
	4 CACHOEIRA DO RIO TIGRE - RIO RUFINO	8	0	0	0	0	0	8	16
	6 CACHOEIRA DO RIO TIGRE - URUBICI	1	0	0	0	0	0	1	2
	7 URUBICI - CACHOEIRA DO RIO TIGRE	2	0	0	0	0	0	1	3
	8 URUBICI - RIO RUFINO	124	17	12	4	0	0	59	217
	TOTAL	201	26	21	5	0	0	100	352

Tabela 2.1-33 Dados das contagens do Posto P4 corrigidos pelo FD e FM

Dia da Semana e Duração da Contagem	Movimento	Carros de passeio/ Caminonetas	Coletivos	Caminhões Simples	Caminhões Duplos	Caminhões Semi-Reboques	Caminhões Reboques	Moto	TOTAL
Terça-feira 26/03/2013 24 horas	2 RIO RUFINO - URUBICI	49	6	9	1	0	0	19	84
	3 RIO RUFINO - LAGOA PRETA	15	2	1	1	0	0	16	36
	4 LAGOA PRETA - RIO RUFINO	9	0	2	0	0	0	19	30
	6 LAGOA PRETA - URUBICI	10	0	1	0	0	0	2	13
	7 URUBICI - LAGOA PRETA	7	1	3	0	0	0	3	14
	8 URUBICI - RIO RUFINO	133	19	17	2	0	0	43	214
	TOTAL	224	28	34	4	0	0	102	392

Tabela 2.1-34 Dados das contagens do Posto P5 corrigidos pelo FD e FM

Dia da Semana e Duração da Contagem	Movimento	Carros de passeio/ Caminonetas	Coletivos	Caminhões Simples	Caminhões Duplos	Caminhões Semi-Reboques	Caminhões Reboques	Moto	TOTAL
Quinta-feira 21/03/2013 24 horas	2 URUBICI - RIO RUFINO	41	3	7	1	0	0	13	65
	3 URUBICI - BOCAINA DO SUL	7	1	3	1	0	0	10	21
	4 BOCAINA DO SUL - URUBICI	8	0	3	0	0	0	11	21
	6 BOCAINA DO SUL - RIO RUFINO	7	1	0	0	0	0	9	16
	7 RIO RUFINO - BOCAINA DO SUL	7	0	3	0	0	0	8	17
	8 RIO RUFINO - URUBICI	98	8	12	9	0	0	33	159
	TOTAL	167	13	27	11	0	0	83	300

Tabela 2.1-35 Dados das contagens do Posto P6 corrigidos pelo FD e FM

Dia da Semana e Duração da Contagem	Movimento	Carros de passeio/ Caminonetas	Coletivos	Caminhões Simples	Caminhões Duplos	Caminhões Semi-Reboques	Caminhões Reboques	Moto	TOTAL
Quinta-feira 21/03/2013 24 horas	2 RIO RUFINO - URUBICI	38	3	9	1	0	0	12	63
	3 RIO RUFINO - GARGANTILHA	15	1	0	1	0	0	6	23
	4 GARGANTILHA - RIO RUFINO	17	1	0	2	0	0	5	25
	6 GARGANTILHA - URUBICI	17	1	2	1	0	0	6	27
	7 URUBICI - GARGANTILHA	18	0	1	1	0	0	4	24
	8 URUBICI - RIO RUFINO	79	7	15	3	0	0	36	139
	TOTAL	186	13	27	9	0	0	67	301

Tabela 2.1-36 Dados das contagens do Posto P7 corrigidos pelo FD e FM

Dia da Semana e Duração da Contagem	Movimento	Carros de passeio/ Caminhonetas	Coletivos	Caminhões Simples	Caminhões Duplos	Caminhões Semi-Reboques	Caminhões Reboques	Moto	TOTAL
Quarta-feira 20/03/2013 24 horas	2 URUBICI - RIO RUFINO	53	6	5	0	0	0	7	71
	3 URUBICI - ESP. SANTO E LIBERDADE	21	1	2	0	0	0	25	50
	4 ESP. SANTO E LIBERDADE - URUBICI	28	3	1	0	0	0	10	43
	6 ESP. SANTO E LIBERDADE - RIO RUFINO	8	0	1	0	0	0	9	19
	7 RIO RUFINO - ESP. SANTO E LIBERDADE	10	2	2	0	0	0	20	35
	8 RIO RUFINO - URUBICI	109	12	12	6	0	0	23	161
	TOTAL	229	24	23	6	0	0	95	377

Tabela 2.1-37 Dados das contagens do Posto P8 corrigidos pelo FD e FM

Dia da Semana e Duração da Contagem	Movimento	Carros de passeio/ Caminhonetas	Coletivos	Caminhões Simples	Caminhões Duplos	Caminhões Semi-Reboques	Caminhões Reboques	Moto	TOTAL
Terça-feira 19/03/2013 24 horas	2 RIO RUFINO - URUBICI	66	5	16	1	0	0	23	111
	3 RIO RUFINO - VACARIANO	4	2	2	0	0	0	7	15
	4 VACARIANO - RIO RUFINO	3	3	1	0	0	0	5	12
	6 VACARIANO - URUBICI	14	1	3	1	0	0	6	26
	7 URUBICI - VACARIANO	13	2	2	0	0	0	2	20
	8 URUBICI - RIO RUFINO	190	11	41	6	2	0	43	294
	TOTAL	291	25	66	8	2	0	86	478

Tabela 2.1-38 Dados das contagens do Posto P9 corrigidos pelo FD e FM

Dia da Semana e Duração da Contagem	Movimento	Carros de passeio/ Caminhonetas	Coletivos	Caminhões Simples	Caminhões Duplos	Caminhões Semi-Reboques	Caminhões Reboques	Moto	TOTAL
Terça-feira 19/03/2013 24 horas	2 RIO RUFINO - URUBICI	113	5	17	3	1	0	25	165
	3 RIO RUFINO - SÃO FRANCISCO	5	1	1	0	0	0	3	10
	4 SÃO FRANCISCO - RIO RUFINO	8	1	1	0	0	0	1	11
	6 SÃO FRANCISCO - URUBICI	53	0	1	2	0	0	29	85
	7 URUBICI - SÃO FRANCISCO	38	0	5	2	0	0	21	66
	8 URUBICI - RIO RUFINO	257	11	33	7	8	0	51	368
	TOTAL	475	19	59	14	9	0	130	705

2.1.7.4 TDMA representativo do trecho

A contagem do posto P24 será a representativa do tráfego normal do trecho. A seguir é apresentado o TDMA final do trecho para o ano-base, 2013.

Tabela 2.1-39 TDMA para o ano base 2013

Tráfego para o Ano 2013	Carros Passeio / Camioneta	Coletivos	Caminhões Simples	Caminhões Duplos	Caminhões Semi-Reboque	Caminhões Reboque	Motos	Total
Tráfego Normal	531	10	57	26	3	0	223	850
Tráfego Desviado	0	0	0	0	0	0	0	0
Tráfego Gerado	0	0	0	0	0	0	0	0
Composição Total 2013	531	10	57	26	3	0	223	850

Já para o ano de abertura devemos considerar o tráfego desviado e gerado, como apresentado na Tabela 2.1-40.

Tabela 2.1-40 TDMA para o ano de abertura 2016

Tráfego para o Ano 2016	Carros Passeio / Camioneta	Coletivos	Caminhões Simples	Caminhões Duplos	Caminhões Semi-Reboque	Caminhões Reboque	Motos	Total
Tráfego Normal	574	11	65	29	4	0	241	924
Tráfego Desviado	307	0	57	174	25	6	16	585
Tráfego Gerado	335	1	36	61	9	2	98	543
Composição Total 2016	1217	12	157	264	37	8	356	2051

2.1.8 Tráfego ao longo do Horizonte de Projeto

2.1.8.1 Determinação da Taxa Geométrica Anual do Crescimento de Tráfego

A Diretoria de Planejamento do DEINFRA têm utilizado análises de cenários através do modelo de previsão de demanda por transporte rodoviário, denominado SAR/CUBE, em operação desde 2008. Atendendo às particularidades do sistema de transporte rodoviário do Estado, essa ferramenta de planejamento rodoviário foi desenvolvida a partir dos módulos de softwares do sistema CUBE/CITILABS.

Esse modelo opera tendo como base uma rede rodoviária georreferenciada lógica constituída por segmentos da malha rodoviária estadual, de rodovias municipais, de outros estados brasileiros, de rodovias federais e de países sul-americanos que podem exercer alguma influência relevante para a geração, a distribuição e a alocação do tráfego nas rodovias de Santa Catarina.

As taxas de crescimento adotadas para a estimativa do tráfego para os diferentes cenários de análise constam do sistema de análise e previsão de demanda por transporte SAR/CUBE, e resultaram da evolução das matrizes de origem e destino dos 35 principais produtos transportados em Santa Catarina, tendo em conta as diretrizes da visão do futuro, descritas nos relatórios finais do Plano Diretor Rodoviário de 2008.

A Tabela 2.1-41 mostra o número de viagens realizadas e as taxas de crescimento, para cada tipo de veículos ao longo do período considerado para o PDR/SC e que também serão utilizadas para projeção do tráfego deste projeto.

Tabela 2.1-41 Taxas de Crescimento adotadas

MATRIZES	Nº. DE VIAGENS (DIA)				TAXA DE CRESCIMENTO % aa		
	2007	2011	2015	2023	2007/2011	2012/2015	2016/2023
CP	1020716	1227087	1393089	1563407	4,7	3,2	1,5
ON	14066	14879	15777	18130	1,4	1,5	1,8
VC1	78110	93827	110969	156217	4,7	4,3	4,4
VC2	23833	28734	34025	48468	4,8	4,3	4,5

CP - Carros de Passeio; ON - Ônibus; VC1 - Veículos de Carga 1 (Pequenos e Médios); VC2 - Veículos de Carga 2 (Grandes)

As taxas estão apresentadas adotando 4 categorias de veículos:

- VL - volume médio diário anual de veículos leves, inclui os carros de passeio (P), utilitários (U) e caminhões leves (CL); 50% de motos (M) e de outros veículos como por exemplo, tratores);
- VON – volume médio diário anual de ônibus;
- VC1 – volume médio diário anual de veículos de carga 1, inclui caminhões médios (CM), pesados (CP); Semi-reboques (SR);

- VC2 – volume médio diário anual de veículos de carga 2, inclui reboques (RE) convencionais e especiais como os bitrens e rodotrens.

2.1.8.2 Determinação da Taxa Geométrica Anual do Crescimento de Tráfego

Uma vez adotada a taxa geométrica de crescimento, esta deve ser aplicada ao tráfego do ano base, para se definir o tráfego do ano de abertura, e 10º e 20º ano de projeto, ou seja:

$$T_f = T_0 (1 + i)^n$$

Onde:

- T_f = Tráfego no ano “n”;
- T_0 = Tráfego no ano base;
- i = Taxa de crescimento de tráfego;
- n = Número de anos transcorridos entre o ano base e o ano “n”.

A Tabela 2.1-42 mostra a evolução do volume de tráfego caracterizado até o horizonte de 10 anos de vida útil do pavimento e 20 anos de projeto.

Tabela 2.1-42 Projeção do Tráfego da SC- 370 já considerando a soma dos Tráfegos Desviado e Gerado no ano de abertura

PROJEÇÃO DE TRÁFEGO - SC-370													
Ano	CATEGORIA												
	Carros de passeio/ Caminonetas		Coletivos		Caminhões Simples/Duplo/Semi-Reboque				Caminhões Reboque		Motos		TMDA Total
	i (%)	TMDA	i (%)	TMDA	i (%)	CS	CD	SR	i (%)	TMDA	i (%)	TMDA	
2013		531		10		57	26	3		0		223	850
2014	3.2	548	1.5	10	4.3	59	27	3	4.3	0	3.2	231	878
2015	3.2	566	1.5	10	4.3	62	28	3	4.3	0	3.2	238	907
2016	1.5	1217	1.8	12	4.4	157	264	37	4.5	8	1.5	356	2051
2017	1.5	1235	1.8	12	4.4	164	276	39	4.5	8	1.5	361	2096
2018	1.5	1254	1.8	13	4.4	171	288	40	4.5	8	1.5	367	2141
2019	1.5	1273	1.8	13	4.4	179	301	42	4.5	9	1.5	372	2188
2020	1.5	1292	1.8	13	4.4	187	314	44	4.5	9	1.5	378	2236
2021	1.5	1311	1.8	13	4.4	195	328	46	4.5	9	1.5	383	2286
2022	1.5	1331	1.8	13	4.4	204	342	48	4.5	10	1.5	389	2337
2023	1.5	1351	1.8	14	4.4	213	357	50	4.5	10	1.5	395	2390
2024	1.5	1371	1.8	14	4.4	222	373	52	4.5	11	1.5	401	2444
2025	1.5	1391	1.8	14	4.4	232	389	55	4.5	11	1.5	407	2500
2026	1.5	1412	1.8	14	4.4	242	407	57	4.5	12	1.5	413	2557
2027	1.5	1433	1.8	15	4.4	253	425	60	4.5	12	1.5	419	2617
2028	1.5	1455	1.8	15	4.4	264	443	62	4.5	13	1.5	426	2678
2029	1.5	1477	1.8	15	4.4	275	463	65	4.5	13	1.5	432	2740
2030	1.5	1499	1.8	16	4.4	287	483	68	4.5	14	1.5	438	2805
2031	1.5	1521	1.8	16	4.4	300	504	71	4.5	15	1.5	445	2872
2032	1.5	1544	1.8	16	4.4	313	526	74	4.5	15	1.5	452	2941
2033	1.5	1567	1.8	16	4.4	327	550	77	4.5	16	1.5	458	3012
2034	1.5	1591	1.8	17	4.4	342	574	81	4.5	17	1.5	465	3086
2035	1.5	1591	1.8	17	4.4	342	574	81	4.5	17	1.5	465	3086

CS = Caminhões Simples; CD = Caminhões Duplos; R/SR = Reboques e Semi-Reboques

2.1.9 Determinação do Número “N_{8,2t}”

Na determinação do número N_{8,2t} são considerados fatores relacionados à composição do tráfego referentes a cada categoria de veículo, aos pesos das cargas transportadas e sua distribuição nos diversos tipos de eixos dos veículos. Seus valores anuais e acumulados durante o período de projeto são calculados com base nas projeções do tráfego, sendo necessário para isso o conhecimento qualitativo e quantitativo da sua composição presente e futura.

A determinação do número N_{8,2t} - Número de Repetições do Eixo Padrão de 8,2 ton, foi feita com base na expressão contida no item 1.3.3.5 da Instrução de Serviço IS 02/98 do DER/SC:

$$N = \frac{365.Fr.\Sigma(Vi.Fvi)}{Fp}$$

Onde:

- Fr = Fator Climático Regional;
- Fp = Fator de pista;
- Vi = Número de veículos da categoria “i”;
- Fvi = Fator de equivalência de veículo da categoria “i”.

Foram considerados os seguintes parâmetros: Fr = 1 (sugerido pelo Manual de Estudo de Tráfego do DNIT/2006); Fp = 2 (rodovia de 1 pista com 2 faixas de tráfego); Ano de Abertura = 2015; Período de Projeto Para o Pavimento = 10 anos.

Os “Fatores de Veículos - FV” foram determinados pelos 2 (dois) métodos usuais de dimensionamento de pavimentos, a saber:

- Pavimentos Novos / Reconstrução: Método do “Corpo de Engenheiros do Exército Americano” (USACE); e,
- Restauração / Reforço do Pavimento: Método da American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

Foram utilizadas as equações para estimativa dos fatores equivalentes de operação da USACE e da AASHTO constantes do Manual de Estudo de Tráfego (DNIT, 2006) para cada tipo de eixo, compondo assim fatores de veículo teóricos. As cargas para veículos carregados utilizadas para cada tipo de eixo, para que se pudesse obter as composições finais dos fatores de veículo teóricas estão de acordo com a Resolução nº12 de 1998 do CONTRAN (CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO).

A lei 7.408/85 determinou que fosse atribuída uma tolerância de 5% ao limite de 45.000 kg para o PBT, passando o limite para a autuação para 47.250 kg, no entanto, esta tolerância não foi adotada neste estudo. Para os veículos 3S2C4, 3D4 e 3T6, a tolerância foi aumentada de acordo com a Resolução do CONTRAM 184/2005, desde que atenda o critério do comprimento.

Tabela 2.1-43 Cálculo dos Fatores de Equivalência de Carga – AASHTO

Tipos de eixo	Equações (P em tf)
Simplex de rodagem simples	$FC = (P / 7,77)^{4,32}$
Simplex de rodagem dupla	$FC = (P / 8,17)^{4,32}$
Tandem duplo (rodagem dupla)	$FC = (P / 15,08)^{4,14}$
Tandem triplo (rodagem dupla)	$FC = (P / 22,95)^{4,22}$

Tabela 2.1-44 Cálculo dos Fatores de Equivalência de Carga – USACE

Tipos de eixo	Faixas de Cargas (t)	Equações (P em tf)
Dianteiro simples e traseiro simples	0 – 8	$FC = 2,0782 \times 10^{-4} \times P^{4,9175}$
	≥ 8	$FC = 1,8320 \times 10^{-4} \times P^{6,2542}$
Tandem duplo	0 – 11	$FC = 1,5920 \times 10^{-4} \times P^{3,412}$
	≥ 11	$FC = 1,5280 \times 10^{-4} \times P^{5,464}$
Tandem triplo	0 – 18	$FC = 8,0359 \times 10^{-5} \times P^{3,3549}$
	≥ 18	$FC = 1,3229 \times 10^{-7} \times P^{6,5789}$

As tabelas a seguir mostram os fatores de equivalência de carga por veículo presentes no Manual de Estudos de Tráfego do DNIT e que estão sendo utilizados neste estudo.



ENGEVIX

Tabela 2.1-45 Fatores de Equivalência de Carga e Fatores de Veículos – AASHTO

TABELA - FATORES DE VEÍCULOS - AASHTO																					
VEÍCULOS VAZIOS				FATOR DE EQUIVALÊNCIA AASHTO																	
CONFIGURAÇÃO		CONJUNTO DE EIXOS				CARGA POR EIXO (TON.)				FATOR DE EQUIVALÊNCIA AASHTO				FATOR DE EQUIVALÊNCIA AASHTO				FATOR DE EQUIVALÊNCIA AASHTO			
		ESRS	ESRD	ETD	ETT	TOTAL	ESRS	ESRD	ETD	ETT	TOTAL	ESRS	ESRD	ETD	ETT	TOTAL	ESRS	ESRD	ETD	Fv	
ÔNIBUS	2C	1	1			2	2,10				5,30	0,0035	-	0,0174	-	-	-	-	-	0,0209	
	3C	1		1		2	2,10			5,70	7,80	0,0035	-	-	-	-	0,0178	-	-	0,0213	
CAM.	2C(16)	1	1			2	2,10				4,80	0,0035	-	0,0084	-	-	-	-	-	0,0189	
	3C	1		1		2	2,60			5,70	8,30	0,0088	-	-	-	-	0,0178	-	-	0,0266	
REBOQUE	2C2	1	3			4	3,00	4,50	2,00		11,50	0,0164	-	0,0760	0,0023	0,0023	-	-	-	0,0970	
	2C3	1	2	1		4	3,00	4,50	2,00	3,10	12,60	0,0164	-	0,0760	0,0023	-	0,0014	-	-	0,0962	
	3C2	1	2	1		4	2,60			5,70	12,30	0,0088	-	0,0023	0,0023	-	-	-	-	0,0312	
	3C3	1	1	2		4	2,60	2,00		5,70	13,40	0,0088	-	0,0023	-	-	0,0178	0,0014	-	0,0304	
SEMI-REBOQUE	3C4	1		3		4	2,60			5,70	14,50	0,0088	-	-	-	-	0,0178	0,0014	0,0014	0,0295	
	2S1	1	2			3	3,30	4,70	3,40		11,40	0,0247	-	0,0918	0,0227	-	-	-	-	0,1392	
	2S2	1	1	1		3	4,40	5,20		5,70	15,30	0,0857	-	0,1420	-	-	0,0178	-	-	0,2456	
	2S3	1	1		1	3	4,40	4,80			14,90	0,0857	-	0,1405	-	-	-	-	-	0,1890	
CVC	3S1	1	1	1		3	4,60	3,40		7,20	15,20	0,1039	-	0,0227	-	-	0,0469	-	-	0,1734	
	3S2	1		2		3	4,60			7,20	17,10	0,1039	-	-	-	-	0,0469	0,0132	-	0,1639	
	3S3	1	1	1		3	4,60			7,20	17,50	0,1039	-	-	-	-	-	-	-	0,1535	
	3S2C4	1		4		5	4,60			3,10	22,30	0,1039	-	-	-	-	0,0986	0,0037	0,0014	0,1690	
CVC	3S2S2	1		3		4	4,60			7,40	20,60	0,1039	-	-	-	-	0,0525	0,0132	0,0019	0,1714	
	3S2S4	1	1	4		5	4,60			7,00	23,60	0,1039	-	-	-	-	0,0417	0,0087	0,0011	0,1609	
VEÍCULOS CARREGADOS																					
FATOR DE EQUIVALÊNCIA AASHTO																					
CONFIGURAÇÃO		CONJUNTO DE EIXOS				CARGA POR EIXO (TON.)				FATOR DE EQUIVALÊNCIA AASHTO				FATOR DE EQUIVALÊNCIA AASHTO				FATOR DE EQUIVALÊNCIA AASHTO			
		ESRS	ESRD	ETD	ETT	TOTAL	ESRS	ESRD	ETD	ETT	TOTAL	ESRS	ESRD	ETD	ETT	TOTAL	ESRS	ESRD	ETD	Fv	
ÔNIBUS	2C	1	1			2	6,00	10,00			16,00	0,3273	-	2,3944	-	-	-	-	-	2,7238	
	3C	1		1		2	6,00			13,50	19,50	0,3273	-	-	-	-	0,6324	-	-	0,9597	
CAM.	2C(16)	1	1			2	6,00	10,00			16,00	0,3273	-	2,3944	-	-	-	-	-	2,7238	
	3C	1		1		2	6,00			17,00	23,00	0,3273	-	-	-	-	-	-	-	1,9697	
REBOQUE	2C2	1	3			4	6,00	10,00	10,00		36,00	0,3273	-	2,3944	2,3944	-	1,6424	-	-	7,506	
	2C3	1	2	1		4	6,00	10,00		17,00	43,00	0,3273	-	2,3944	2,3944	-	1,6424	-	-	6,7586	
	3C2	1	2	1		4	6,00	10,00	10,00		43,00	0,3273	-	2,3944	2,3944	-	1,6424	-	-	6,7586	
	3C3	1	1	2		4	6,00	10,00	10,00	14,50	45,00	0,3273	-	2,3944	2,3944	-	1,6424	-	-	4,4220	
SEMI-REBOQUE	3C4	1		3		4	6,00	10,00		13,00	45,00	0,3273	-	-	-	-	0,5409	0,5409	-	1,9501	
	2S1	1	2			3	6,00	10,00			28,00	0,3273	-	2,3944	2,3944	-	-	-	-	5,1162	
	2S2	1	1	1		3	6,00	10,00		17,00	33,00	0,3273	-	2,3944	-	-	1,6424	-	-	4,3642	
	2S3	1	1		1	3	6,00	10,00			33,00	0,3273	-	2,3944	-	-	-	-	-	4,2937	
CVC	3S1	1	1	1		3	6,00	10,00			25,50	0,3273	-	2,3944	-	-	-	-	-	1,5599	
	3S2	1		2		3	6,00			17,00	40,00	0,3273	-	-	-	-	1,6424	-	-	4,3642	
	3S3	1	1	1		3	6,00			17,00	45,00	0,3273	-	-	-	-	1,6424	-	-	3,621	
	3S2C4	1		4		5	6,00			17,00	74,00	0,3273	-	-	-	-	1,6424	1,6424	1,6424	6,8969	
CVC	3S2S2	1	3			4	6,00			17,00	74,00	0,3273	-	-	-	-	1,6424	1,6424	1,6424	5,245	
	3S2S4	1	4			5	6,00			17,00	74,00	0,3273	-	-	-	-	1,6424	1,6424	1,6424	6,8969	



ENGEVIX

Tabela 2.1-46 Fatores de Equivalência de Carga e Fatores de Veículos – USACE

TABELA - FATORES DE VEÍCULOS - USACE																			
VEÍCULOS VAZIOS										FATOR DE EQUIVALÊNCIA USACE									
CONFIGURAÇÃO	CONJUNTO DE EIXOS				CARGA POR EIXO (TON.)				TOTAL	FATOR DE EQUIVALÊNCIA USACE				ETD	FATOR DE EQUIVALÊNCIA USACE				FVI
	ESRS	ESRD	ETD	ETT	ESRS	ESRD	ETD	ETT		ESRS	ESRD	ETD	ETT		ESRS	ESRD	ETD	ETT	
ÔNIBUS	2C	1	1		2	2,0			5,30	0,0041	-	0,0222	-	-	-	-	-	-	0,0263
	3C	1	1	1	2	2,0			7,80	0,0041	-	-	-	-	-	0,0670	-	-	0,0711
	2C(16)	1	1		2	2,0			4,80	0,0041	-	0,0102	-	-	-	-	-	-	0,0353
CAM.	3C	1	1	1	2	2,60			8,30	0,0097	-	-	-	-	-	0,0670	-	-	0,0767
	2C2	1	3		4	3,00			11,50	0,0172	-	0,0875	0,0034	-	-	-	-	-	0,114
	2C3	1	2	1	4	3,00			12,60	0,0172	-	0,0875	0,0034	-	-	0,0081	-	-	0,161
REBOQUE	3C2	1	2	1	4	2,60			12,30	0,0097	-	0,0034	0,0034	-	-	0,0670	-	-	0,0834
	3C3	1	1	2	4	2,60			13,40	0,0097	-	0,0034	-	-	-	0,0670	0,0081	-	-
	3C4	1	3		4	2,60			14,50	0,0097	-	-	-	-	-	0,0670	0,0081	-	0,0929
SEMI-REBOQUE	2S1	1	2		3	3,30			11,40	0,0252	-	0,1042	0,0284	-	-	-	-	-	0,1577
	2S2	1	1	1	3	4,40			15,30	0,0799	-	0,1564	-	-	-	0,0670	-	-	0,3034
	2S3	1	1	1	3	4,40			14,90	0,0799	-	0,1134	-	-	-	-	-	-	0,2748
SEMI-REBOQUE	3S1	1	1	1	3	4,60			15,20	0,0956	-	0,0284	-	-	-	0,1509	-	-	0,2985
	3S2	1	2		3	4,60			17,30	0,0956	-	-	-	-	-	0,1509	0,0521	-	0,2748
	3S3	1	1	1	3	4,60			17,50	0,0956	-	-	-	-	-	0,1509	-	-	0,2740
CVC	3S2C4	1	4		5	4,60			22,30	0,0956	-	-	-	-	-	0,1509	0,0081	-	0,317
	3S2S2	1	3		4	4,60			20,60	0,0956	-	-	-	-	-	0,1559	0,0521	-	0,3236
	3S2S4	1	4		5	4,60			23,60	0,0956	-	-	-	-	-	0,1368	0,0369	-	0,3009
VEÍCULOS CARREGADOS																			
CONFIGURAÇÃO	CONJUNTO DE EIXOS				CARGA POR EIXO (TON.)				TOTAL	FATOR DE EQUIVALÊNCIA USACE				ETD	FATOR DE EQUIVALÊNCIA USACE				FVI
	ESRS	ESRD	ETD	ETT	ESRS	ESRD	ETD	ETT		ESRS	ESRD	ETD	ETT		ESRS	ESRD	ETD	ETT	
ÔNIBUS	2C	1	1		2	6,00			16,00	0,2779	-	3,2895	-	-	-	-	-	-	3,5674
	3C	1	1	1	2	6,00			19,50	0,2779	-	-	-	-	-	2,4148	-	-	2,6927
	2C(16)	1	1		2	6,00			16,00	0,2779	-	3,2895	-	-	-	-	-	-	3,5674
CAM.	3C	1	1	1	2	6,00			23,00	0,2779	-	-	-	-	-	8,5488	-	-	8,8267
	2C2	1	3		4	6,00			36,00	0,2779	-	3,2895	3,2895	-	-	-	-	-	10,463
	2C3	1	2	1	4	6,00			43,00	0,2779	-	3,2895	3,2895	-	-	8,5488	-	-	15,4056
REBOQUE	3C2	1	2	1	4	6,00			43,00	0,2779	-	3,2895	3,2895	-	-	8,5488	-	-	15,4056
	3C3	1	1	2	4	6,00			45,00	0,2779	-	3,2895	-	-	-	3,5733	3,5733	-	10,739
	3C4	1	3		4	6,00			45,00	0,2779	-	-	-	-	-	1,9633	1,9633	-	6,878
SEMI-REBOQUE	2S1	1	2		3	6,00			26,00	0,2779	-	3,2895	3,2895	-	-	-	-	-	6,8568
	2S2	1	1	1	3	6,00			33,00	0,2779	-	3,2895	-	-	-	8,5488	-	-	12,162
	2S3	1	1	1	3	6,00			33,00	0,2779	-	3,2895	-	-	-	-	-	-	9,2998
SEMI-REBOQUE	3S1	1	1	1	3	6,00			41,50	0,2779	-	3,2895	-	-	-	-	-	-	12,8672
	3S2	1	1	1	3	6,00			33,00	0,2779	-	3,2895	-	-	-	-	-	-	12,162
	3S3	1	2		3	6,00			40,00	0,2779	-	-	-	-	-	8,5488	-	-	17,755
CVC	3S2C4	1	4		5	6,00			45,00	0,2779	-	-	-	-	-	8,5488	-	-	4,080
	3S2S2	1	3		4	6,00			74,00	0,2779	-	-	-	-	-	8,5488	8,5488	-	34,4731
	3S2S4	1	4		5	6,00			57,00	0,2779	-	-	-	-	-	8,5488	8,5488	-	25,9243

Para conhecimento qualitativo e quantitativo da composição do tráfego de cargas, isto é, da quantidade de veículos que trafegam carregados ou vazios, foram utilizados os valores correspondentes ao resultado da Pesagem das Pesquisas O/D (14) realizadas para elaboração do Plano Diretor Rodoviário de Santa Catarina (PDR-SC) no ano de 2007 e fornecido pelo DEINFRA.

Esta pesquisa serviu de subsídio para obtenção dos fatores de veículo ponderados para cada categoria e classe de veículos, utilizando-se das proporções dos veículos de carga que trafegam carregados bem como a proporção dos que trafegam vazios. Posteriormente precedeu-se a obtenção de um Fator de Veículos ponderado para o trecho em função da provável composição de tráfego deste, obtido através das contagens de tráfego efetuadas neste projeto, da composição do tráfego desviado e do tráfego gerado.

A Tabela 2.1-47 mostra o resultado do Fator de Veículos (AASHTO e USACE) para o trecho em estudo e a Tabela 2.1-48 nos traz o resultado para o valor do número $N_{8,2t}$.

Tabela 2.1-47 Fator de Equivalência de Eixo

FATORES DE VEÍCULO DE CARGA - USACE - ASSHTO						
RODOVIA: SC-370			SEGMENTO: Rio Rufino - Urubici			
CONDIÇÃO: O carregamento da frota foi procedido com base nas pesquisas realizadas para a elaboração do Plano Diretor Rodoviário de Santa Catarina (PDR-SC) no ano de 2007						
VEÍCULOS TIPO		COMPOSIÇÃO DO TRÁFEGO	FATOR DE VEÍCULO "USACE"		FATOR DE VEÍCULO "AASHTO"	
			Fvi	$VMDAT_i \times Fvi / \sum VMDAT_i$	Fvi	$VMDAT_i \times Fvi / \sum VMDAT_i$
ÔNIBUS	2C	17,54%	3,5674	0,6256	2,7218	0,4773
	3C	8,37%	2,6927	0,2253	0,9597	0,0803
CAMINHÃO	2C (16)	18,45%	2,1466	0,3959	1,6650	0,3071
	3C	46,77%	6,6462	3,1081	1,4862	0,6950
	2S1	0,37%	6,8568	0,0255	5,1162	0,0190
	2S2	0,94%	12,1162	0,1139	4,3642	0,0410
	3S1	0,21%	12,1162	0,0257	4,3642	0,0093
	3S2	0,27%	13,9601	0,0377	2,9225	0,0079
	2S3	1,54%	10,3465	0,1589	3,4692	0,0533
	3S3	1,79%	10,3810	0,1857	2,2758	0,0407
	3S2S2	1,84%	20,8126	0,3829	4,2402	0,0780
	3S2S4	0,42%	34,4731	0,1455	6,8969	0,0291
	2C2	0,13%	8,1393	0,0106	6,0279	0,0079
	2C3	0,13%	12,3477	0,0162	5,4261	0,0071
	3C2	0,33%	12,3412	0,0404	5,4131	0,0177
	3C3	0,29%	8,5888	0,0253	3,5437	0,0104
	3C4	0,49%	4,9528	0,0243	1,6191	0,0079
	3S2C4	0,13%	27,6390	0,0362	5,5499	0,0073
TOTAL		100,00%		5,5838		1,8964



ENGEVIX

Tabela 2.1-48 Número "N 8,2t" para a SC-370, trecho Rio Rufino - Urubici

PROJEÇÃO DO "VMDAT" E DO NÚMERO "N"										
RODOVIA: SC-370			TRECHO: RIO RUFINO - URUBICI							
ANO	VOLUME DE TRÁFEGO (VMDAT)				VALORES DO NÚMERO "N"				OBSERVAÇÃO	
	VEÍCULOS TIPO			TOTAL	USACE		AASHTO			
	AUTOMÓVEL/ CAMIONETAS/ MOTOS	ÔNIBUS	CAMINHÕES		ANO A ANO	ACUMULADO	ANO A ANO	ACUMULADO		
2013	755	10	89	853						Projeto
2014	779	10	92	881						OBRA
2015	804	10	96	911						OBRA
2016	1,573	12	470	2,055	4.91E+05	4.91E+05	1.67E+05	1.67E+05	1.67E+05	1º ANO
2017	1,596	12	491	2,099	5.12E+05	1.00E+06	1.74E+05	3.41E+05	3.41E+05	2º ANO
2018	1,620	13	512	2,145	5.35E+05	1.54E+06	1.82E+05	5.22E+05	5.22E+05	3º ANO
2019	1,645	13	535	2,192	5.58E+05	2.10E+06	1.89E+05	7.12E+05	7.12E+05	4º ANO
2020	1,669	13	558	2,241	5.82E+05	2.68E+06	1.98E+05	9.10E+05	9.10E+05	5º ANO
2021	1,694	13	583	2,291	6.07E+05	3.29E+06	2.06E+05	1.12E+06	1.12E+06	6º ANO
2022	1,720	13	609	2,342	6.34E+05	3.92E+06	2.15E+05	1.33E+06	1.33E+06	7º ANO
2023	1,746	14	635	2,395	6.61E+05	4.58E+06	2.25E+05	1.56E+06	1.56E+06	8º ANO
2024	1,772	14	663	2,449	6.90E+05	5.27E+06	2.34E+05	1.79E+06	1.79E+06	9º ANO
2025	1,798	14	692	2,505	7.20E+05	5.99E+06	2.45E+05	2.03E+06	2.03E+06	10º ANO
2035	2,056	17	1,020	3,093	1.06E+06	1.51E+07	3.59E+05	5.13E+06	5.13E+06	20º ANO
COMPOSIÇÃO PERCENTUAL DO TRÁFEGO / 2010										
AUTOMÓVEL	ÔNIBUS	CAMINHÃO	FATORES DE VEÍCULO - FV		FATOR CLIMÁTICO		FATOR DE PISTA			
76.5%	0.6%	22.9%	FV usace	FV aashto	FR	FR	FP			
			5.584	1.896	1.000					
ANO INICIAL PARA CALCULO DO NÚMERO "N"										
PERÍODO DE PROJETO PARA O CÁLCULO DO NÚMERO "N" - P (ANOS)										
2016										
2020										

2.1.10 Capacidade das Interseções

2.1.10.1 Tráfego na Hora mais movimentada

Conforme o Manual para Cálculo da Capacidade de Interseções sem Semáforo (DER/SC – 02/2000) será utilizado o maior fluxo simultâneo que ocorre na interseção durante o dia para o cálculo de sua capacidade. A nomenclatura de fluxos segue o esquema da figura abaixo.

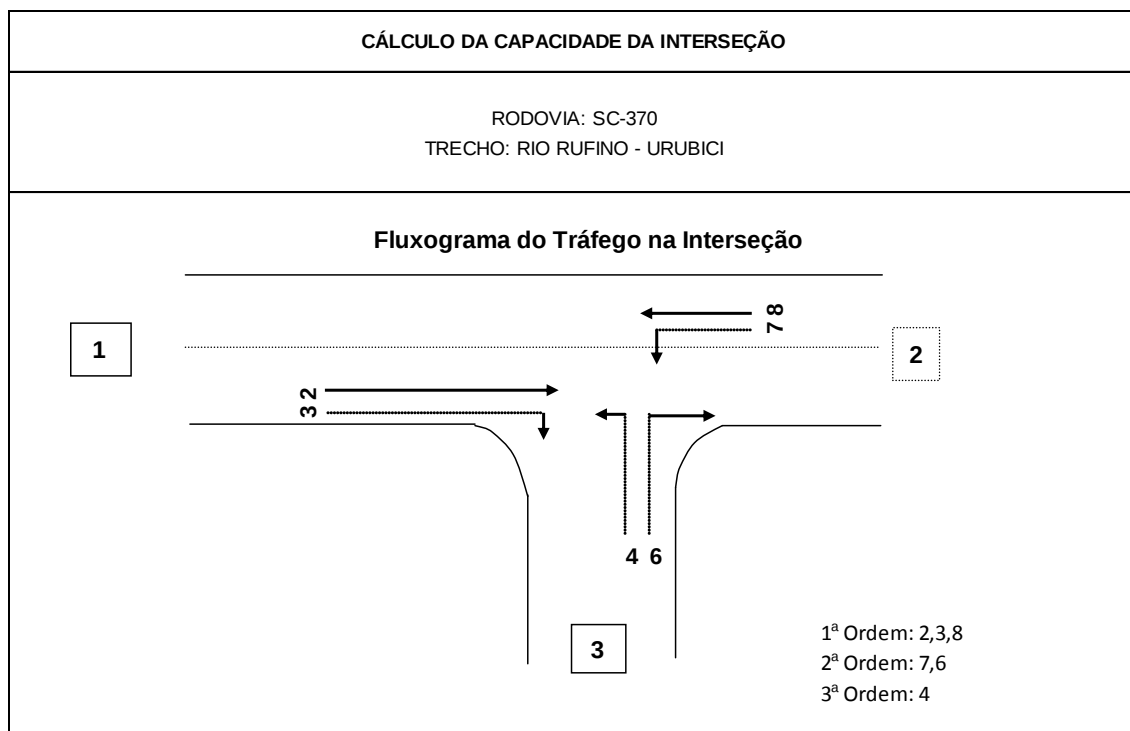


Figura 2.1-14 Nomenclatura dos Fluxos

Nas tabelas a seguir estão apresentados os maiores fluxos que ocorrem em uma mesma hora para cada posto de contagem.

Tabela 2.1-49 Fluxos na hora mais movimentada no posto de contagem P1

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 2 - Urubici - Rio Rufino							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	6	1	2	1	0	3	13
2025** (10º ano)	26	2	12	25	1	7	73

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 3 - Urubici - Cerro Baio							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	0	0	0	0	0	1	1
2025** (10º ano)	0	0	0	0	0	1	1

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 4 - Cerro Baio - Urubici							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	3	0	0	0	0	1	4
2025** (10º ano)	4	0	0	0	0	1	5

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 6 - Cerro Baio - Rio Rufino							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	9	0	0	0	0	4	13
2025** (10º ano)	11	0	0	0	0	5	16

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 7 - Rio Rufino - Cerro Baio							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	11	0	0	0	0	7	18
2025** (10º ano)	13	0	0	0	0	8	22

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 8 - Rio Rufino - Urubici							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	3	1	2	1	0	4	11
2025** (10º ano)	59	2	8	13	5	15	101

* O VMH está corrigido pelos fatores FD e FM.

** O VMH está expandido pela taxa de crescimento do tráfego e já considera os tráfegos desviados e gerados.

Tabela 2.1-50 Fluxos na hora mais movimentada no posto de contagem P2

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 2 - Urubici - Rio Rufino							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	3	0	1	1	0	1	6
2025** (10º ano)	22	1	11	25	1	4	64

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 3 - Urubici - Espírito Santo							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	3	0	0	0	0	1	4
2025** (10º ano)	4	0	0	0	0	1	5

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 4 - Espírito Santo - Urubici							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	4	0	0	0	0	0	4
2025** (10º ano)	5	0	0	0	0	0	5

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 6 - Espírito Santo - Rio Rufino							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	0	0	1	0	0	1	2
2025** (10º ano)	0	0	2	0	0	1	3

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 7 - Rio Rufino - Espírito Santo							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	6	3	1	0	0	9	19
2025** (10º ano)	7	4	2	0	0	11	23

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 8 - Rio Rufino - Urubici							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	9	2	1	0	0	6	18
2025** (10º ano)	66	3	6	11	5	17	109

* O VMH está corrigido pelos fatores FD e FM.

** O VMH está expandido pela taxa de crescimento do tráfego e já considera os tráfegos desviados e gerados.

Tabela 2.1-51 Fluxos na hora mais movimentada no posto de contagem P3

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 2 - Rio Rufino - Urubici							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	3	2	0	0	0	2	7
2025** (10º ano)	23	3	9	23	1	5	65

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 3 - Rio Rufino - Cachoeira do Rio Tigre							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	0	0	0	0	0	0	0
2025** (10º ano)	0	0	0	0	0	0	0

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 4 - Cachoeira do Rio Tigre - Rio Rufino							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	2	0	0	0	0	3	4
2025** (10º ano)	2	0	0	0	0	3	5

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 6 - Cachoeira do Rio Tigre - Urubici							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	0	0	0	0	0	1	1
2025** (10º ano)	0	0	0	0	0	1	1

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 7 - Urubici - Cachoeira do Rio Tigre							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	0	0	0	0	0	1	1
2025** (10º ano)	0	0	0	0	0	1	1

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 8 - Urubici - Rio Rufino							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	3	1	0	0	0	3	7
2025** (10º ano)	58	2	5	11	5	14	95

* O VMH está corrigido pelos fatores FD e FM.

** O VMH está expandido pela taxa de crescimento do tráfego e já considera os tráfegos desviados e gerados.

Tabela 2.1-52 Fluxos na hora mais movimentada no posto de contagem P4

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 2 - Rio Rufino - Urubici							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	4	1	0	0	0	2	7
2025** (10º ano)	24	2	9	23	1	5	65

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 3 - Rio Rufino - Lagoa Preta							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	2	1	0	0	0	2	4
2025** (10º ano)	2	1	0	0	0	2	5

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 4 - Lagoa Preta - Rio Rufino							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	1	0	0	0	0	1	2
2025** (10º ano)	1	0	0	0	0	1	2

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 6 - Lagoa Preta - Urubici							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	3	0	0	0	0	0	3
2025** (10º ano)	3	0	0	0	0	0	3

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 7 - Urubici - Lagoa Preta							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	1	1	0	0	0	0	2
2025** (10º ano)	1	1	0	0	0	0	2

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 8 - Urubici - Rio Rufino							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	3	1	1	0	0	1	5
2025** (10º ano)	58	2	6	11	5	11	93

* O VMH está corrigido pelos fatores FD e FM.

** O VMH está expandido pela taxa de crescimento do tráfego e já considera os tráfegos desviados e gerados.

Tabela 2.1-53 Fluxos na hora mais movimentada no posto de contagem P5

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 2 - Rio Rufino - Urubici							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	3	0	0	0	0	2	5
2025** (10º ano)	22	1	9	23	1	5	62

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 3 - Rio Rufino - Lagoa Preta							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	1	0	0	0	0	3	4
2025** (10º ano)	1	0	0	0	0	4	5

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 4 - Lagoa Preta - Rio Rufino							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	1	0	2	0	0	0	2
2025** (10º ano)	1	0	3	0	0	0	4

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 6 - Lagoa Preta - Urubici							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	1	0	0	0	0	0	1
2025** (10º ano)	1	0	0	0	0	0	1

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 7 - Urubici - Lagoa Preta							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	0	0	0	0	0	0	0
2025** (10º ano)	0	0	0	0	0	0	0

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 8 - Urubici - Rio Rufino							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	4	0	0	1	0	6	11
2025** (10º ano)	60	1	5	13	5	18	101

* O VMH está corrigido pelos fatores FD e FM.

** O VMH está expandido pela taxa de crescimento do tráfego e já considera os tráfegos desviados e gerados.

Tabela 2.1-54 Fluxos na hora mais movimentada no posto de contagem P6

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 2 - Rio Rufino - Urubici							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	2	0	2	1	0	5	10
2025** (10º ano)	21	1	12	25	1	9	69

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 3 - Rio Rufino - Gargantilha							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	0	0	0	0	0	0	0
2025** (10º ano)	0	0	0	0	0	0	0

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 4 - Gargantilha - Rio Rufino							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	0	0	0	0	0	0	0
2025** (10º ano)	0	0	0	0	0	0	0

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 6 - Gargantilha - Urubici							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	2	1	0	0	0	2	4
2025** (10º ano)	2	1	0	0	0	2	5

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 7 - Urubici - Gargantilha							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	3	0	0	0	0	2	6
2025** (10º ano)	4	0	0	0	0	3	7

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 8 - Urubici - Rio Rufino							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	2	0	0	0	0	2	4
2025** (10º ano)	58	1	5	11	5	12	92

* O VMH está corrigido pelos fatores FD e FM.

** O VMH está expandido pela taxa de crescimento do tráfego e já considera os tráfegos desviados e gerados.

Tabela 2.1-55 Fluxos na hora mais movimentada no posto de contagem P7

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 2 - Urubici - Rio Rufino							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	6	0	0	0	0	1	7
2025** (10º ano)	26	1	9	23	1	4	65

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 3 - Urubici - Esp. Santo e Liberdade							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	0	0	0	0	0	6	6
2025** (10º ano)	0	0	0	0	0	7	7

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 4 - Esp. Santo e Liberdade - Urubici							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	2	0	0	0	0	1	3
2025** (10º ano)	2	0	0	0	0	1	4

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 6 - Esp. Santo e Liberdade - Rio Rufino							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	0	0	0	0	0	1	1
2025** (10º ano)	0	0	0	0	0	1	1

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 7 - Rio Rufino - Esp. Santo e Liberdade							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	3	0	2	0	0	1	6
2025** (10º ano)	4	0	3	0	0	1	8

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 8 - Rio Rufino - Urubici							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	5	0	0	1	0	0	6
2025** (10º ano)	61	1	5	13	5	10	94

* O VMH está corrigido pelos fatores FD e FM.

** O VMH está expandido pela taxa de crescimento do tráfego e já considera os tráfegos desviados e gerados.

Tabela 2.1-56 Fluxos na hora mais movimentada no posto de contagem P8

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 2 - Rio Rufino - Urubici							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	11	1	1	0	0	2	15
2025** (10º ano)	32	2	11	23	1	5	75

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 3 - Rio Rufino - Vacariano							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	0	0	0	0	0	0	0
2025** (10º ano)	0	0	0	0	0	0	0

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 4 - Vacariano - Rio Rufino							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	0	0	0	0	0	0	0
2025** (10º ano)	0	0	0	0	0	0	0

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 6 - Vacariano - Urubici							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	5	0	0	0	0	0	5
2025** (10º ano)	6	0	0	0	0	0	6

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 7 - Urubici - Vacariano							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	1	0	0	0	0	0	1
2025** (10º ano)	1	0	0	0	0	0	1

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 8 - Urubici - Rio Rufino							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	4	0	3	2	0	2	10
2025** (10º ano)	60	1	9	14	5	12	101

* O VMH está corrigido pelos fatores FD e FM.

** O VMH está expandido pela taxa de crescimento do tráfego e já considera os tráfegos desviados e gerados.

Tabela 2.1-57 Fluxos na hora mais movimentada no posto de contagem P9

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 2 - Rio Rufino - Urubici							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	17	1	0	0	0	2	20
2025** (10º ano)	40	2	9	23	1	5	81

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 3 - Rio Rufino - São Francisco							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	0	0	0	0	0	0	0
2025** (10º ano)	0	0	0	0	0	0	0

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 4 - São Francisco - Rio Rufino							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	1	0	0	0	0	0	1
2025** (10º ano)	1	0	0	0	0	0	1

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 6 - São Francisco - Urubici							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	4	0	0	0	0	2	6
2025** (10º ano)	5	0	0	0	0	2	7

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 7 - Urubici - São Francisco							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	3	0	0	1	0	3	8
2025** (10º ano)	4	0	0	1	0	4	10

Volumes Horários Máximos (VHM) do Movimento 8 - Urubici - Rio Rufino							
Ano	Autom. / Util.	Ônibus	Caminhão Simples	Caminhão Duplo	Reboque / Semireb.	Motos	TOTAL
2013* (base)	7	0	2	0	2	2	12
2025** (10º ano)	64	1	7	11	8	12	103

* O VMH está corrigido pelos fatores FD e FM.

** O VMH está expandido pela taxa de crescimento do tráfego e já considera os tráfegos desviados e gerados.

2.1.10.2 Determinação dos Fluxos Principais Determinantes

Para a conversão de número de veículos total em Unidades de Carros de Passeio iremos utilizar um fator de conversão que está diretamente relacionado a inclinação do trecho do qual o usuário está saindo. Abaixo estão apresentados os fatores utilizados em cada movimento e em cada posto de contagem.

Tabela 2.1-58 Fatores de Conversão em UCP para o posto de contagem P1

Classe dos Veículos	Fatores de Conversão de vam/h para UCP/h nos fluxos		
	2-3	4-6	7-8
Automóveis e Camionetas	1,0	1,4	1,0
Caminhões sem reboque	1,5	3,0	1,5
Caminhões com reboque	2,0	6,0	2,0
Motos	0,5	0,7	0,5

Tabela 2.1-59 Fatores de Conversão em UCP para o posto de contagem P2

Classe dos Veículos	Fatores de Conversão de vam/h para UCP/h nos fluxos		
	2-3	4-6	7-8
Automóveis e Camionetas	1,4	1,4	0,8
Caminhões sem reboque	3,0	3,0	1,0
Caminhões com reboque	6,0	6,0	1,2
Motos	0,7	0,7	0,3

Tabela 2.1-60 Fatores de Conversão em UCP para o posto de contagem P3

Classe dos Veículos	Fatores de Conversão de vam/h para UCP/h nos fluxos		
	2-3	4-6	7-8
Automóveis e Camionetas	1,4	0,8	0,8
Caminhões sem reboque	3,0	1,0	1,0
Caminhões com reboque	6,0	1,2	1,2
Motos	0,7	0,3	0,3

Tabela 2.1-61 Fatores de Conversão em UCP para o posto de contagem P4

Classe dos Veículos	Fatores de Conversão de vam/h para UCP/h nos fluxos		
	2-3	4-6	7-8
Automóveis e Camionetas	1,4	1,4	0,8
Caminhões sem reboque	3,0	3,0	1,0
Caminhões com reboque	6,0	6,0	1,2
Motos	0,7	0,7	0,3

Tabela 2.1-62 Fatores de Conversão em UCP para o posto de contagem P5

Classe dos Veículos	Fatores de Conversão de vam/h para UCP/h nos fluxos		
	2-3	4-6	7-8
Automóveis e Camionetas	1,4	1,4	0,8
Caminhões sem reboque	3,0	3,0	1,0
Caminhões com reboque	6,0	6,0	1,2
Motos	0,7	0,7	0,3

Tabela 2.1-63 Fatores de Conversão em UCP para o posto de contagem P6

Classe dos Veículos	Fatores de Conversão de vam/h para UCP/h nos fluxos		
	2-3	4-6	7-8
Automóveis e Camionetas	1,0	0,8	1,0
Caminhões sem reboque	1,5	1,0	1,5
Caminhões com reboque	2,0	1,2	2,0
Motos	0,5	0,3	0,5

Tabela 2.1-64 Fatores de Conversão em UCP para o posto de contagem P7

Classe dos Veículos	Fatores de Conversão de vam/h para UCP/h nos fluxos		
	2-3	4-6	7-8
Automóveis e Camionetas	0,8	1,4	1,4
Caminhões sem reboque	1,0	3,0	3,0
Caminhões com reboque	1,2	6,0	6,0
Motos	0,3	0,7	0,7

Tabela 2.1-65 Fatores de Conversão em UCP para o posto de contagem P8

Classe dos Veículos	Fatores de Conversão de vam/h para UCP/h nos fluxos		
	2-3	4-6	7-8
Automóveis e Camionetas	1,4	1,0	1,4
Caminhões sem reboque	3,0	1,5	3,0
Caminhões com reboque	6,0	2,0	6,0
Motos	0,7	0,5	0,7

Tabela 2.1-66 Fatores de Conversão em UCP para o posto de contagem P9

Classe dos Veículos	Fatores de Conversão de vam/h para UCP/h nos fluxos		
	2-3	4-6	7-8
Automóveis e Camionetas	1,4	0,8	1,4
Caminhões sem reboque	3,0	1,0	3,0
Caminhões com reboque	6,0	1,2	6,0
Motos	0,7	0,3	0,7

Com esses fatores pode-se fazer a conversão dos fluxos de cada interseção, conforme as tabelas a seguir.

Tabela 2.1-67 Fluxos do posto de contagem P1 convertido em UCP

Movimento	Ordem	Volume Máximo Horário Anual				vam/h	UCP/h
		Automoveis + Camionetas	Veic. Carga sem Reboque + Coletivo	Veic. Carga com Reboque	Motos		
2	1	26	39	1	7	73	90
3	1	0	0	0	1	1	1
4	3	4	0	0	1	5	6
6	2	11	0	0	5	16	19
7	2	13	0	0	8	22	17
8	1	59	23	5	15	101	110

Tabela 2.1-68 Fluxos do posto de contagem P2 convertido em UCP

Movimento	Ordem	Volume Máximo Horário Anual				vam/h	UCP/h
		Automoveis + Camionetas	Veic. Carga sem Reboque + Coletivo	Veic. Carga com Reboque	Motos		
2	1	22	37	1	4	64	151
3	1	4	0	0	1	5	6
4	3	5	0	0	0	5	7
6	2	0	2	0	1	3	6
7	2	7	5	0	11	23	14
8	1	66	21	5	17	109	85

Tabela 2.1-69 Fluxos do posto de contagem P3 convertido em UCP

Movimento	Ordem	Volume Máximo Horário Anual				vam/h	UCP/h
		Automoveis + Camionetas	Veic. Carga sem Reboque + Coletivo	Veic. Carga com Reboque	Motos		
2	1	23	35	1	5	65	149
3	1	0	0	0	0	0	0
4	3	2	0	0	3	5	3
6	2	0	0	0	1	1	0
7	2	0	0	0	1	1	0
8	1	58	18	5	14	95	75

Tabela 2.1-70 Fluxos do posto de contagem P4 convertido em UCP

Movimento	Ordem	Volume Máximo Horário Anual				vam/h	UCP/h
		Automoveis + Camionetas	Veic. Carga sem Reboque + Coletivo	Veic. Carga com Reboque	Motos		
2	1	24	34	1	5	65	147
3	1	2	1	0	2	5	8
4	3	1	0	0	1	2	2
6	2	3	0	0	0	3	4
7	2	1	1	0	0	2	2
8	1	58	19	5	11	93	75

Tabela 2.1-71 Fluxos do posto de contagem P5 convertido em UCP

Movimento	Ordem	Volume Máximo Horário Anual				vam/h	UCP/h
		Automoveis + Camionetas	Veic. Carga sem Reboque + Coletivo	Veic. Carga com Reboque	Motos		
2	1	22	33	1	5	62	142
3	1	1	0	0	4	5	4
4	3	1	3	0	0	4	10
6	2	1	0	0	0	1	1
7	2	0	0	0	0	0	0
8	1	60	18	5	18	101	77

Tabela 2.1-72 Fluxos do posto de contagem P6 convertido em UCP

Movimento	Ordem	Volume Máximo Horário Anual				vam/h	UCP/h
		Automoveis + Camionetas	Veic. Carga sem Reboque + Coletivo	Veic. Carga com Reboque	Motos		
2	1	21	37	1	9	69	84
3	1	0	0	0	0	0	0
4	3	0	0	0	0	0	0
6	2	2	1	0	2	5	3
7	2	4	0	0	3	7	6
8	1	58	17	5	12	92	99

Tabela 2.1-73 Fluxos do posto de contagem P7 convertido em UCP

Movimento	Ordem	Volume Máximo Horário Anual				vam/h	UCP/h
		Automoveis + Camionetas	Veic. Carga sem Reboque + Coletivo	Veic. Carga com Reboque	Motos		
2	1	26	33	1	4	65	57
3	1	0	0	0	7	7	2
4	3	2	0	0	1	4	4
6	2	0	0	0	1	1	1
7	2	4	3	0	1	8	16
8	1	61	18	5	10	94	177

Tabela 2.1-74 Fluxos do posto de contagem P8 convertido em UCP

Movimento	Ordem	Volume Máximo Horário Anual				vam/h	UCP/h
		Automoveis + Camionetas	Veic. Carga sem Reboque + Coletivo	Veic. Carga com Reboque	Motos		
2	1	32	36	1	5	75	164
3	1	0	0	0	0	0	0
4	3	0	0	0	0	0	0
6	2	6	0	0	0	6	6
7	2	1	0	0	0	1	1
8	1	60	24	5	12	101	195

Tabela 2.1-75 Fluxos do posto de contagem P9 convertido em UCP

Movimento	Ordem	Volume Máximo Horário Anual				vam/h	UCP/h
		Automoveis + Camionetas	Veic. Carga sem Reboque + Coletivo	Veic. Carga com Reboque	Motos		
2	1	40	34	1	5	81	170
3	1	0	0	0	0	0	0
4	3	1	0	0	0	1	1
6	2	5	0	0	2	7	5
7	2	4	1	0	4	10	13
8	1	64	20	8	12	103	204

E por fim, foram calculados os Fluxos Principais Determinantes. Conforme o Manual para Cálculo da Capacidade de Interseções sem Semáforo os Fluxos Principais Determinantes de cada movimento de 2ª ou 3ª ordem é calculado conforme a tabela a seguir.

Tabela 2.1-76 Verificação dos Fluxos Principais Determinantes (retirada do Manual para Cálculo de Capacidade de Interseções sem Semáforo)

Tabela 1: Verificação dos Fluxos Principais Determinantes q_d (os índices referem-se aos fluxos de tráfego conforme quadro 1)

Movimento do Fluxo Secundário	n^o	Fluxo Principal Determinante q_d
Saídas à Esquerda	1 7	$q_8 + q_{10}$ $q_7 + q_{15}$
Entradas à Direita	6 12	$q_2^{(2)} + 0,5 \cdot q_1^{(1)}$ $q_1^{(2)} + 0,5 \cdot q_6^{(1)}$
Cruzamento	5 11	$q_2 + 0,5 \cdot q_1^{(1)} + q_8 + q_9 + q_1 + q_7$ $q_2 + q_7 + q_8 + 0,5 \cdot q_1^{(1)} + q_1 + q_9$
Entradas à Esquerda	4 10	$q_1 + 0,5 \cdot q_6^{(1)} + q_8 + q_1 + q_7 + q_{11} + q_{11}$ $q_2 + q_8 + 0,5 \cdot q_6^{(1)} + q_1 + q_7 + q_{10} + q_1$

- 1) Quando existir uma faixa para as saídas à direita, q_7 e q_9 não deverão ser considerados.
- 2) Para uma entrada preferencial com várias faixas de trânsito, os volumes de tráfego q_2 e q_1 serão aqueles da faixa externa.
- 3) Quando o volume de tráfego de saídas à direita for separado por uma ilha triangular com a sinalização "Dê a Preferência", q_8 e q_1 não precisarão ser considerados.
- 4) Quando o volume de tráfego de entradas à direita for separado por uma ilha triangular com a sinalização "Dê a Preferência", q_6 e q_{12} não precisarão ser considerados.

Assim, os Fluxos Principais Determinantes de cada posto de contagem estão apresentados a seguir.

Tabela 2.1-77 Fluxo Principal Determinante do posto de contagem P1

Movimento do Fluxo Secundário	Observações	Fluxo Principal Determinante (qd)	
		vam/h	UCP/h
4	Entrada à esquerda	196	218
6	Entrada à direita	74	91
7	Saídas à esquerda	74	91

Tabela 2.1-78 Fluxo Principal Determinante do posto de contagem P2

Movimento do Fluxo Secundário	Observações	Fluxo Principal Determinante (qd)	
		vam/h	UCP/h
4	Entrada à esquerda	199	253
6	Entrada à direita	67	154
7	Saídas à esquerda	69	157

Tabela 2.1-79 Fluxo Principal Determinante do posto de contagem P3

Movimento do Fluxo Secundário	Observações	Fluxo Principal Determinante (qd)	
		vam/h	UCP/h
4	Entrada à esquerda	161	224
6	Entrada à direita	65	149
7	Saídas à esquerda	65	149

Tabela 2.1-80 Fluxo Principal Determinante do posto de contagem P4

Movimento do Fluxo Secundário	Observações	Fluxo Principal Determinante (qd)	
		vam/h	UCP/h
4	Entrada à esquerda	163	228
6	Entrada à direita	67	151
7	Saídas à esquerda	70	155

Tabela 2.1-81 Fluxo Principal Determinante do posto de contagem P5

Movimento do Fluxo Secundário	Observações	Fluxo Principal Determinante (qd)	
		vam/h	UCP/h
4	Entrada à esquerda	166	222
6	Entrada à direita	65	144
7	Saídas à esquerda	67	146

Tabela 2.1-82 Fluxo Principal Determinante do posto de contagem P6

Movimento do Fluxo Secundário	Observações	Fluxo Principal Determinante (qd)	
		vam/h	UCP/h
4	Entrada à esquerda	168	189
6	Entrada à direita	69	84
7	Saídas à esquerda	69	84

Tabela 2.1-83 Fluxo Principal Determinante do posto de contagem P7

Movimento do Fluxo Secundário	Observações	Fluxo Principal Determinante (qd)	
		vam/h	UCP/h
4	Entrada à esquerda	171	250
6	Entrada à direita	68	58
7	Saídas à esquerda	72	59

Tabela 2.1-84 Fluxo Principal Determinante do posto de contagem P8

Movimento do Fluxo Secundário	Observações	Fluxo Principal Determinante (qd)	
		vam/h	UCP/h
4	Entrada à esquerda	177	360
6	Entrada à direita	75	164
7	Saídas à esquerda	75	164

Tabela 2.1-85 Fluxo Principal Determinante do posto de contagem P9

Movimento do Fluxo Secundário	Observações	Fluxo Principal Determinante (qd)	
		vam/h	UCP/h
4	Entrada à esquerda	194	387
6	Entrada à direita	81	170
7	Saídas à esquerda	81	170

2.1.10.3 Determinação da Capacidade das Interseções

Com os valores determinados anteriormente podemos calcular a capacidade das interseções conforme o método descrito no Manual para Cálculo da Capacidade de Interseções sem Semáforo. Os valores de Capacidade Básica são obtidos através dos gráficos 2a, 2b, 2c e 2d do mesmo manual. Espera-se que as Reservas de Capacidade fiquem acima dos 100 UCP/h para que o tempo de espera de qualquer movimento seja menor que 45 segundos.

Conforme as tabelas apresentadas a seguir todos os postos obtiveram valores satisfatórios. Assim, se forem selecionados para uma implantação de interseção, serão facilmente atendidos com uma interseção simples, em nível único e sem semáforo.

Tabela 2.1-86 Cálculo da Capacidade do posto de contagem P1

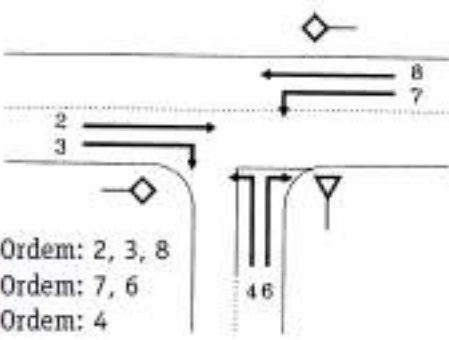
CÁLCULO DA CAPACIDADE DO ACESSO A CERRO BAIO						
 1ª Ordem: 2, 3, 8 2ª Ordem: 7, 6 3ª Ordem: 4				Volumes de Tráfego		Interseção (Acessos)
				Fluxos de 1ª Ordem:		Interseção P1
				q2= 73 vam/h		
				q3= 1 vam/h		
				q8= 101 vam/h		Vm=
				Fluxos com Obrigatoriedade de Dar a Preferência:		50 km/h
1	Nº do fluxo secundários / ordem			7 / 2	6 / 2	4 / 3
2	Símbolo do Movimento					
3	Volumes de Tráfego	qn	vam/h	22	16	5
4			UCP/h	17	19	6
5		fluxo principal determ. Qp (tab. 1) vam/h		74	74	196
6	Capacidade Básica Gn (quadro 2a-d) UCP/h			1000	790	510
7	Capacidade Máxima Ln UCP/h					501
8	Probabilidade da Condição sem Congestionamento Represamento		Po,n (=1-qn/Ln)	0,983		
9			Po,n* (eq. 8)			
10	Capacidade da Faixa Compartilhada		bn (=qn/qm)		0,759	0,241
			Lm (eq. 7) UCP/h		693	
11a	Reserva de Capacidade UCP/h		Rn (=Ln-qn)	983	771	495
			Rm (=Lm-qm)		669	
11b	Fator Prático de Capacidade UCP/h		Pn (=Ln-Rn)	/	/	/
			Pm (=Lm-Rm)		/	
12	Tempo de Espera ou Avaliação			Muito bom	Muito bom	Muito bom
					Muito bom	
13	Avaliação Total			A Configuração proposta atende o Volume de Tráfego		

Tabela 2.1-87 Cálculo da Capacidade do posto de contagem P2

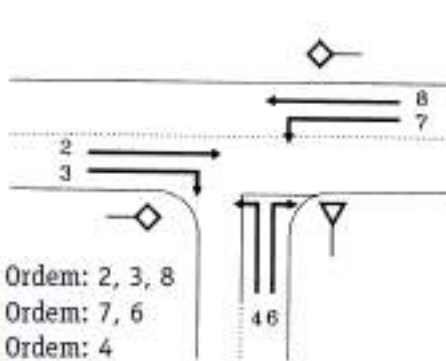
CÁLCULO DA CAPACIDADE DO ACESSO A COMUNIDADE ESPÍRITO SANTO						
 1ª Ordem: 2, 3, 8 2ª Ordem: 7, 6 3ª Ordem: 4				Volumes de Tráfego		Interseção (Acessos)
				Fluxos de 1ª Ordem:		Interseção P2
				q2= 64 vam/h		
				q3= 5 vam/h		
				q8= 109 vam/h		Vm=
				Fluxos com Obrigatoriedade de Dar a Preferência:		50 km/h
1	Nº do fluxo secundários / ordem			7 / 2	6 / 2	4 / 3
2	Símbolo do Movimento					
3	Volumes de Tráfego	qn	vam/h	23	3	5
4			UCP/h	14	6	7
5		fluxo principal determ. Qp (tab. 1) vam/h		69	67	199
6	Capacidade Básica Gn UCP/h (quadro 2a-d)			1005	795	490
7	Capacidade Máxima Ln UCP/h					483
8	Probabilidade da Condição sem Congestionamento Representamento		Po,n (=1-qn/Ln)	0,986		
9			Po,n* (eq. 8)			
10	Capacidade da Faixa Compartilhada		bn (=qn/qm)		0,460	0,540
			Lm (eq. 7) UCP/h		589	
11a	Reserva de Capacidade UCP/h		Rn (=Ln-qn)	991	789	476
			Rm (=Lm-qm)		577	
11b	Fator Prático de Capacidade UCP/h		Pn (=Ln-Rn)	/	/	/
			Pm (=Lm-Rm)		/	
12	Tempo de Espera ou Avaliação			Muito bom	Muito bom	Muito bom
					Muito bom	
13	Avaliação Total			A Configuração proposta atende o Volume de Tráfego		

Tabela 2.1-88 Cálculo da Capacidade do posto de contagem P3

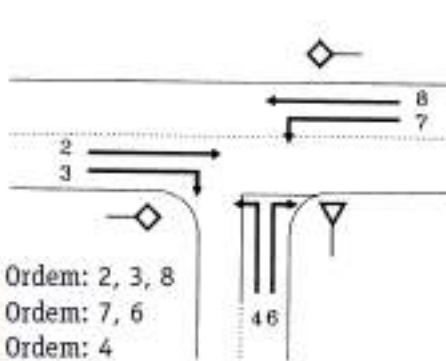
CÁLCULO DA CAPACIDADE DO ACESSO A CACHOEIRA DO RIO TIGRE						
 1ª Ordem: 2, 3, 8 2ª Ordem: 7, 6 3ª Ordem: 4				Volumes de Tráfego		Interseção (Acessos)
				Fluxos de 1ª Ordem:		Interseção P3
				q2= 65 vam/h		
				q3= 0 vam/h		
				q8= 95 vam/h		Vm=
				Fluxos com Obrigatoriedade de Dar a Preferência:		50 km/h
1	Nº do fluxo secundários / ordem			7 / 2	6 / 2	4 / 3
2	Símbolo do Movimento					
3	Volumes de Tráfego	qn	vam/h	1	1	5
4			UCP/h	0	0	3
5		fluxo principal determ. Qp (tab. 1) vam/h		65	65	161
6	Capacidade Básica Gn UCP/h (quadro 2a-d)			1020	800	540
7	Capacidade Máxima Ln UCP/h					540
8	Probabilidade da Condição sem Congestionamento Represamento		Po,n (=1-qn/Ln)	1,000		
9			Po,n* (eq. 8)			
10	Capacidade da Faixa Compartilhada		bn (=qn/qm)		0,107	0,893
			Lm (eq. 7) UCP/h		559	
11a	Reserva de Capacidade UCP/h		Rn (=Ln-qn)	1020	800	537
			Rm (=Lm-qm)		556	
11b	Fator Prático de Capacidade UCP/h		Pn (=Ln-Rn)	/	/	/
			Pm (=Lm-Rm)		/	
12	Tempo de Espera ou Avaliação			Muito bom	Muito bom	Muito bom
					Muito bom	
13	Avaliação Total			A Configuração proposta atende o Volume de Tráfego		

Tabela 2.1-89 Cálculo da Capacidade do posto de contagem P4

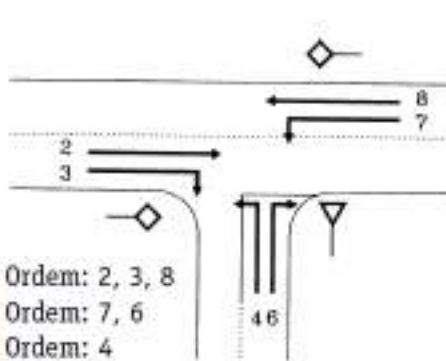
CÁLCULO DA CAPACIDADE DO ACESSO A LAGOA PRETA E PEDRA REDONDA						
 1ª Ordem: 2, 3, 8 2ª Ordem: 7, 6 3ª Ordem: 4				Volumes de Tráfego		Interseção (Acessos)
				Fluxos de 1ª Ordem:		Interseção P4
				q2= 65 vam/h		
				q3= 5 vam/h		
				q8= 93 vam/h		Vm=
				Fluxos com Obrigatoriedade de Dar a Preferência:		50 km/h
1	Nº do fluxo secundários / ordem			7 / 2	6 / 2	4 / 3
2	Símbolo do Movimento					
3	Volumes de Tráfego	qn	vam/h	2	3	2
4			UCP/h	2	4	2
5		fluxo principal determ. Qp (tab. 1) vam/h		70	67	163
6	Capacidade Básica Gn UCP/h (quadro 2a-d)			1005	795	540
7	Capacidade Máxima Ln UCP/h					539
8	Probabilidade da Condição sem Congestionamento Represamento		Po,n (=1-qn/Ln)	0,998		
9			Po,n* (eq. 8)			
10	Capacidade da Faixa Compartilhada		bn (=qn/qm)		0,667	0,333
			Lm (eq. 7) UCP/h		686	
11a	Reserva de Capacidade UCP/h		Rn (=Ln-qn)	1003	791	537
			Rm (=Lm-qm)		680	
11b	Fator Prático de Capacidade UCP/h		Pn (=Ln-Rn)	/	/	/
			Pm (=Lm-Rm)		/	
12	Tempo de Espera ou Avaliação			Muito bom	Muito bom	Muito bom
13	Avaliação Total			A Configuração proposta atende o Volume de Tráfego		

Tabela 2.1-90 Cálculo da Capacidade do posto de contagem P5

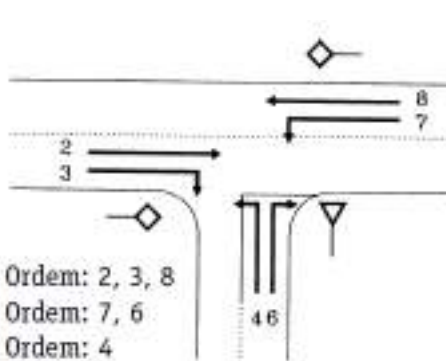
CÁLCULO DA CAPACIDADE DO ACESSO A BOCAINA DO SUL						
 1ª Ordem: 2, 3, 8 2ª Ordem: 7, 6 3ª Ordem: 4				Volumes de Tráfego		Interseção (Acessos)
				Fluxos de 1ª Ordem:		Interseção P5
				q2= 62 vam/h		
				q3= 5 vam/h		
				q8= 101 vam/h		Vm=
				Fluxos com Obrigatoriedade de Dar a Preferência:		50 km/h
1	Nº do fluxo secundários / ordem			7 / 2	6 / 2	4 / 3
2	Símbolo do Movimento					
3	Volumes de Tráfego	qn	vam/h	0	1	4
4			UCP/h	0	1	10
5		fluxo principal determ. Qp (tab. 1) vam/h		67	65	166
6	Capacidade Básica Gn UCP/h (quadro 2a-d)			1015	800	530
7	Capacidade Máxima Ln UCP/h					530
8	Probabilidade da Condição sem Congestionamento Representamento		Po,n (=1-qn/Ln)	1,000		
9			Po,n* (eq. 8)			
10	Capacidade da Faixa Compartilhada		bn (=qn/qm)		0,128	0,872
			Lm (eq. 7) UCP/h		554	
11a	Reserva de Capacidade UCP/h		Rn (=Ln-qn)	1015	799	520
			Rm (=Lm-qm)		543	
11b	Fator Prático de Capacidade UCP/h		Pn (=Ln-Rn)	/	/	/
			Pm (=Lm-Rm)		/	
12	Tempo de Espera ou Avaliação			Muito bom	Muito bom	Muito bom
Muito bom						
13	Avaliação Total			A Configuração proposta atende o Volume de Tráfego		

Tabela 2.1-91 Cálculo da Capacidade do posto de contagem P6

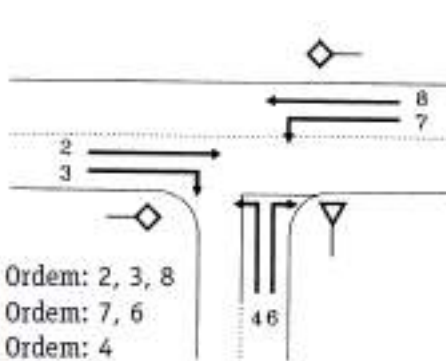
CÁLCULO DA CAPACIDADE DO ACESSO AO BAIRRO GARGANTILHA						
 1ª Ordem: 2, 3, 8 2ª Ordem: 7, 6 3ª Ordem: 4				Volumes de Tráfego		Interseção (Acessos)
				Fluxos de 1ª Ordem:		Interseção P6
				q2= 69 vam/h		
				q3= 0 vam/h		
				q8= 92 vam/h		Vm=
				Fluxos com Obrigatoriedade de Dar a Preferência:		50 km/h
1	Nº do fluxo secundários / ordem			7 / 2	6 / 2	4 / 3
2	Símbolo do Movimento					
3	Volumes de Tráfego	qn	vam/h	7	5	0
4			UCP/h	6	3	0
5		fluxo principal determ. Qp (tab. 1) vam/h		69	69	168
6	Capacidade Básica Gn (quadro 2a-d) UCP/h			1010	795	535
7	Capacidade Máxima Ln UCP/h					532
8	Probabilidade da Condição sem Congestionamento Represamento		Po,n (=1-qn/Ln)	0,995		
9			Po,n* (eq. 8)			
10	Capacidade da Faixa Compartilhada		bn (=qn/qm)		1,000	0,000
			Lm (eq. 7) UCP/h		795	
11a	Reserva de Capacidade UCP/h		Rn (=Ln-qn)	1004	792	532
			Rm (=Lm-qm)		792	
11b	Fator Prático de Capacidade UCP/h		Pn (=Ln-Rn)	/	/	/
			Pm (=Lm-Rm)		/	
12	Tempo de Espera ou Avaliação			Muito bom	Muito bom	Muito bom
					Muito bom	
13	Avaliação Total			A Configuração proposta atende o Volume de Tráfego		

Tabela 2.1-92 Cálculo da Capacidade do posto de contagem P7

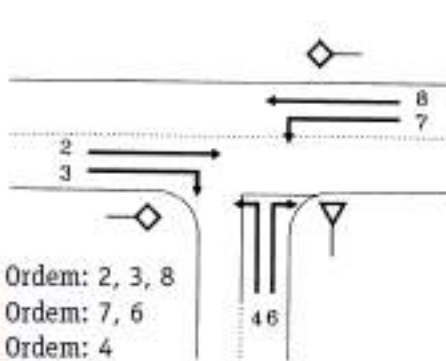
CÁLCULO DA CAPACIDADE DO ACESSO A ESP. SANTO E LIBERDADE						
 1ª Ordem: 2, 3, 8 2ª Ordem: 7, 6 3ª Ordem: 4				Volumes de Tráfego		Interseção (Acessos)
				Fluxos de 1ª Ordem:		Interseção P7
				q2= 65 vam/h		
				q3= 7 vam/h		
				q8= 94 vam/h		Vm=
				Fluxos com Obrigatoriedade de Dar a Preferência:		50 km/h
1	Nº do fluxo secundários / ordem			7 / 2	6 / 2	4 / 3
2	Símbolo do Movimento					
3	Volumes de Tráfego	qn	vam/h	8	1	4
4			UCP/h	16	1	4
5		fluxo principal determ. Qp (tab. 1) vam/h		72	68	171
6	Capacidade Básica Gn UCP/h (quadro 2a-d)			1005	795	540
7	Capacidade Máxima Ln UCP/h					532
8	Probabilidade da Condição sem Congestionamento Representamento		Po,n (=1-qn/Ln)	0,984		
9			Po,n* (eq. 8)			
10	Capacidade da Faixa Compartilhada		bn (=qn/qm)		0,167	0,833
			Lm (eq. 7) UCP/h		563	
11a	Reserva de Capacidade UCP/h		Rn (=Ln-qn)	989	794	527
			Rm (=Lm-qm)		558	
11b	Fator Prático de Capacidade UCP/h		Pn (=Ln-Rn)	/	/	/
			Pm (=Lm-Rm)		/	
12	Tempo de Espera ou Avaliação			Muito bom	Muito bom	Muito bom
Muito bom						
13	Avaliação Total			A Configuração proposta atende o Volume de Tráfego		

Tabela 2.1-93 Cálculo da Capacidade do posto de contagem P8

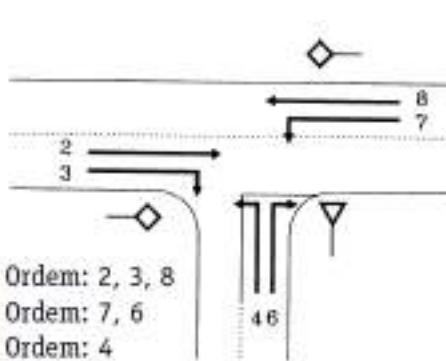
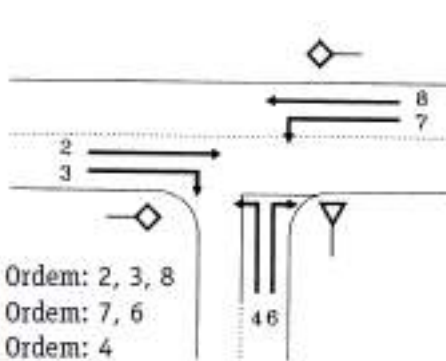
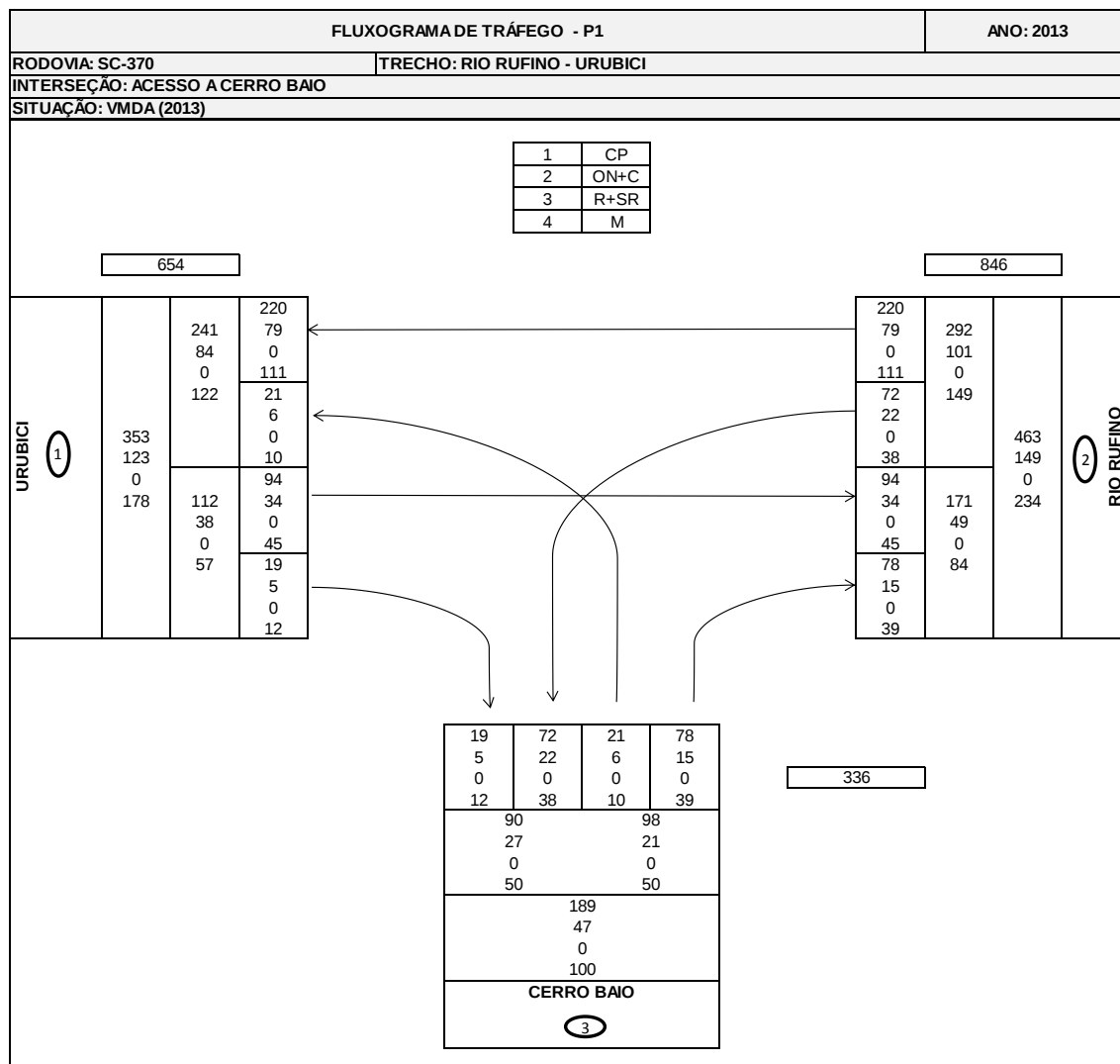
CÁLCULO DA CAPACIDADE DO ACESSO A COMUNIDADE VACARIANO						
 1ª Ordem: 2, 3, 8 2ª Ordem: 7, 6 3ª Ordem: 4				Volumes de Tráfego		Interseção (Acessos)
				Fluxos de 1ª Ordem:		Interseção P8
				q2= 75 vam/h		
				q3= 0 vam/h		
				q8= 101 vam/h		Vm=
				Fluxos com Obrigatoriedade de Dar a Preferência:		50 km/h
1	Nº do fluxo secundários / ordem			7 / 2	6 / 2	4 / 3
2	Símbolo do Movimento					
3	Volumes de Tráfego	qn	vam/h	1	6	0
4			UCP/h	1	6	0
5		fluxo principal determ. Qp (tab. 1) vam/h		75	75	177
6	Capacidade Básica Gn UCP/h (quadro 2a-d)			1000	795	525
7	Capacidade Máxima Ln UCP/h					524
8	Probabilidade da Condição sem Congestionamento Representamento		Po,n (=1-qn/Ln)	0,999		
9			Po,n* (eq. 8)			
10	Capacidade da Faixa Compartilhada		bn (=qn/qm)		1,000	0,000
			Lm (eq. 7) UCP/h		795	
11a	Reserva de Capacidade UCP/h		Rn (=Ln-qn)	999	789	524
			Rm (=Lm-qm)		789	
11b	Fator Prático de Capacidade UCP/h		Pn (=Ln-Rn)	/	/	/
			Pm (=Lm-Rm)		/	
12	Tempo de Espera ou Avaliação			Muito bom	Muito bom	Muito bom
					Muito bom	
13	Avaliação Total			A Configuração proposta atende o Volume de Tráfego		

Tabela 2.1-94 Cálculo da Capacidade do posto de contagem P9

CÁLCULO DA CAPACIDADE DO ACESSO A SÃO FRANCISCO						
 1ª Ordem: 2, 3, 8 2ª Ordem: 7, 6 3ª Ordem: 4				Volumes de Tráfego		Interseção (Acessos)
				Fluxos de 1ª Ordem:		Interseção P9
				q2= 81 vam/h		
				q3= 0 vam/h		
				q8= 103 vam/h		Vm=
				Fluxos com Obrigatoriedade de Dar a Preferência:		50 km/h
1	Nº do fluxo secundários / ordem			7 / 2	6 / 2	4 / 3
2	Símbolo do Movimento					
3	Volumes de Tráfego	qn	vam/h	10	7	1
4			UCP/h	13	5	1
5		fluxo principal determ. Qp (tab. 1) vam/h		81	81	194
6	Capacidade Básica Gn UCP/h (quadro 2a-d)			985	775	505
7	Capacidade Máxima Ln UCP/h					498
8	Probabilidade da Condição sem Congestionamento Represamento		Po,n (=1-qn/Ln)	0,986		
9			Po,n* (eq. 8)			
10	Capacidade da Faixa Compartilhada		bn (=qn/qm)		0,852	0,148
			Lm (eq. 7) UCP/h		716	
11a	Reserva de Capacidade UCP/h		Rn (=Ln-qn)	972	770	497
			Rm (=Lm-qm)		710	
11b	Fator Prático de Capacidade UCP/h		Pn (=Ln-Rn)	/	/	/
			Pm (=Lm-Rm)		/	
12	Tempo de Espera ou Avaliação			Muito bom	Muito bom	Muito bom
					Muito bom	
13	Avaliação Total			A Configuração proposta atende o Volume de Tráfego		

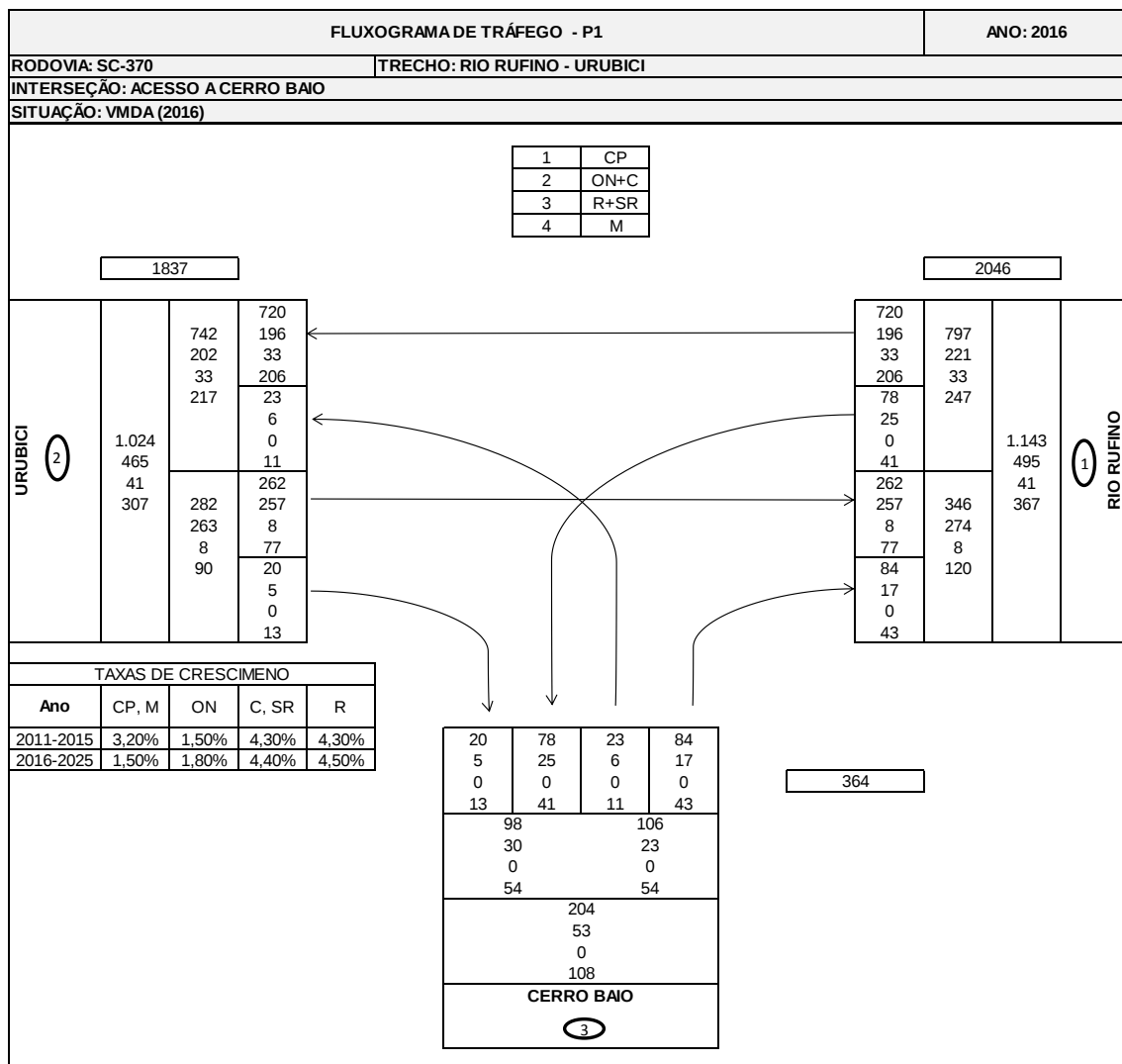
2.1.11 Fluxogramas

Nas páginas a seguir estão apresentados os Fluxogramas de Tráfego para os 9 postos de contagem de 13 horas em interseções, no ano de contagem, abertura, e 10º ano de funcionamento.



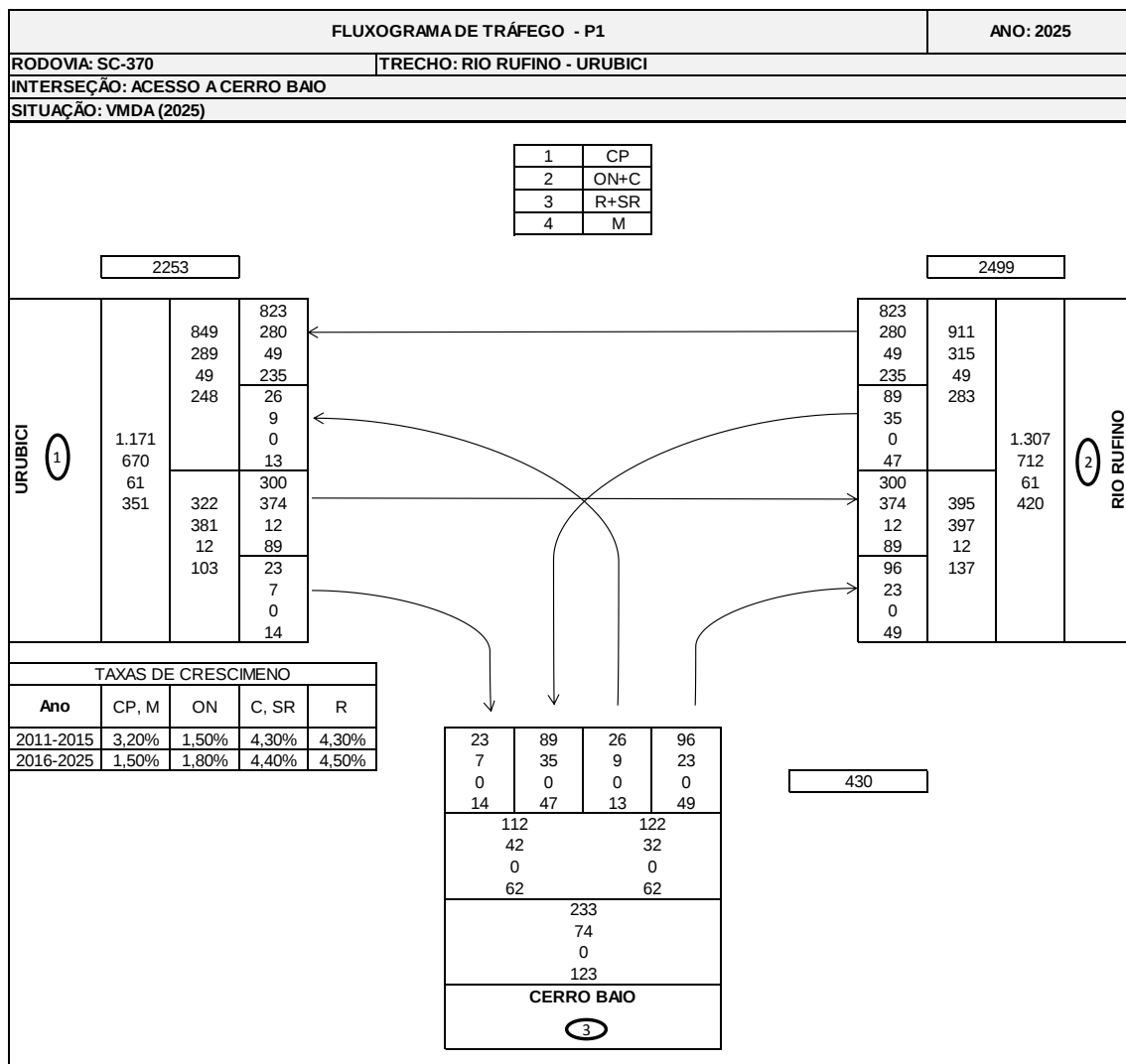
- CP – Carros de Passeio e Utilitários;
- ON – Coletivos;
- C – Caminhões Simples e Duplos;
- SR – Semirreboques;
- R – Reboques;
- M – Motos.

Figura 2.1-15 Fluxograma de Tráfego em 2013 para o Posto P1



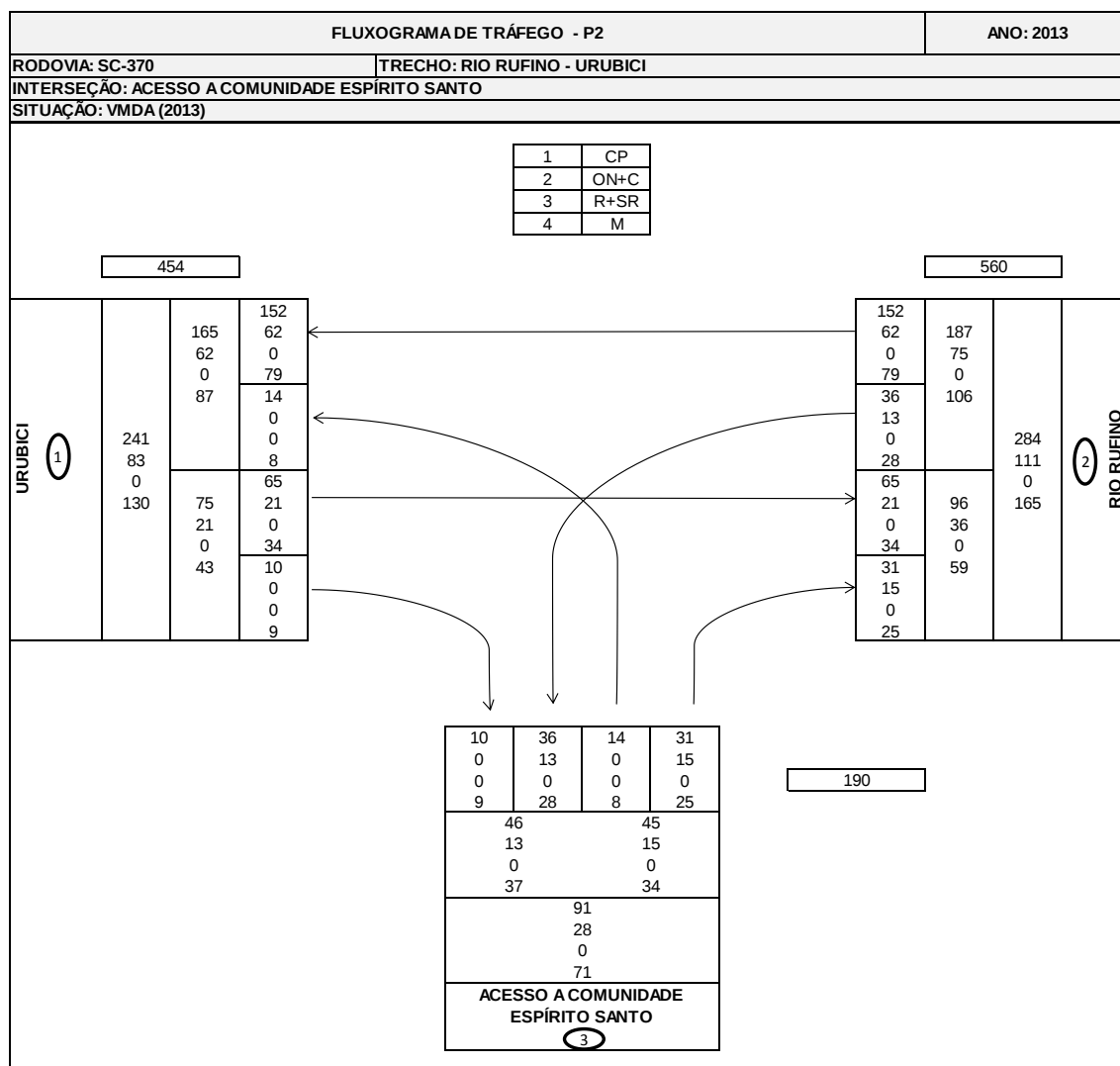
- CP – Carros de Passeio e Utilitários;
- ON – Coletivos;
- C – Caminhões Simples e Duplos;
- SR – Semirreboques;
- R – Reboques;
- M – Motos.

Figura 2.1-16 Fluxograma de Tráfego em 2016 para o Posto P1



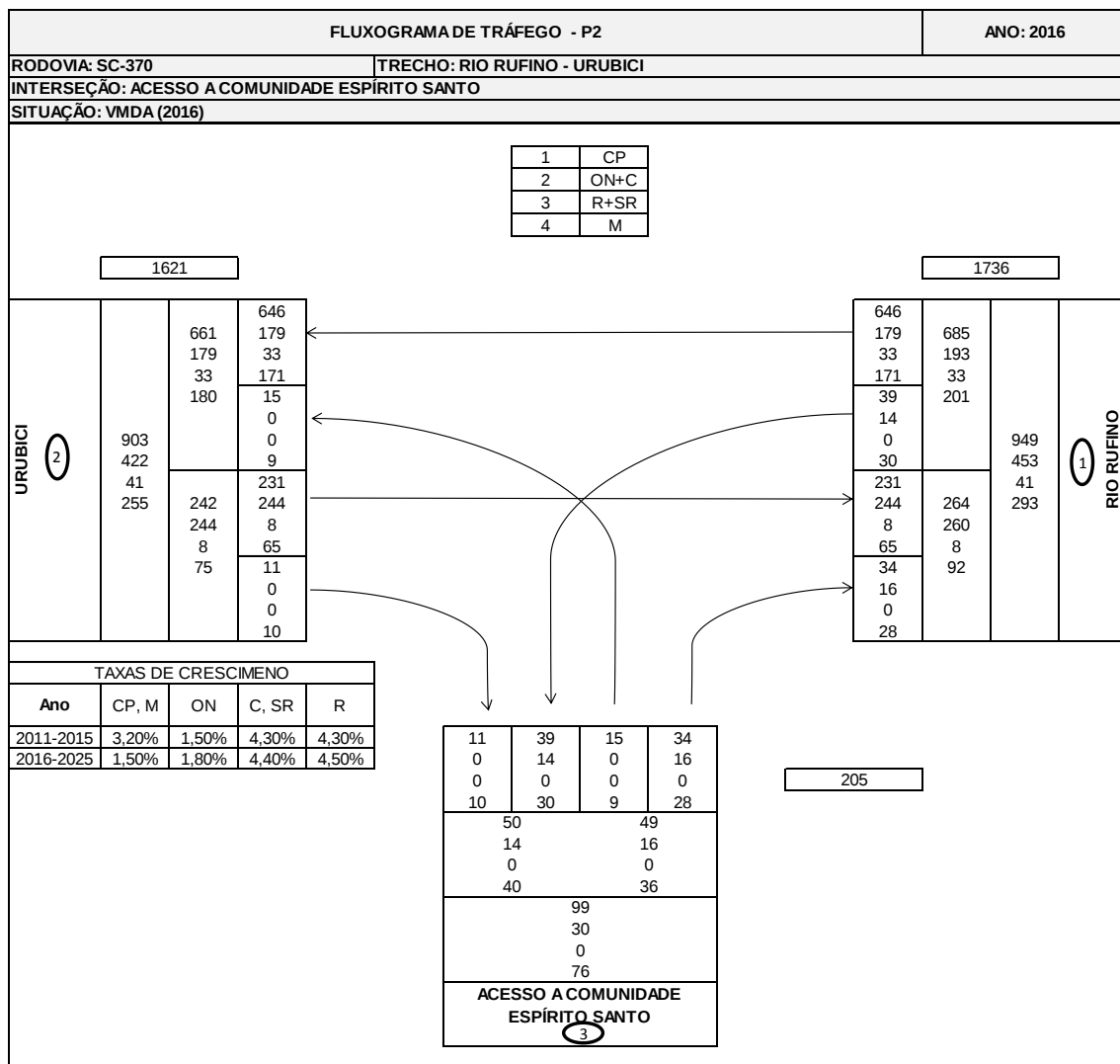
- CP – Carros de Passeio e Utilitários;
- ON – Coletivos;
- C – Caminhões Simples e Duplos;
- SR – Semirreboques;
- R – Reboques;
- M – Motos.

Figura 2.1-17 Fluxograma de Tráfego em 2025 para o Posto P1



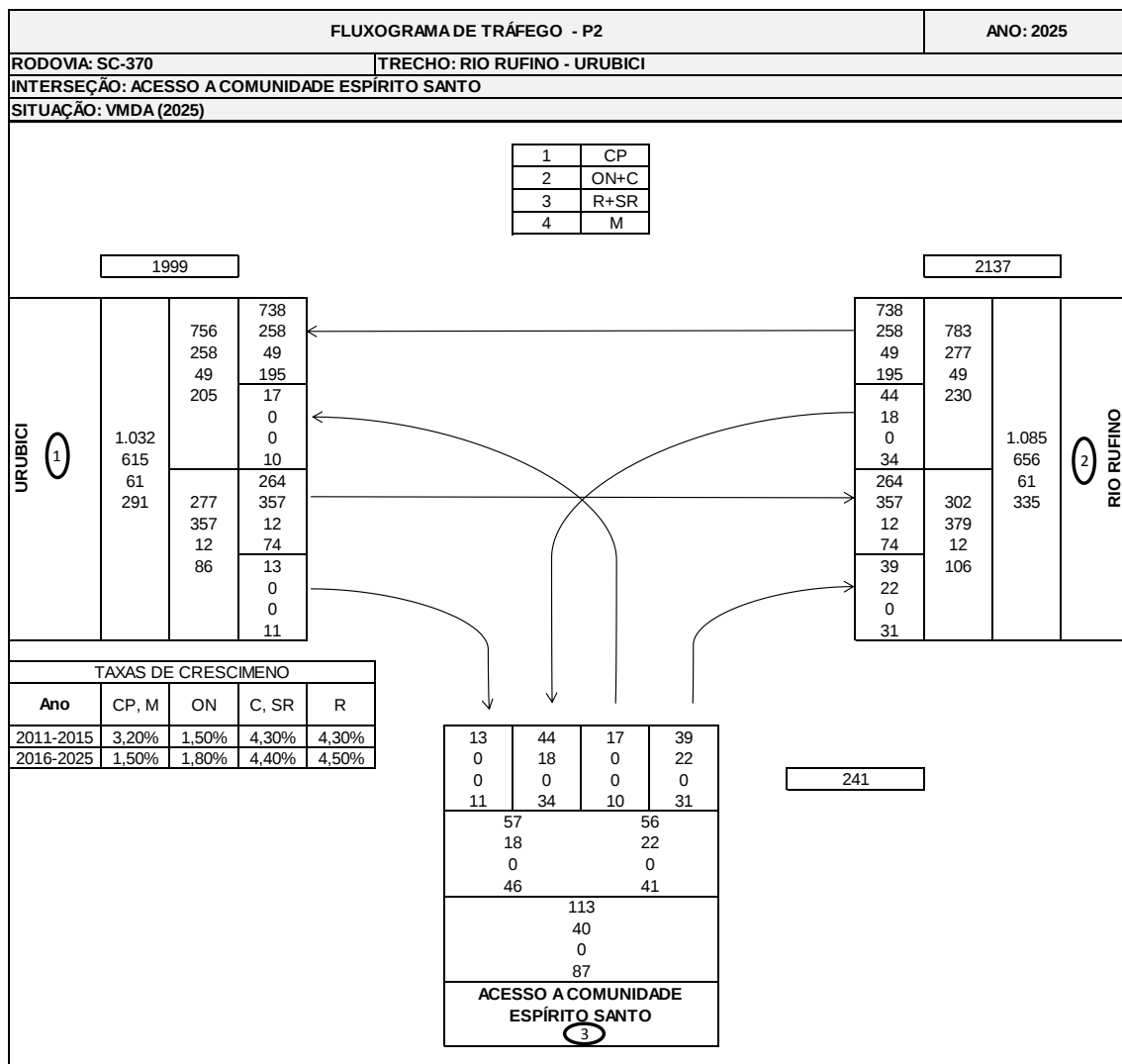
- CP – Carros de Passeio e Utilitários;
- ON – Coletivos;
- C – Caminhões Simples e Duplos;
- SR – Semirreboques;
- R – Reboques;
- M – Motos.

Figura 2.1-18 Fluxograma de Tráfego em 2013 para o Posto P2



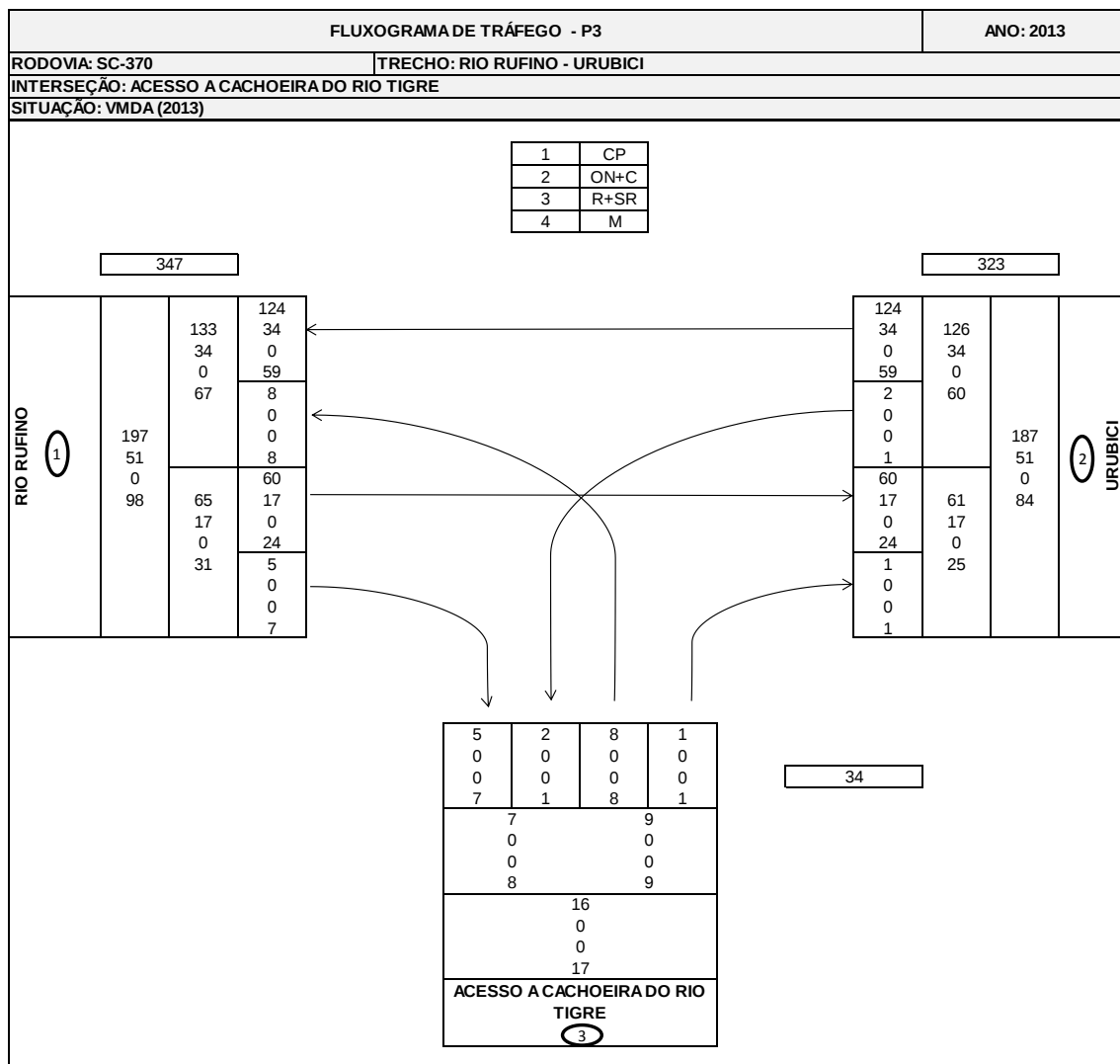
- CP – Carros de Passeio e Utilitários;
- ON – Coletivos;
- C – Caminhões Simples e Duplos;
- SR – Semirreboques;
- R – Reboques;
- M – Motos.

Figura 2.1-19 Fluxograma de Tráfego em 2016 para o Posto P2



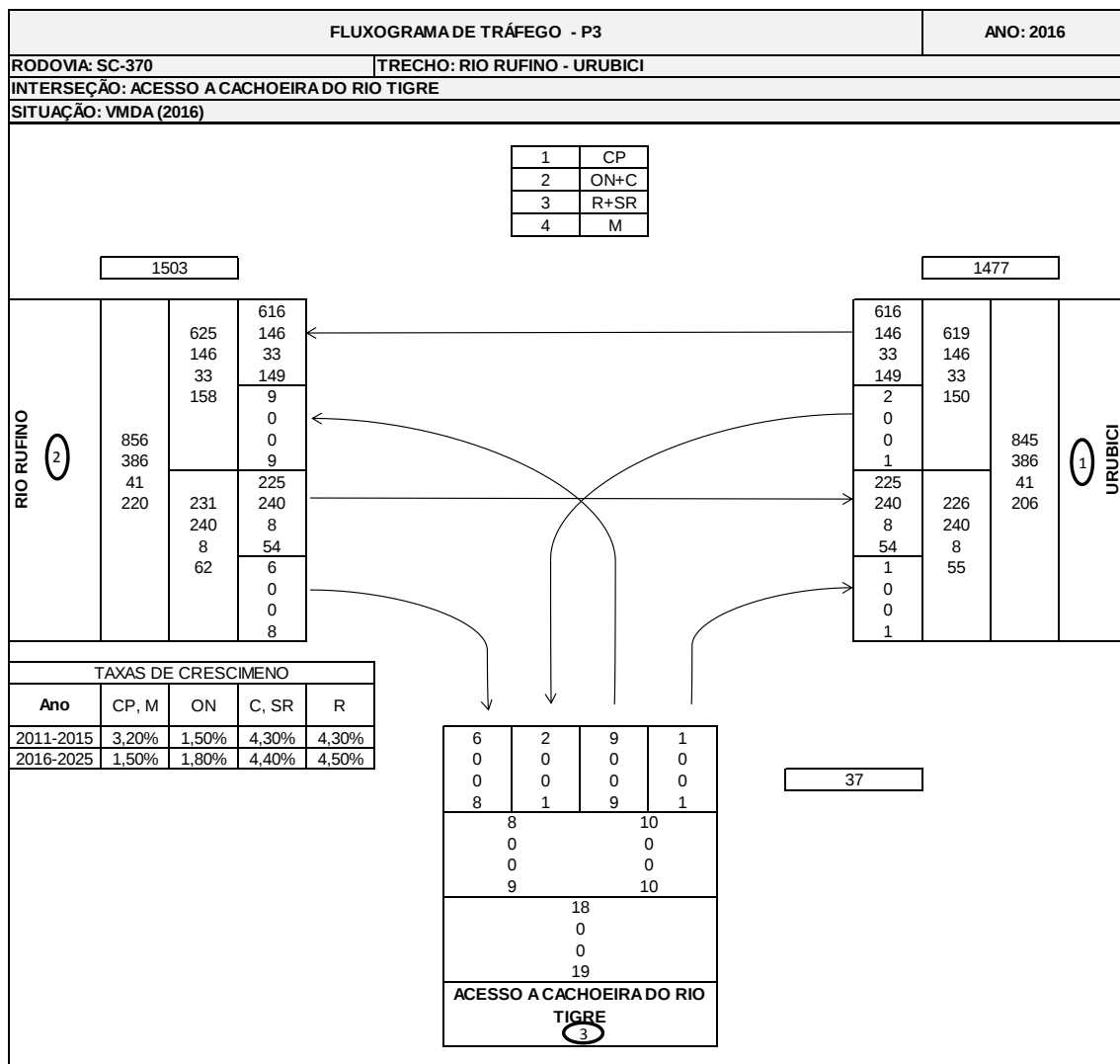
- CP – Carros de Passeio e Utilitários;
- ON – Coletivos;
- C – Caminhões Simples e Duplos;
- SR – Semirreboques;
- R – Reboques;
- M – Motos.

Figura 2.1-20 Fluxograma de Tráfego em 2025 para o Posto P2



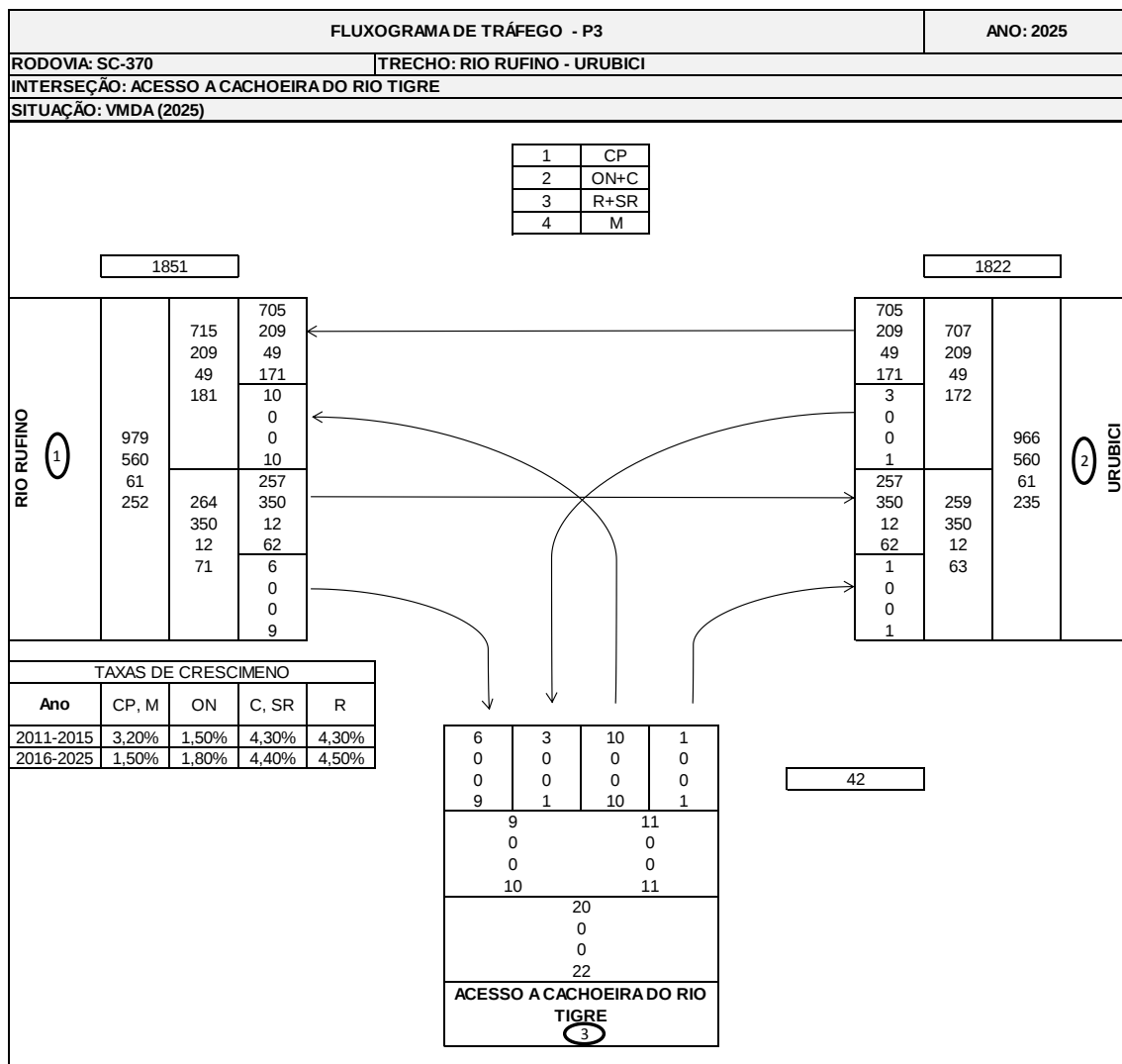
- CP – Carros de Passeio e Utilitários;
- ON – Coletivos;
- C – Caminhões Simples e Duplos;
- SR – Semirreboques;
- R – Reboques;
- M – Motos.

Figura 2.1-21 Fluxograma de Tráfego em 2013 para o Posto P3



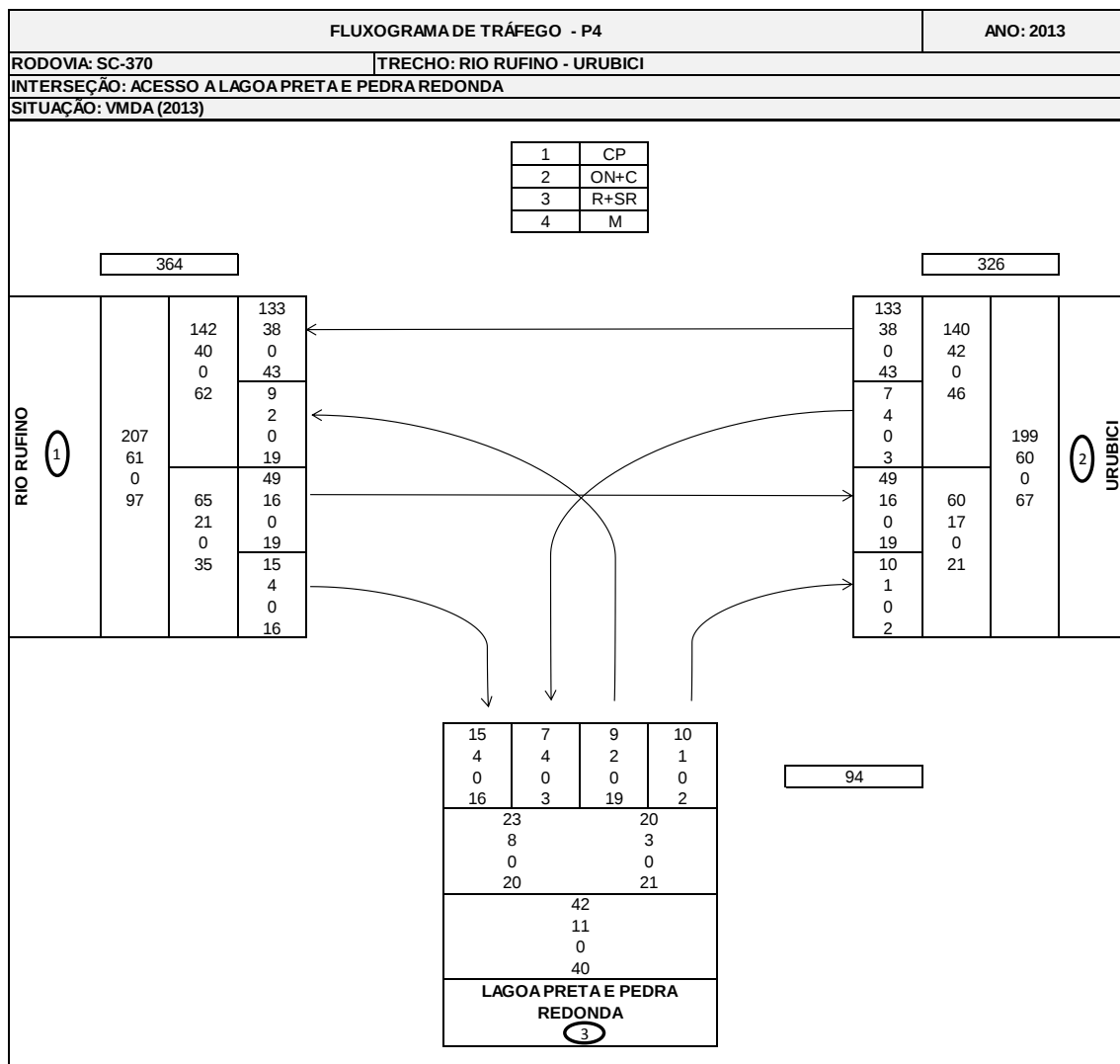
- CP – Carros de Passeio e Utilitários;
- ON – Coletivos;
- C – Caminhões Simples e Duplos;
- SR – Semirreboques;
- R – Reboques;
- M – Motos.

Figura 2.1-22 Fluxograma de Tráfego em 2016 para o Posto P3



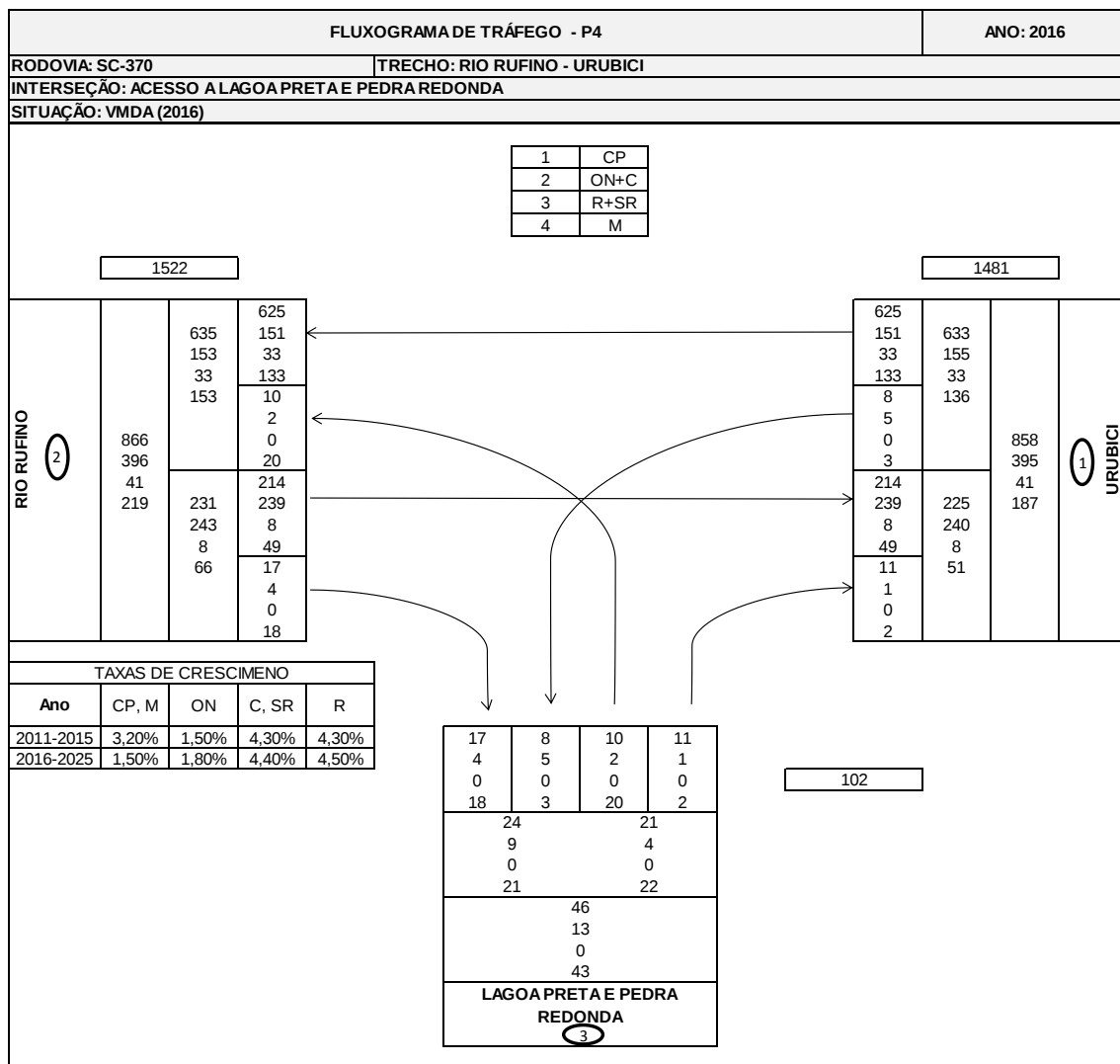
- CP – Carros de Passeio e Utilitários;
- ON – Coletivos;
- C – Caminhões Simples e Duplos;
- SR – Semirreboques;
- R – Reboques;
- M – Motos.

Figura 2.1-23 Fluxograma de Tráfego em 2025 para o Posto P3



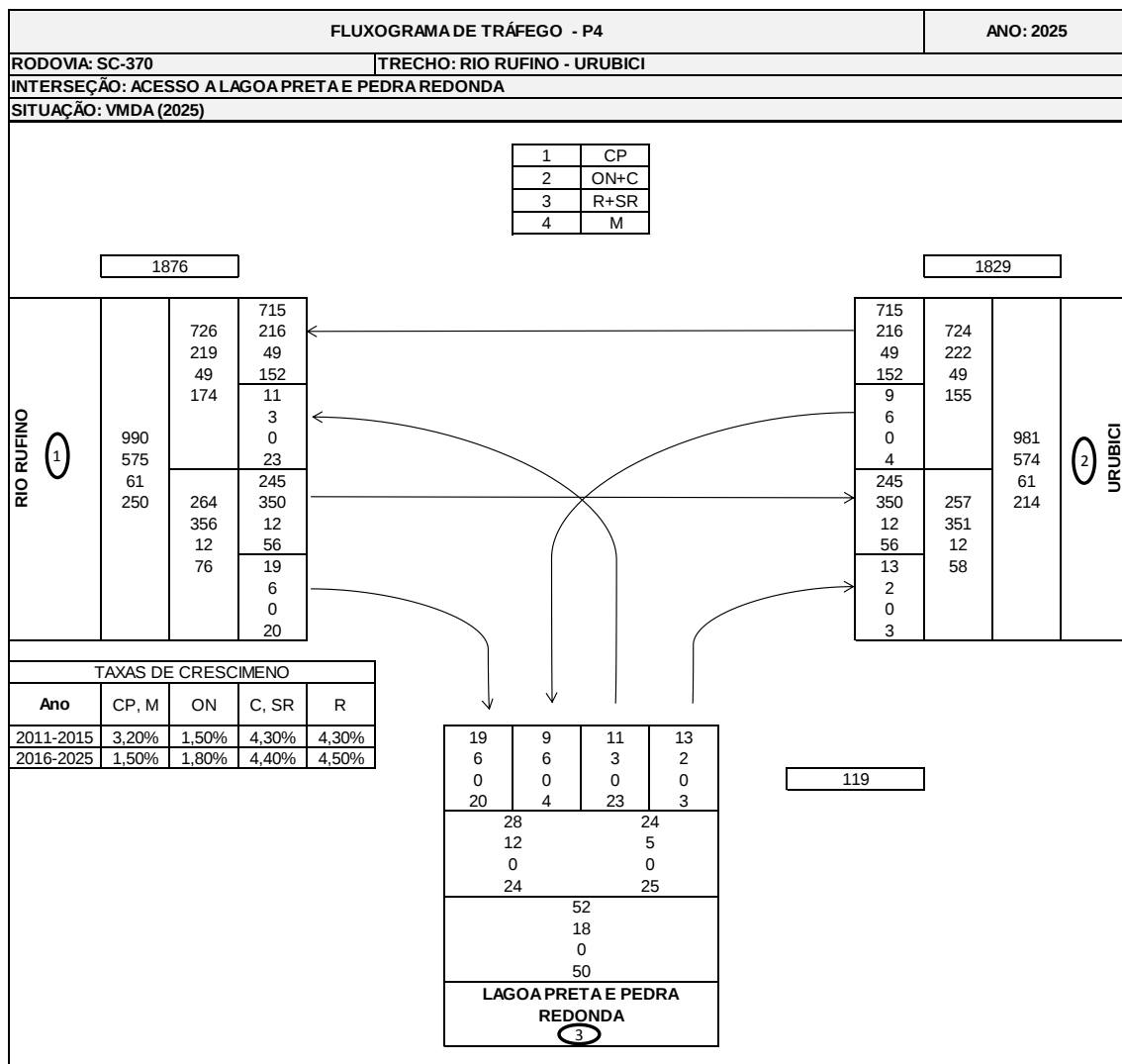
- CP – Carros de Passeio e Utilitários;
- ON – Coletivos;
- C – Caminhões Simples e Duplos;
- SR – Semirreboques;
- R – Reboques;
- M – Motos.

Figura 2.1-24 Fluxograma de Tráfego em 2013 para o Posto P4



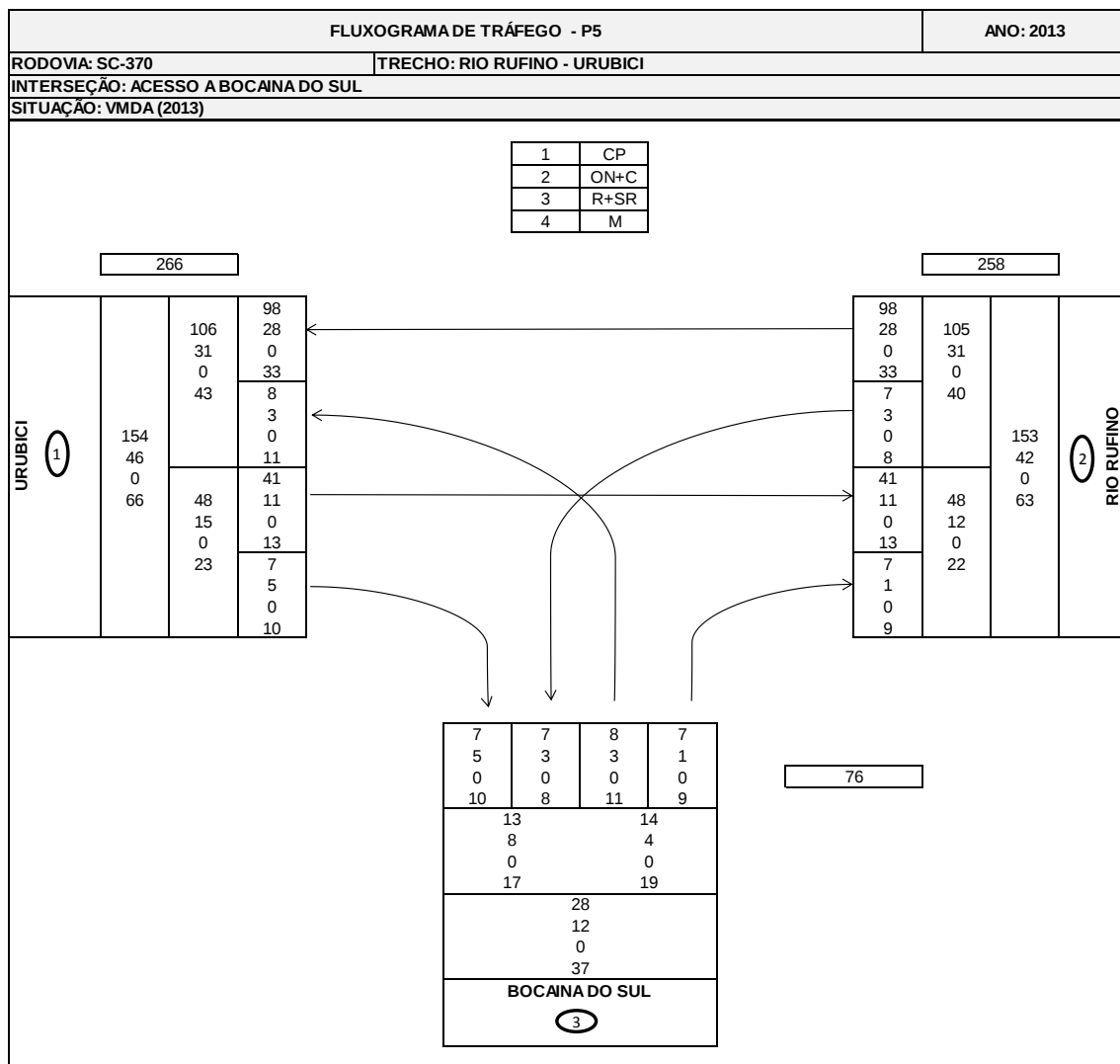
- CP – Carros de Passeio e Utilitários;
- ON – Coletivos;
- C – Caminhões Simples e Duplos;
- SR – Semirreboques;
- R – Reboques;
- M – Motos.

Figura 2.1-25 Fluxograma de Tráfego em 2016 para o Posto P4



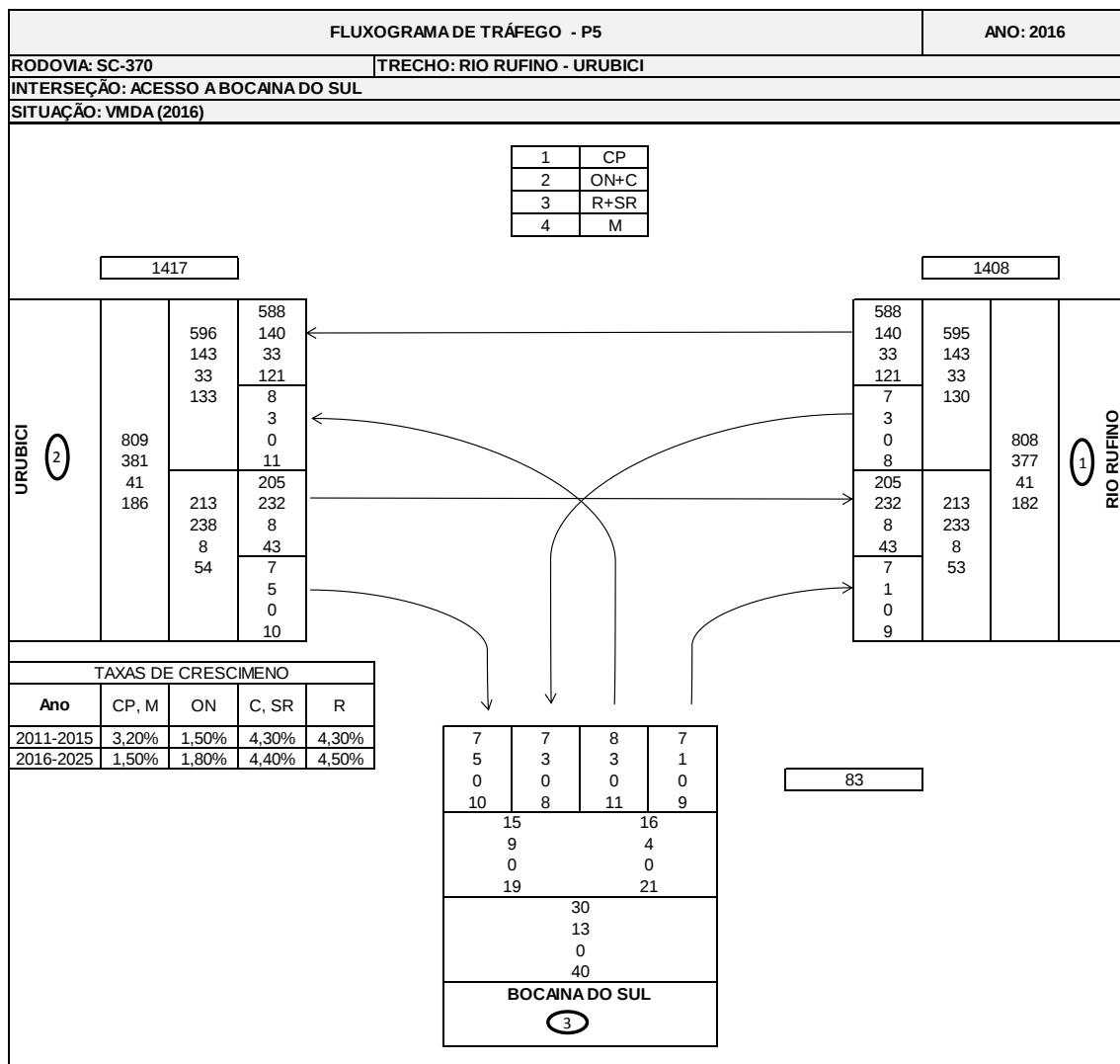
- CP – Carros de Passeio e Utilitários;
- ON – Coletivos;
- C – Caminhões Simples e Duplos;
- SR – Semirreboques;
- R – Reboques;
- M – Motos.

Figura 2.1-26 Fluxograma de Tráfego em 2025 para o Posto P4



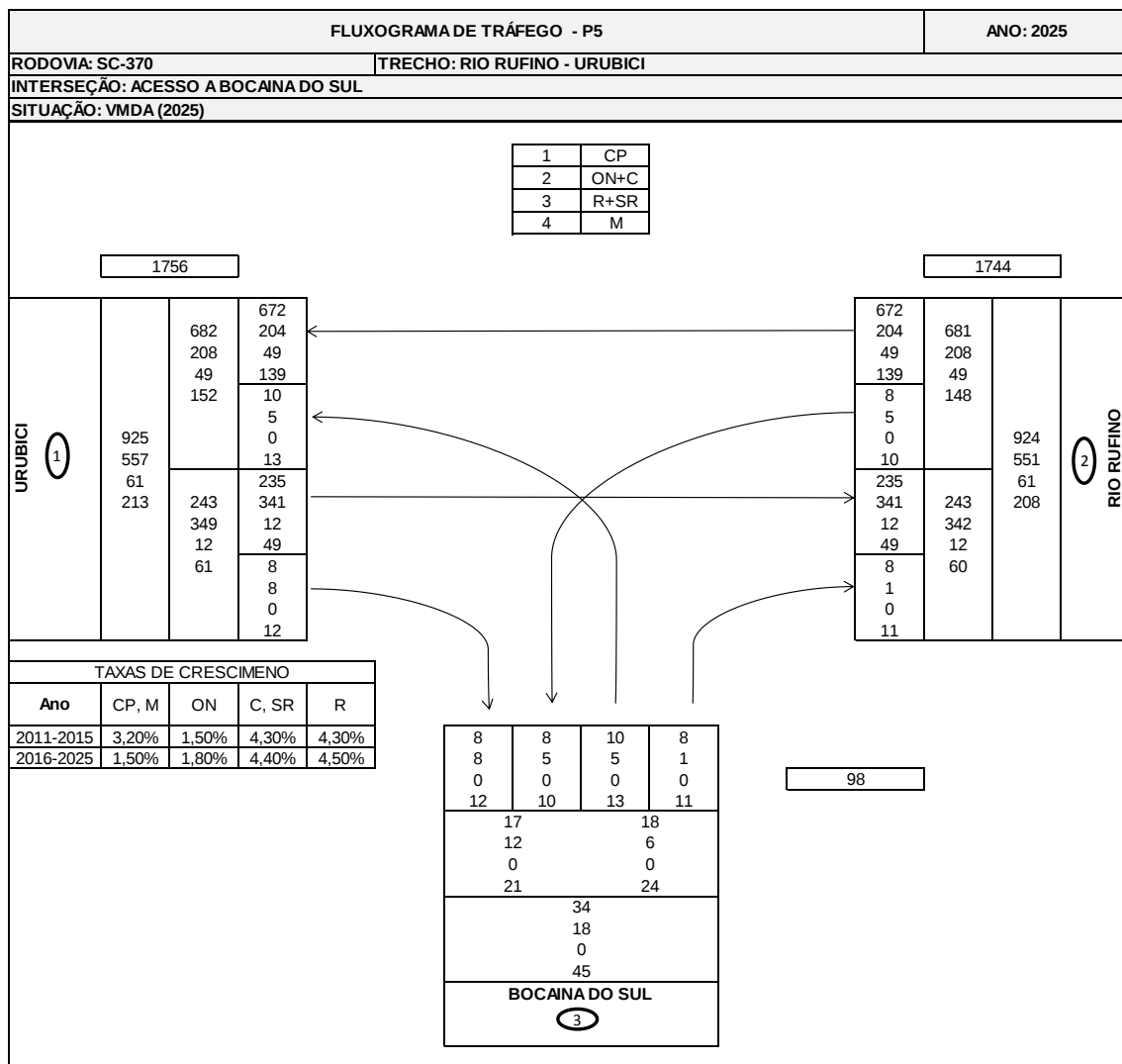
- CP – Carros de Passeio e Utilitários;
- ON – Coletivos;
- C – Caminhões Simples e Duplos;
- SR – Semirreboques;
- R – Reboques;
- M – Motos.

Figura 2.1-27 Fluxograma de Tráfego em 2013 para o Posto P5



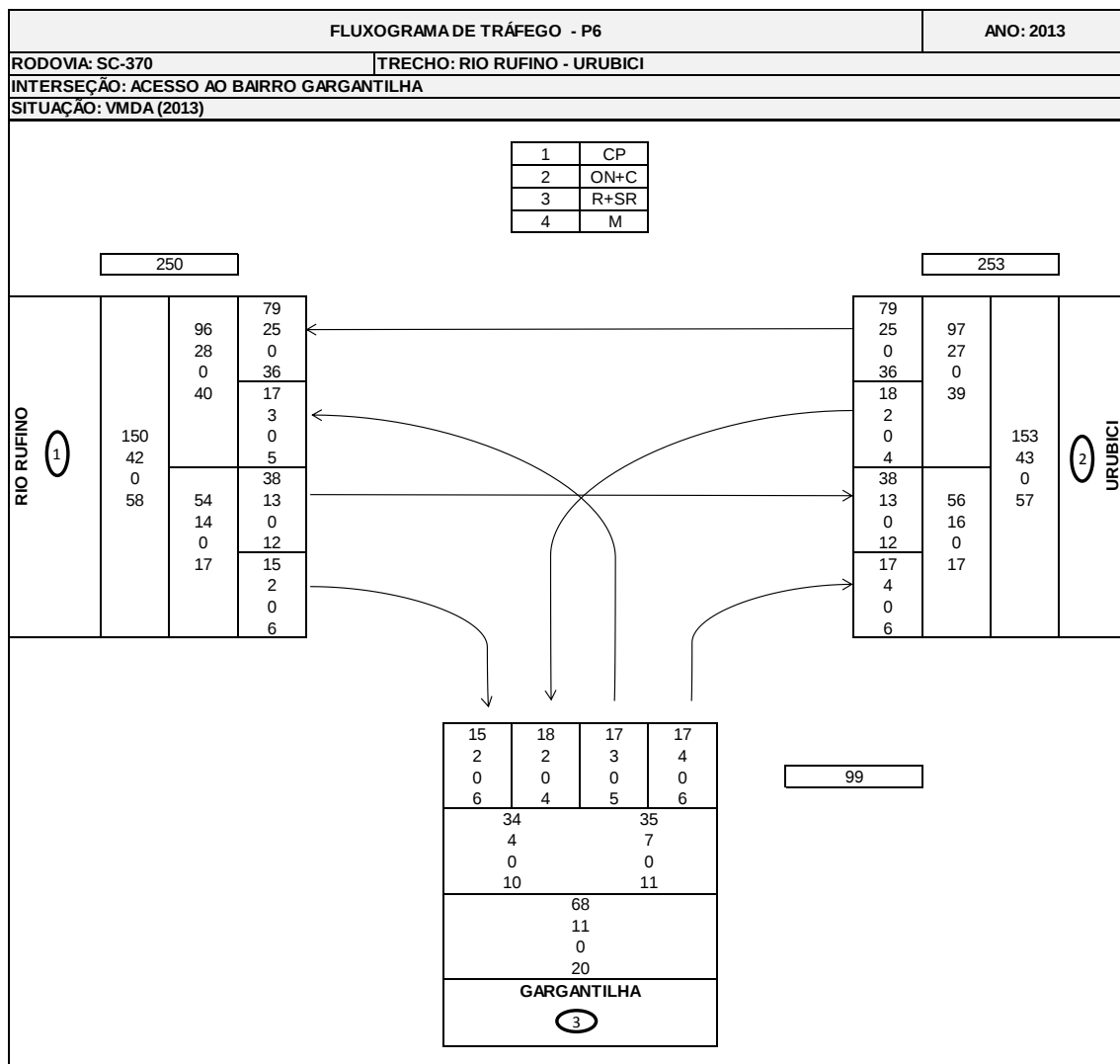
- CP – Carros de Passeio e Utilitários;
- ON – Coletivos;
- C – Caminhões Simples e Duplos;
- SR – Semirreboques;
- R – Reboques;
- M – Motos.

Figura 2.1-28 Fluxograma de Tráfego em 2016 para o Posto P5



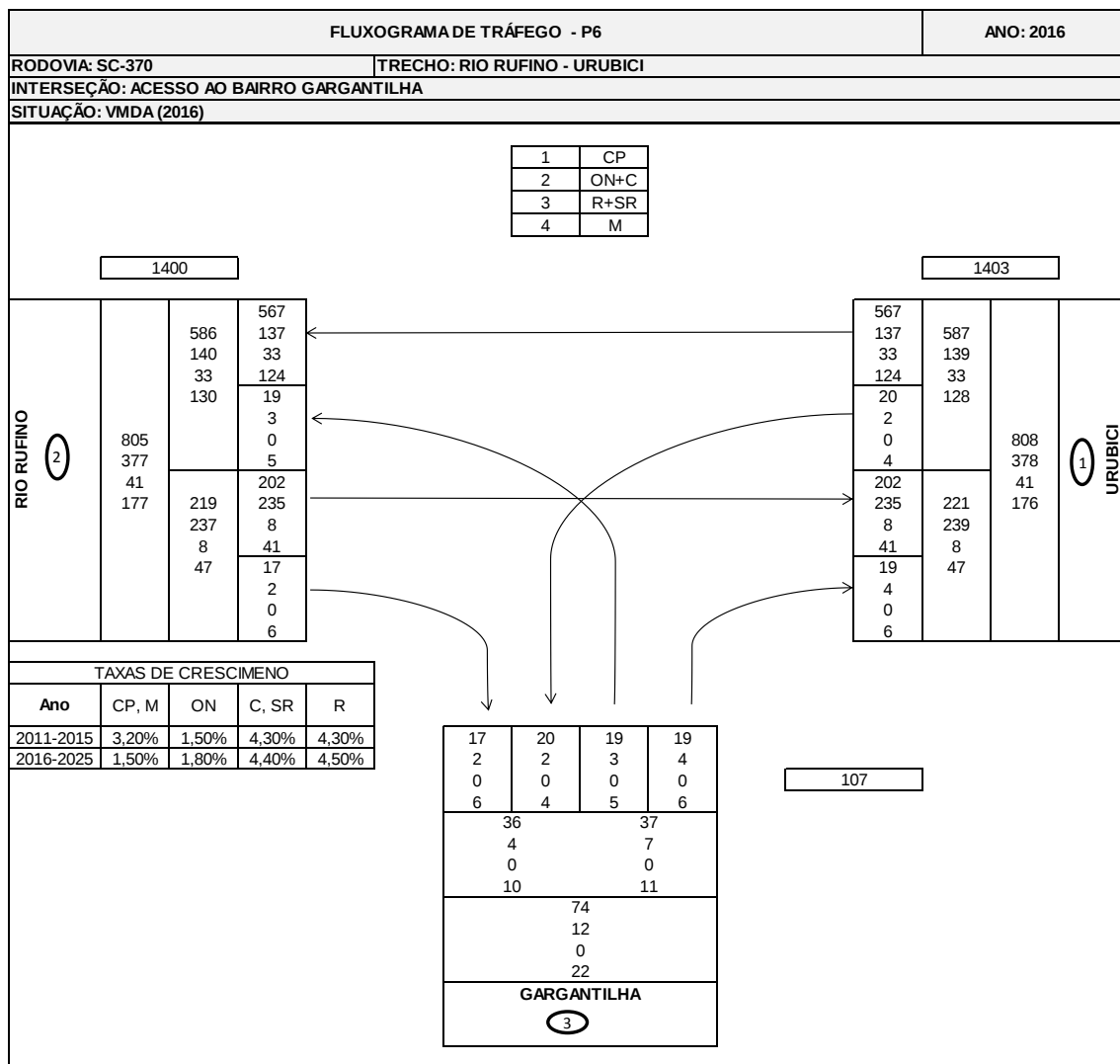
- CP – Carros de Passeio e Utilitários;
- ON – Coletivos;
- C – Caminhões Simples e Duplos;
- SR – Semirreboques;
- R – Reboques;
- M – Motos.

Figura 2.1-29 Fluxograma de Tráfego em 2025 para o Posto P5



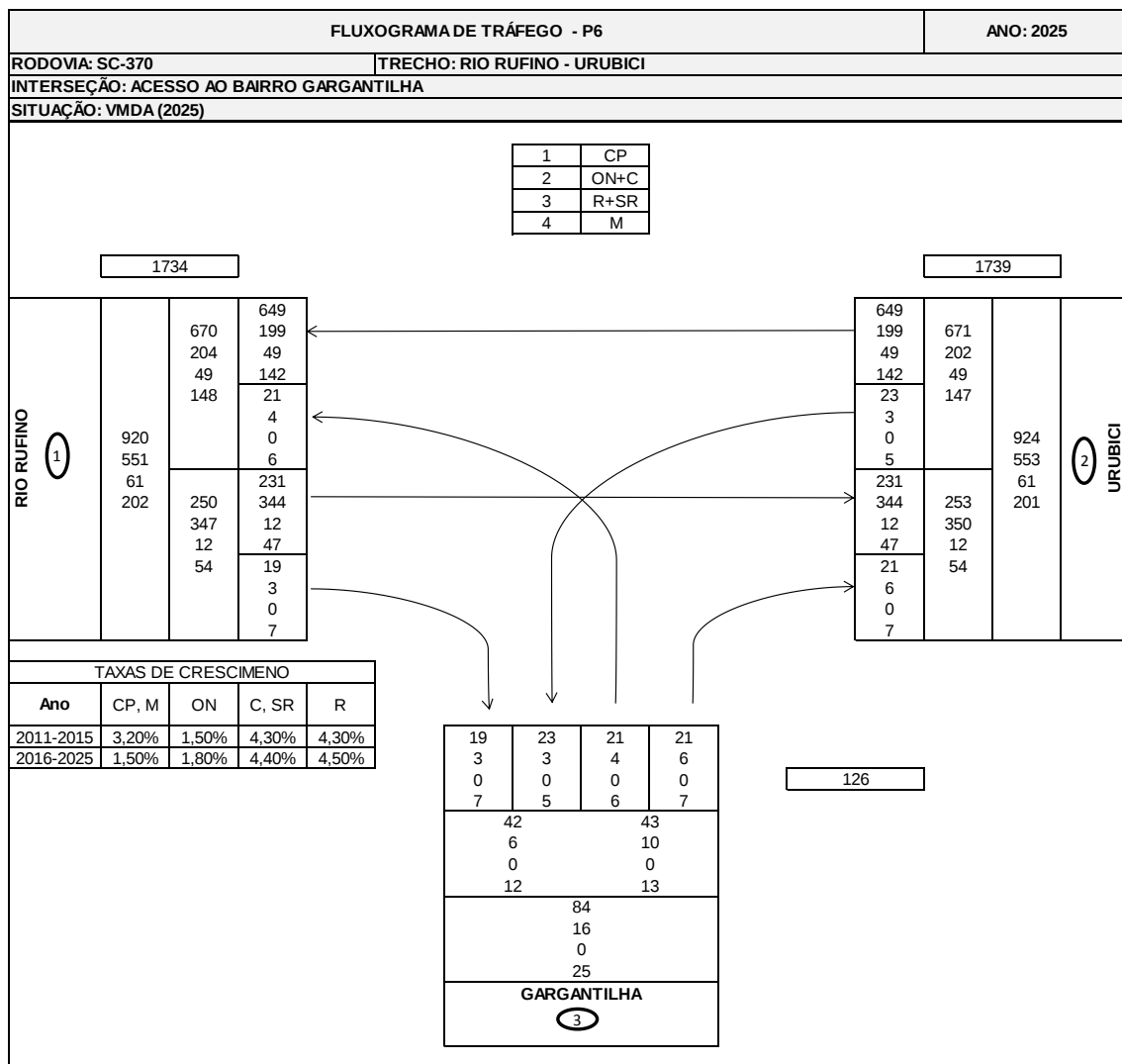
- CP – Carros de Passeio e Utilitários;
- ON – Coletivos;
- C – Caminhões Simples e Duplos;
- SR – Semirreboques;
- R – Reboques;
- M – Motos.

Figura 2.1-30 Fluxograma de Tráfego em 2013 para o Posto P6



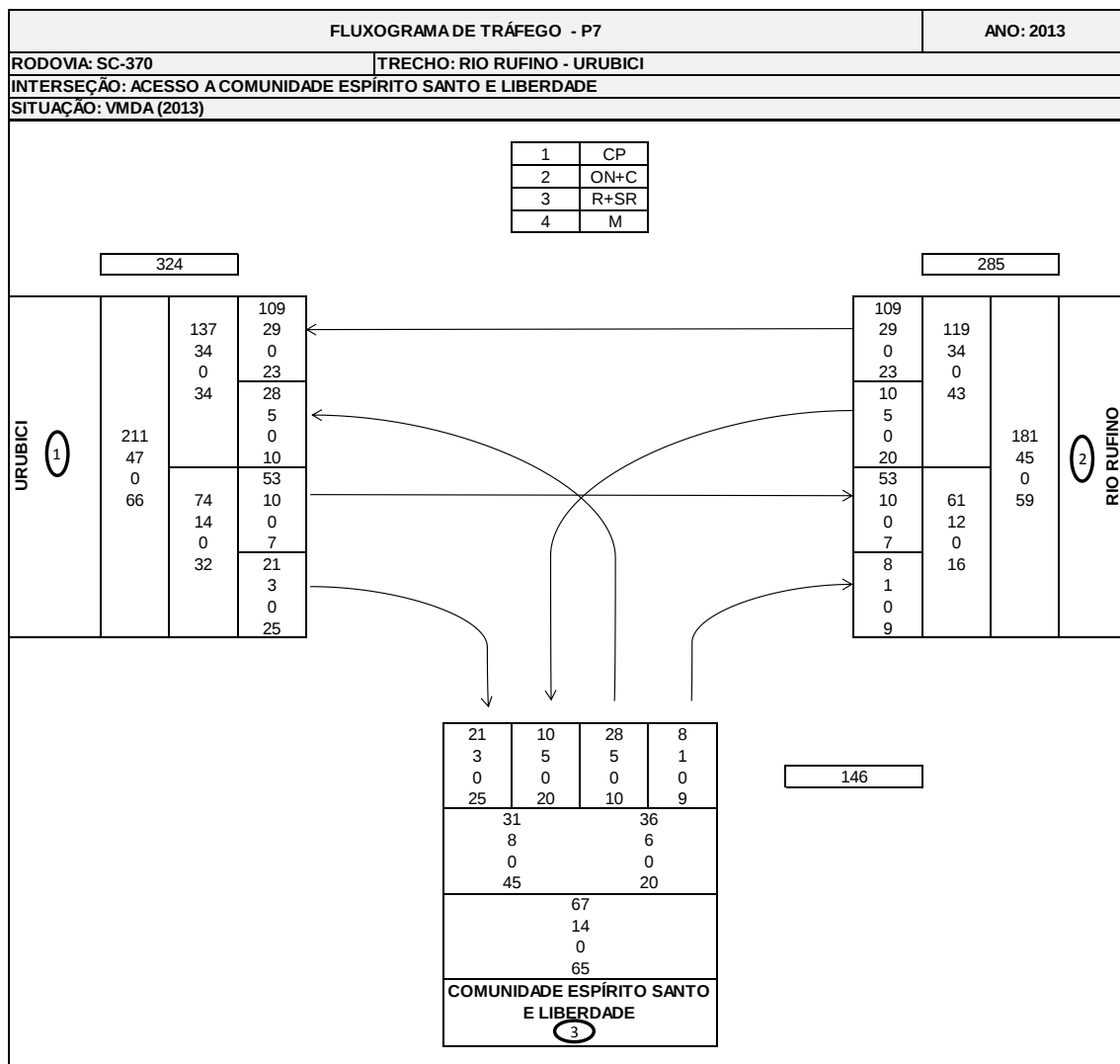
- CP – Carros de Passeio e Utilitários;
- ON – Coletivos;
- C – Caminhões Simples e Duplos;
- SR – Semirreboques;
- R – Reboques;
- M – Motos.

Figura 2.1-31 Fluxograma de Tráfego em 2016 para o Posto P6



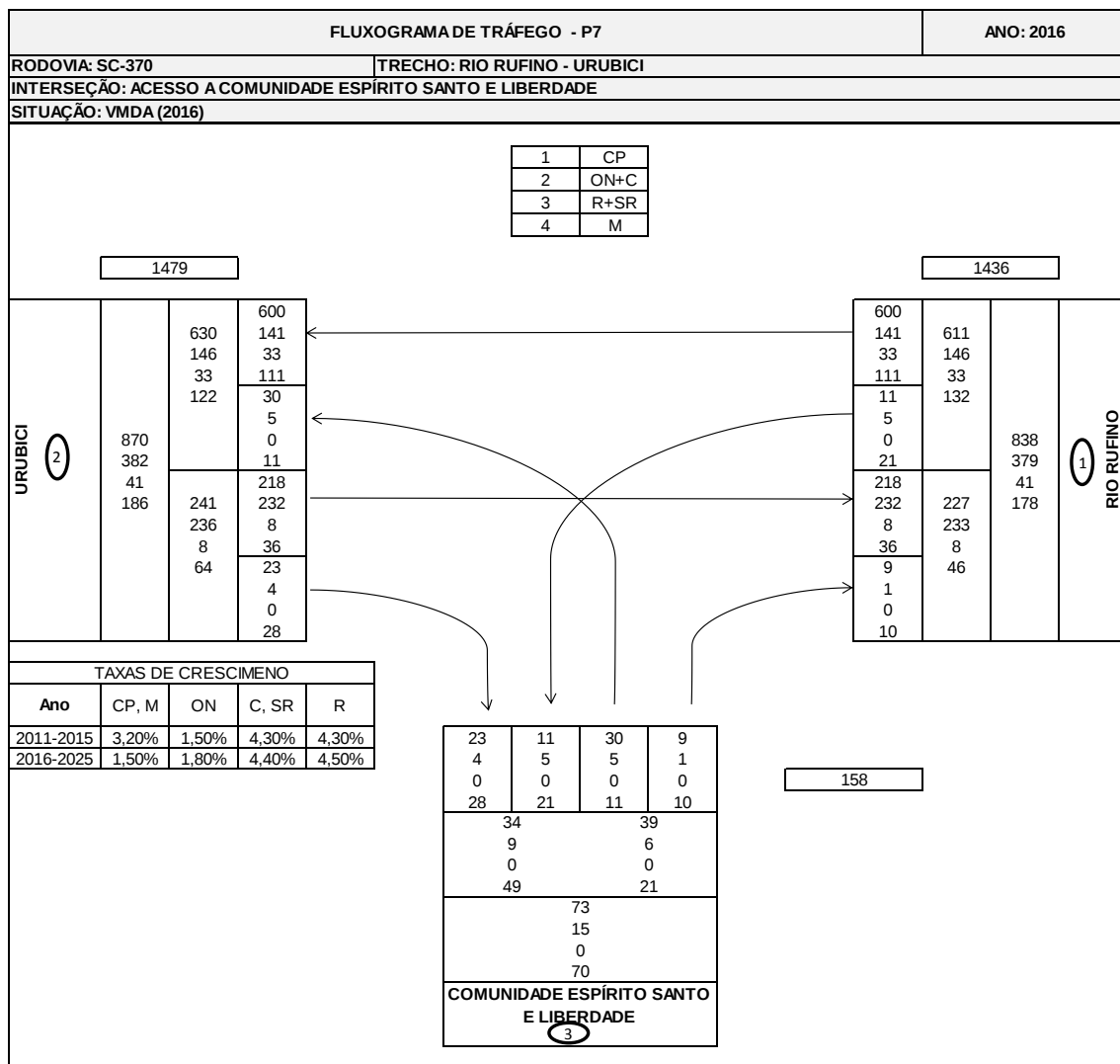
- CP – Carros de Passeio e Utilitários;
- ON – Coletivos;
- C – Caminhões Simples e Duplos;
- SR – Semirreboques;
- R – Reboques;
- M – Motos.

Figura 2.1-32 Fluxograma de Tráfego em 2025 para o Posto P6



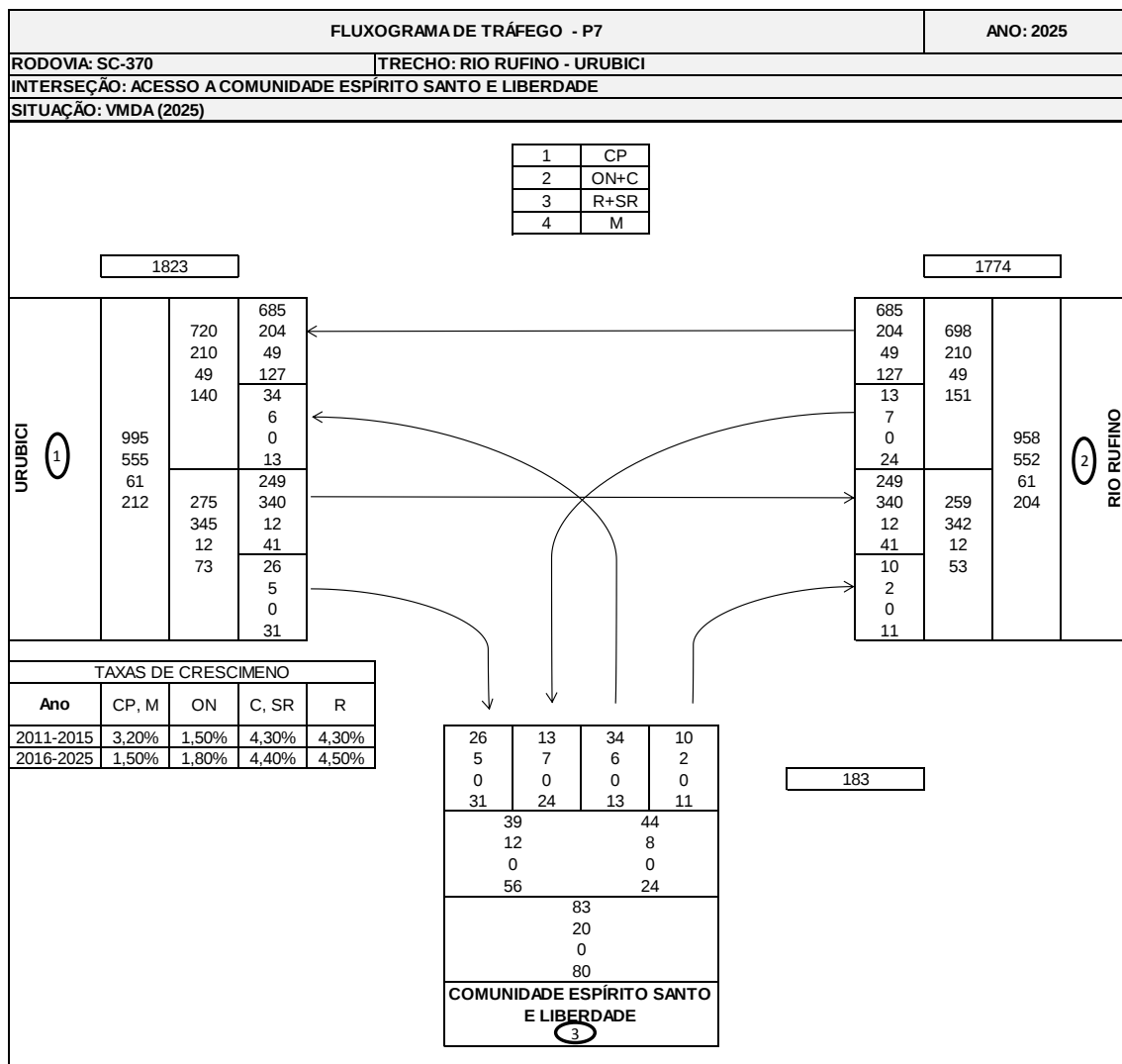
- CP – Carros de Passeio e Utilitários;
- ON – Coletivos;
- C – Caminhões Simples e Duplos;
- SR – Semirreboques;
- R – Reboques;
- M – Motos.

Figura 2.1-33 Fluxograma de Tráfego em 2013 para o Posto P7



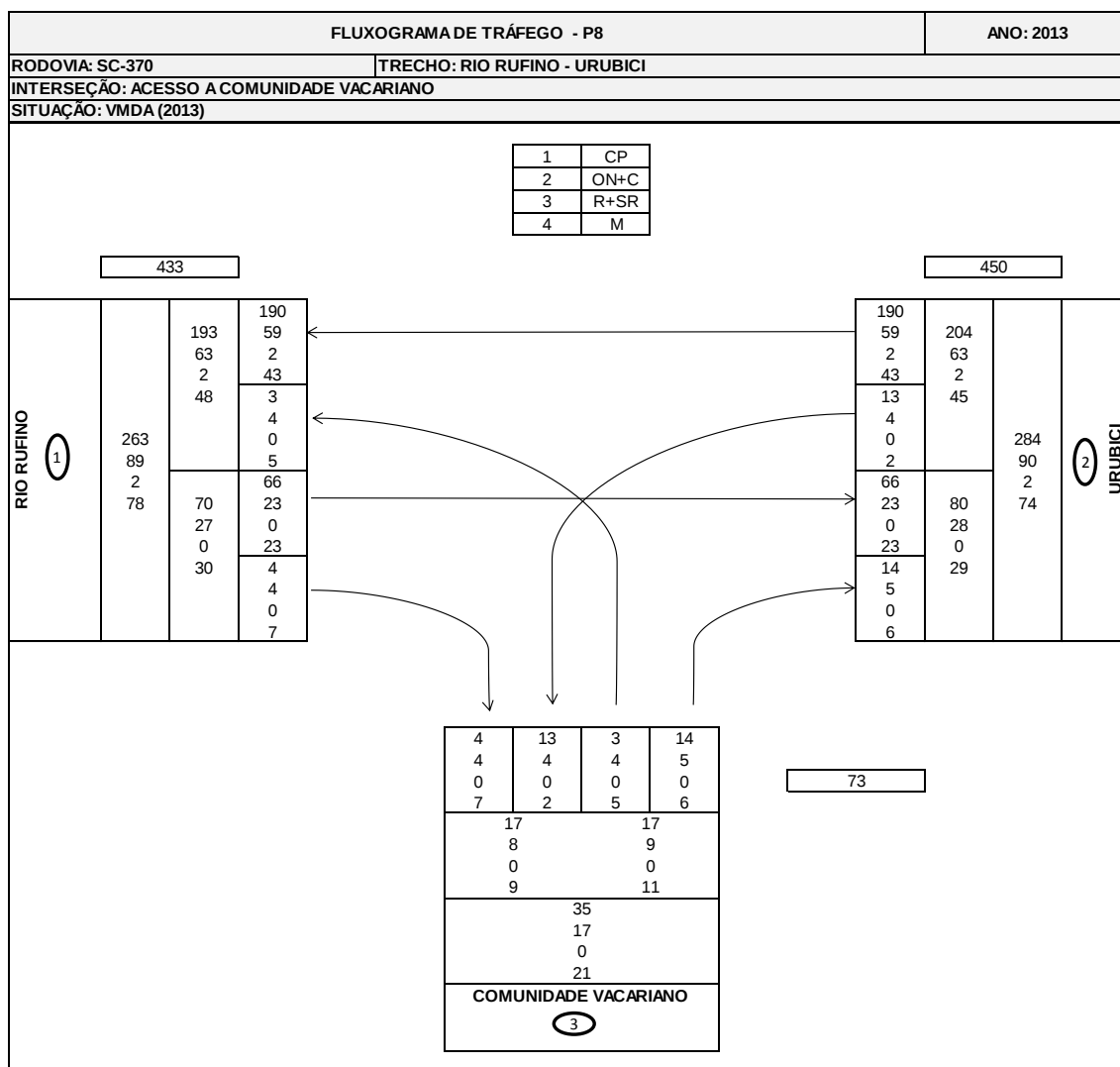
- CP – Carros de Passeio e Utilitários;
- ON – Coletivos;
- C – Caminhões Simples e Duplos;
- SR – Semirreboques;
- R – Reboques;
- M – Motos.

Figura 2.1-34 Fluxograma de Tráfego em 2016 para o Posto P7



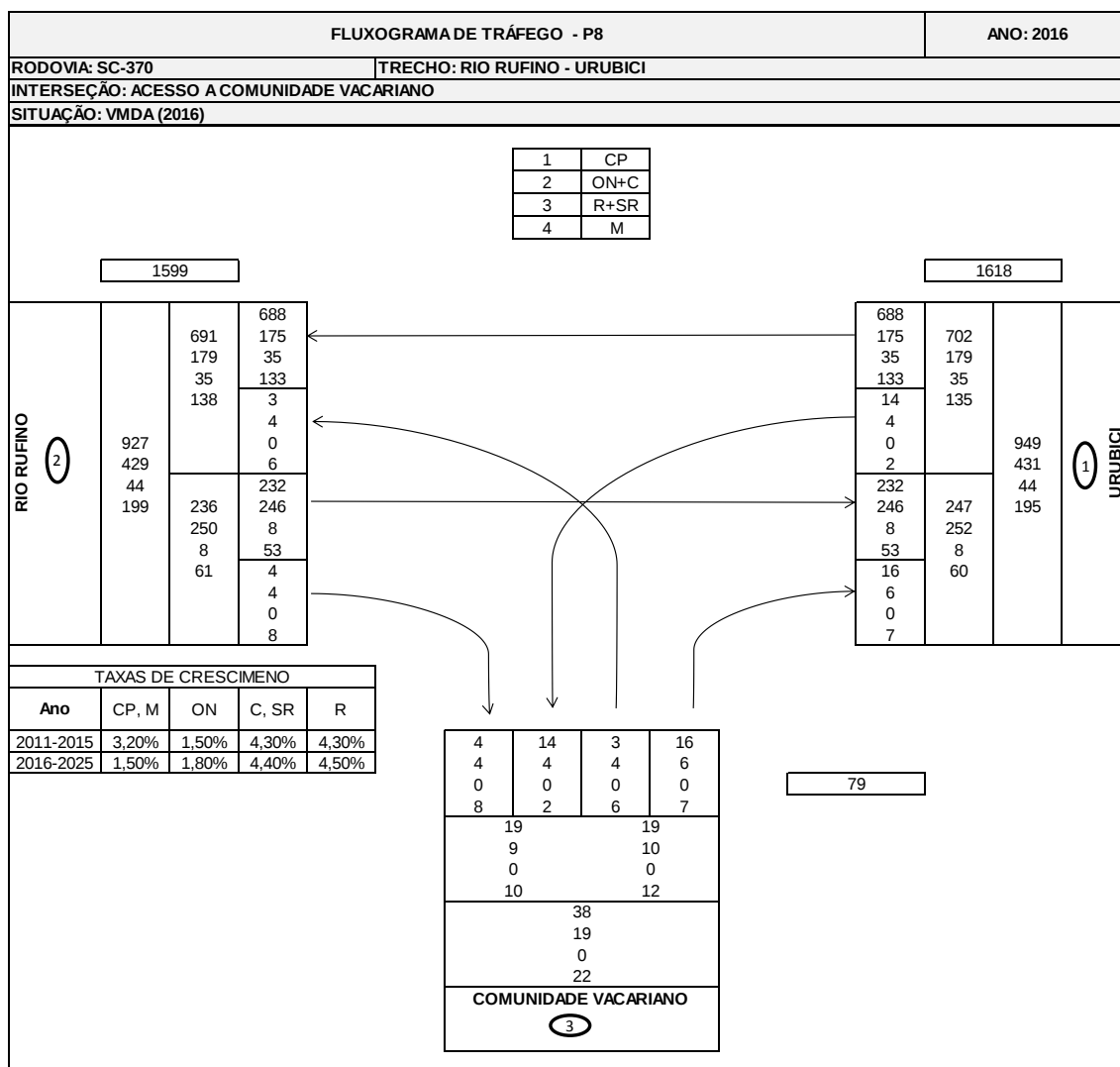
- CP – Carros de Passeio e Utilitários;
- ON – Coletivos;
- C – Caminhões Simples e Duplos;
- SR – Semirreboques;
- R – Reboques;
- M – Motos.

Figura 2.1-35 Fluxograma de Tráfego em 2025 para o Posto P7



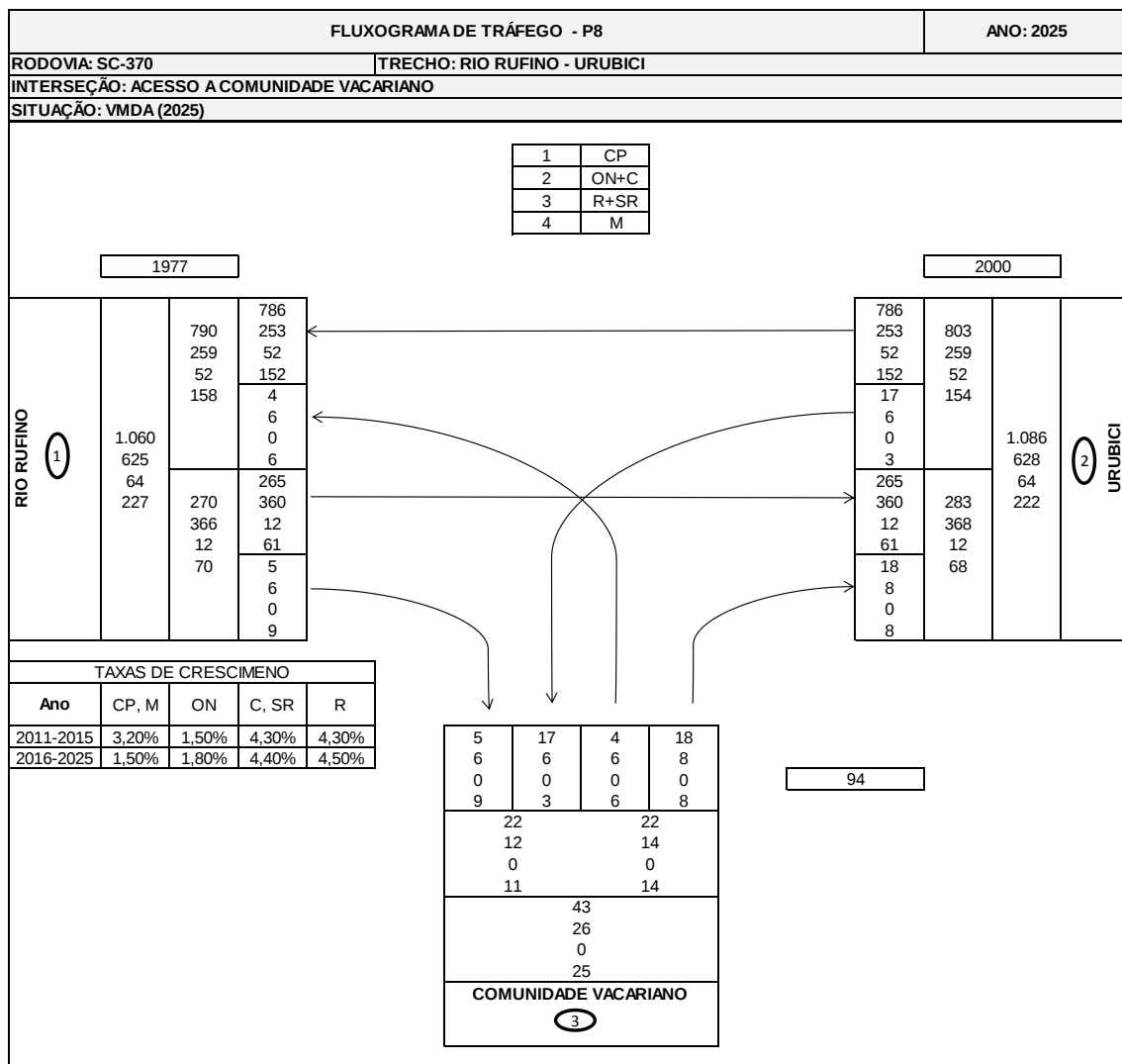
- CP – Carros de Passeio e Utilitários;
- ON – Coletivos;
- C – Caminhões Simples e Duplos;
- SR – Semirreboques;
- R – Reboques;
- M – Motos.

Figura 2.1-36 Fluxograma de Tráfego em 2013 para o Posto P8



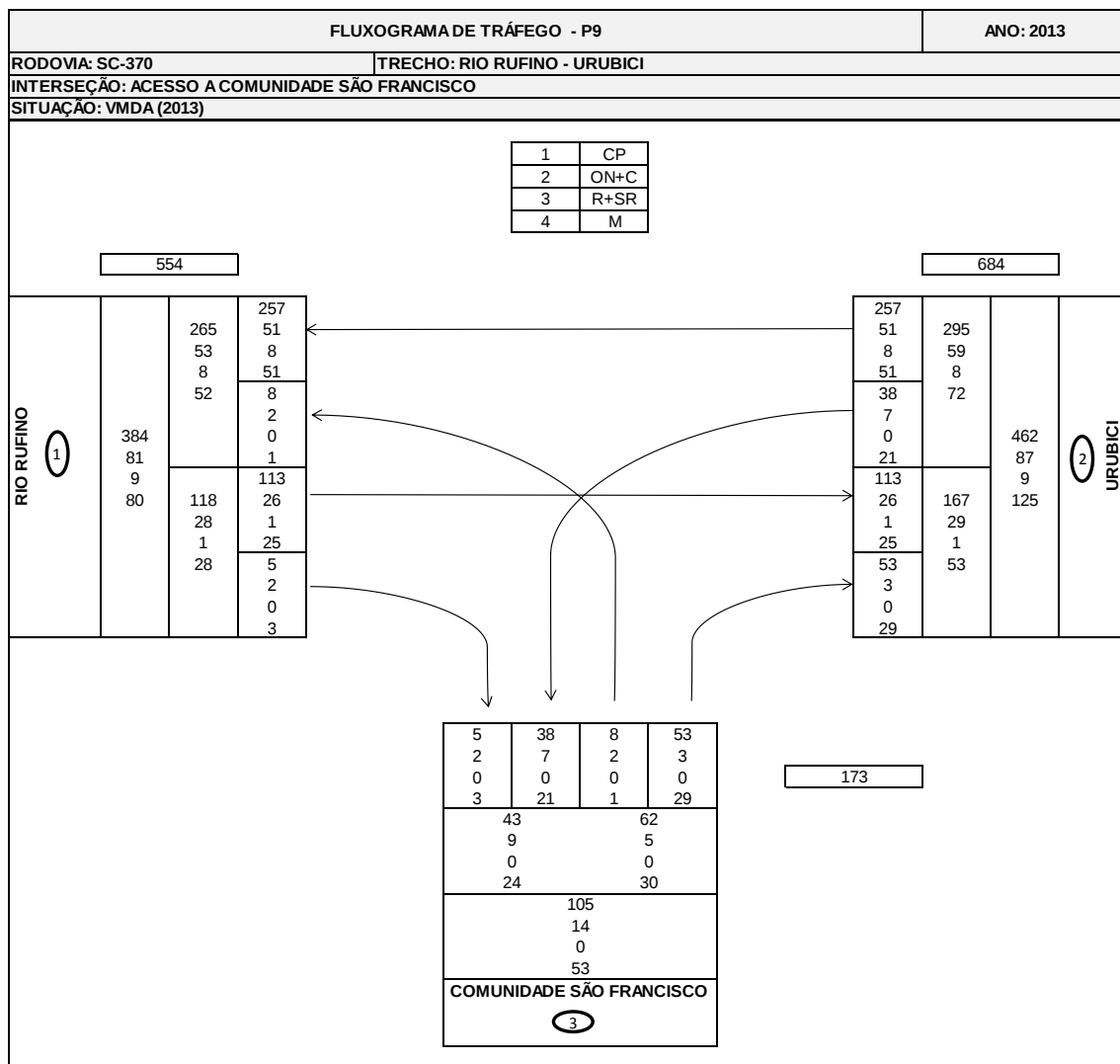
- CP – Carros de Passeio e Utilitários;
- ON – Coletivos;
- C – Caminhões Simples e Duplos;
- SR – Semirreboques;
- R – Reboques;
- M – Motos.

Figura 2.1-37 Fluxograma de Tráfego em 2016 para o Posto P8



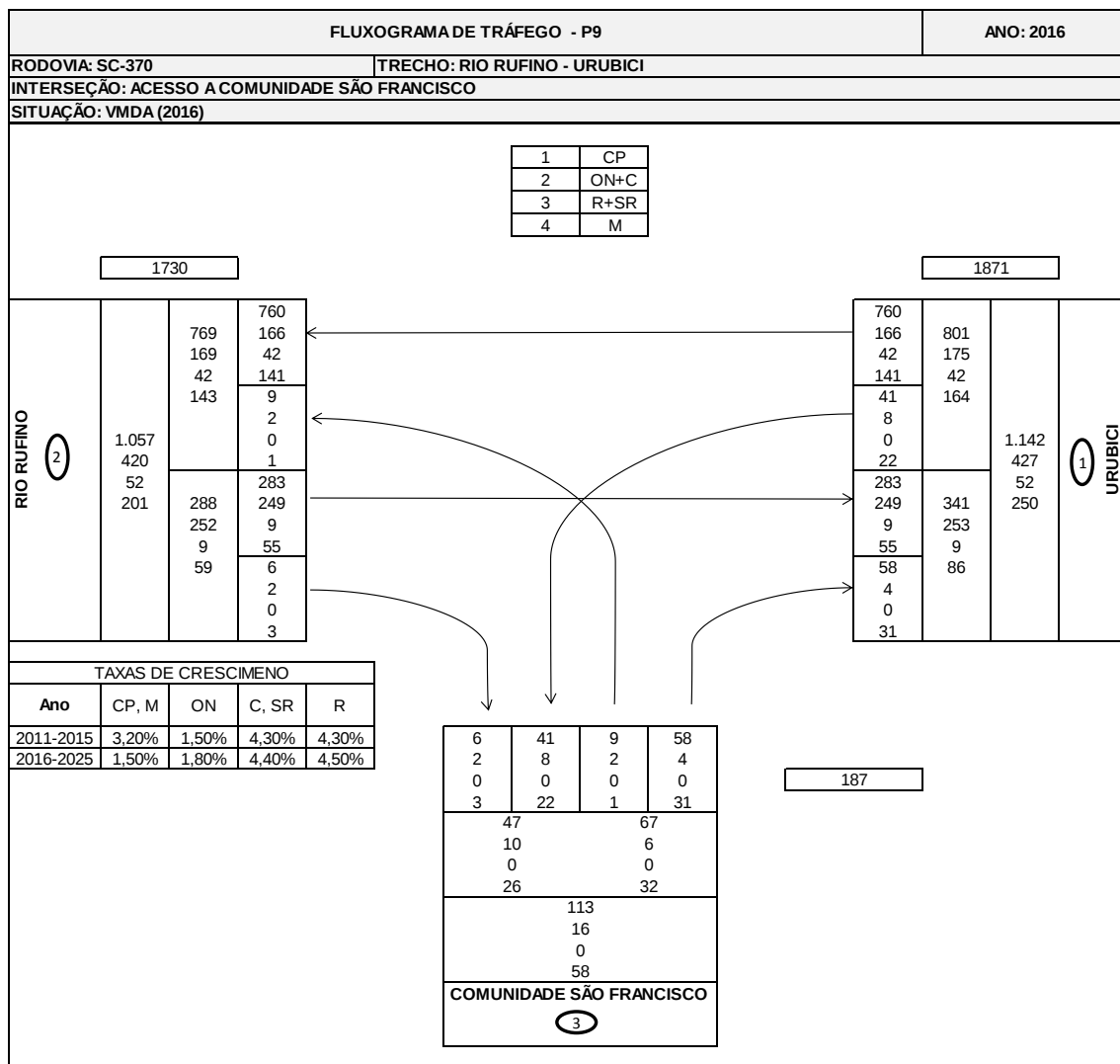
- CP – Carros de Passeio e Utilitários;
- ON – Coletivos;
- C – Caminhões Simples e Duplos;
- SR – Semirreboques;
- R – Reboques;
- M – Motos.

Figura 2.1-38 Fluxograma de Tráfego em 2025 para o Posto P8



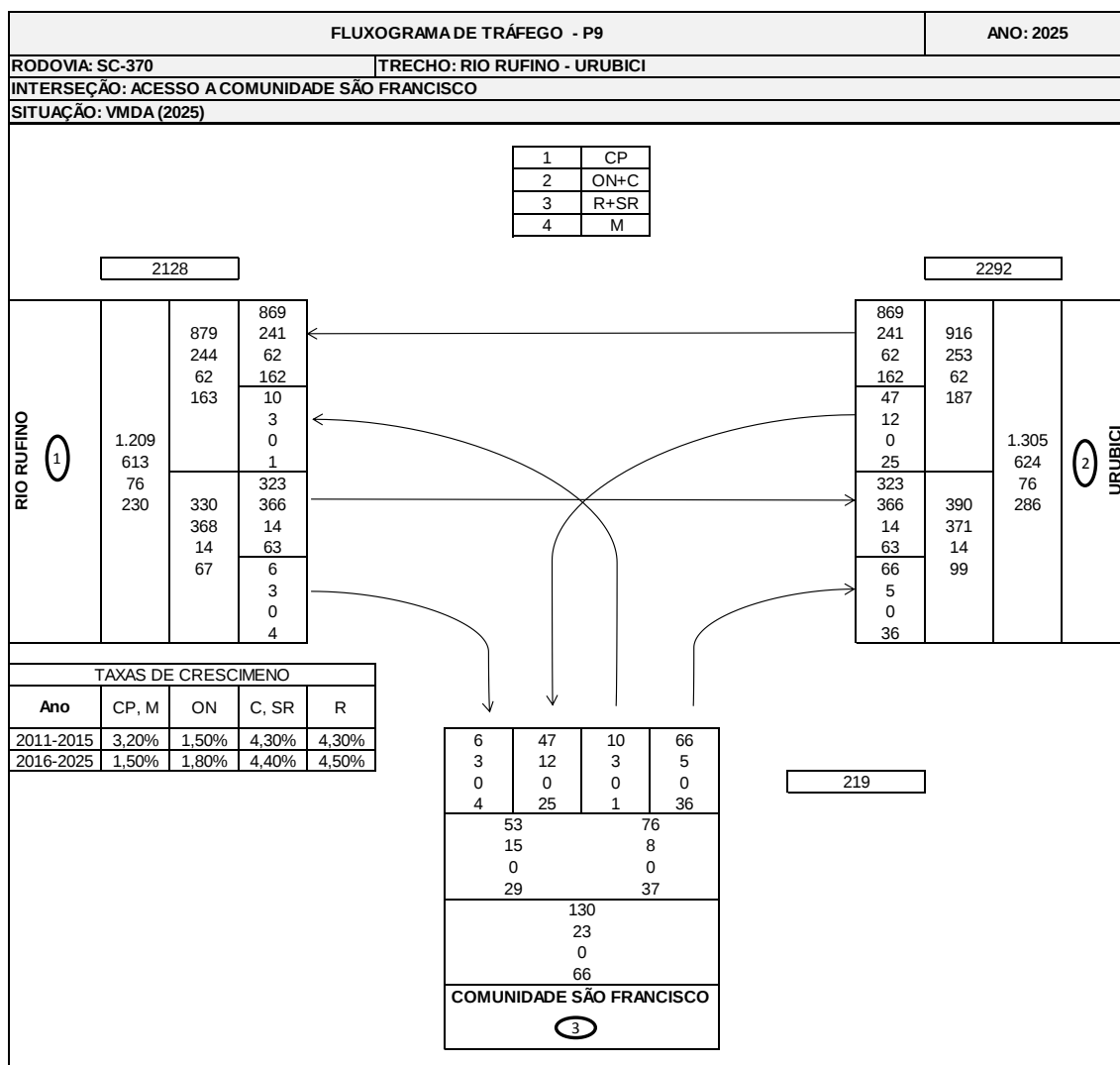
- CP – Carros de Passeio e Utilitários;
- ON – Coletivos;
- C – Caminhões Simples e Duplos;
- SR – Semirreboques;
- R – Reboques;
- M – Motos.

Figura 2.1-39 Fluxograma de Tráfego em 2013 para o Posto P9



- CP – Carros de Passeio e Utilitários;
- ON – Coletivos;
- C – Caminhões Simples e Duplos;
- SR – Semirreboques;
- R – Reboques;
- M – Motos.

Figura 2.1-40 Fluxograma de Tráfego em 2016 para o Posto P9



- CP – Carros de Passeio e Utilitários;
- ON – Coletivos;
- C – Caminhões Simples e Duplos;
- SR – Semirreboques;
- R – Reboques;
- M – Motos.

Figura 2.1-41 Fluxograma de Tráfego em 2025 para o Posto P9

2.2 ESTUDO TOPOGRÁFICO

Em função das características do terreno a ser estudado e buscando otimizar o trabalho a ser realizado, o estudo topográfico foi executado através da utilização de dois métodos distintos de obtenção de dados. Os métodos escolhidos são a Restituição Aerofotogramétrica, com auxílio de Perfilamento a Laser e Topografia Convencional, através do uso de estação total e aparelhos GPS.

2.2.1 Restituição Aerofotogramétrica (Perfilamento a Laser)

O princípio básico do sistema de perfilamento a laser é a obtenção de registros contínuos de coordenadas espaciais, as quais constituem os elementos primários para a modelagem do terreno e geração de mapas topográficos derivados destas informações.

O objetivo desse relatório é apresentar informações, características dos equipamentos e metodologias utilizadas no planejamento do voo, apoio de campo e produtos desenvolvidos no perfilamento laser realizado na região da rodovia SC-370, trecho: Rio Rufino - Urubici, no estado de Santa Catarina.

2.2.1.1 Planejamento

No planejamento são definidas as características da aquisição dos dados levando em consideração as informações prévias do trecho e a logística do trabalho - cidades que serviram como base para as equipes de campo, postos de reabastecimento, etc.

A seguir são apresentadas informações sobre o planejamento realizado.

2.2.1.2 Execução do Voo

O princípio do perfilamento laser consiste na emissão de feixes laser infravermelho em direção à superfície terrestre e após tocarem a superfície estes feixes são refletidos e captados pelo receptor acoplado ao equipamento. Para cada feixe emitido é registrado o tempo de percurso aeronave – objeto – aeronave e, a partir do tempo de percurso do laser é possível determinar a distância do objeto através da seguinte fórmula:

$$\text{DISTÂNCIA} = (\text{VELOCIDADE DA LUZ} \times \text{TEMPO DE RESPOSTA}) / 2$$

A Figura 2.2-1 exemplifica o processo de captação dos dados LiDAR.

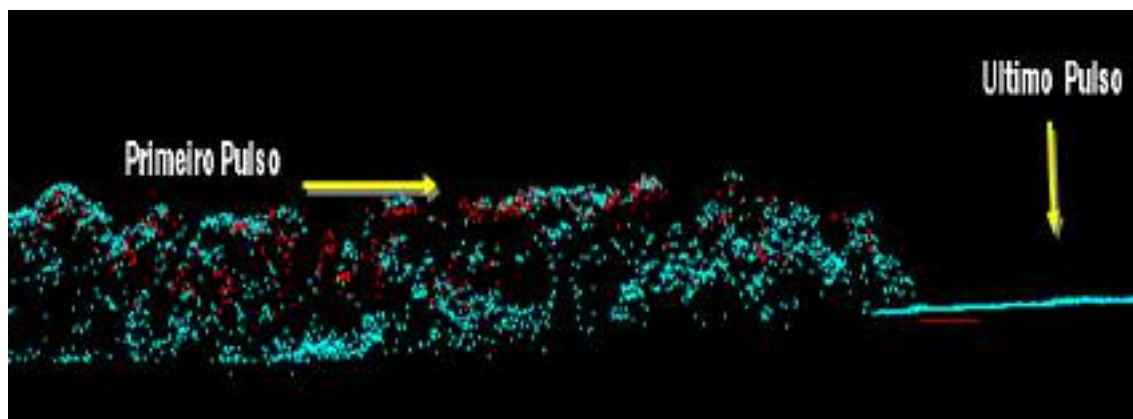


Figura 2.2-1 Captação dos dados LiDAR

A definição do número de pontos por metro quadrado, a altura do voo, a sobreposição longitudinal das faixas, o tempo de aquisição e a velocidade de voo são parâmetros definidos no plano de voo.

Juntamente com a localização da área a ser perfilada essas informações definem as linhas de voo e o traçado que será executado pela aeronave para recobrir a área de interesse.

A Figura 2.2-2 mostra um exemplo do plano de voo.

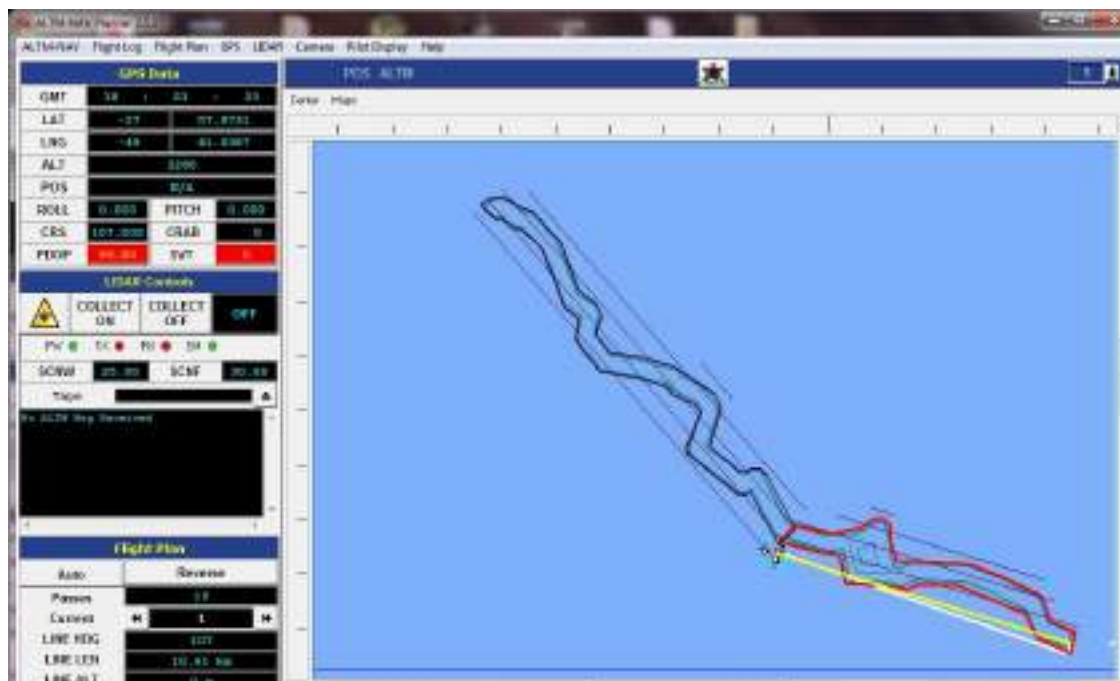


Figura 2.2-2 Exemplo de plano de voo

Ainda para a execução do voo a equipe de campo necessita definir os pontos que serão utilizados como base de voo, os quais devem estar amarrados a rede oficial do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), isto é, para estar em concordância à rede brasileira de topografia e ainda à ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). Esses pontos necessitam também estar em um raio de, aproximadamente, 30 km da área a ser sobrevoada, pois as antenas GPS, tanto da aeronave quanto a da base de voo necessitam coletar informações dos mesmos satélites GPS, minimizando e melhorando assim os resultados no processamento dos dados.

Na Figura 2.2-3 são apresentados os parâmetros utilizados para a configuração do plano de voo.



Figura 2.2-3: Plano de voo analítico

O plano de voo gráfico onde são representadas as áreas de voo projetadas pelos parâmetros anteriormente citados, encontra-se em Anexo.

2.2.1.3 Equipamentos Utilizados

O sistema laser e a câmera digital podem ser instalados tanto em aviões quanto em helicópteros. Na aeronave também são instalados um sistema inercial (Unidade Inercial de Movimento (IMU)), responsável pelo registro do trabalho realizado pela aeronave e uma antena GPS, responsável pela determinação da posição da mesma em um determinado instante.

O posicionamento da aeronave é correlacionado com a posição da base de voo (equipamento GPS em terra em um ponto conhecido), onde o resultado deste correlacionamento é o georreferenciamento da trajetória da aeronave.

A Figura 2.2-4 demonstra os elementos envolvidos na aquisição, os três sistemas utilizados para determinar a posição e os movimentos realizados pela aeronave.

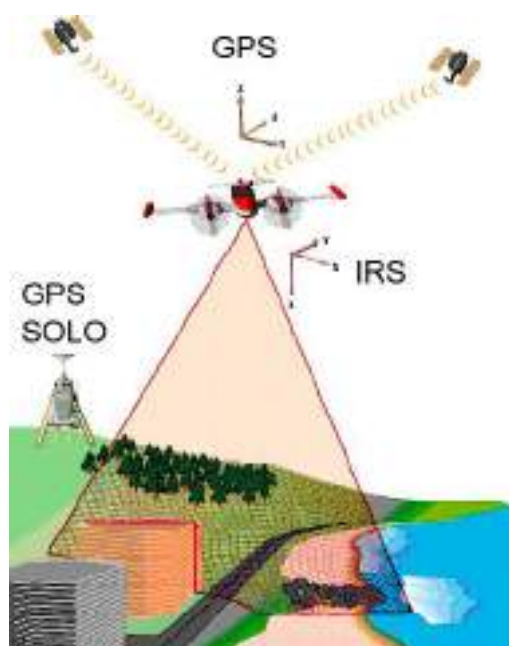


Figura 2.2-4 Elementos envolvidos na aquisição

No levantamento são utilizados os seguintes equipamentos:

- LaserScan Optech 3033,
- Câmera digital Rollei H20 Metric e
- GPS TRIMBLE 5700 L1/L2.

O sistema laser e a câmera fotográfica são montados em uma abertura no piso da aeronave, possibilitando assim que o sensor possa emitir e receber os pulsos laser e a câmera tome as fotografias do terreno.

Portanto, dentro da aeronave estão presentes:

- Antena GPS;
- Sistema inercial (IMU);
- Sensor laser;
- Câmera fotográfica; e
- Central de controle, onde se encontra o computador que gerencia todo o sistema.
- E no solo:
- Antena GPS definindo a base de voo.

A Figura 2.2-5 ilustra um exemplo de sistema aerotransportado (perfilamento laser e câmera fotográfica).



Figura 2.2-5 Sistemas Aerotransportados

A Figura 2.2-6 mostra um exemplo de equipamento GPS TRIMBLE 5700 L1/L2, o qual é utilizado na base de voo.



Figura 2.2-6 GPS Apoio de Campo

2.2.1.4 Documentação Oficial

A escolha de um ponto de controle em campo dá-se em função da sua localização em relação à área a ser levantada e a necessidade de pertencer à rede oficial do IBGE ou amarrada a um ponto da mesma.

A rede oficial do IBGE é composta pela Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC) e pelo Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), no qual contém a Rede Planimétrica, a Altimétrica, a Gravimétrica e as Redes Estaduais GPS.

2.2.1.5 Bases de Voo 19

Durante a aquisição dos dados laser é necessário um ou mais GPS em solo coletando informações, onde este se denomina ponto Base de voo.

O ponto base de voo deve ser amarrado a rede oficial do IBGE, para estar em concordância à rede brasileira de topografia e ainda a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). O critério para escolha do ponto rastreado, é que este necessita estar em um raio de 30 km da área a ser sobrevoada, isto porque as antenas GPS, tanto da aeronave quanto a da base em campo, precisam coletar satélites da mesma constelação durante cada instante da aquisição para existir uma correlação das informações.

2.2.2 Topografia Convencional

A segunda etapa dos levantamentos topográficos foi executada através da utilização de estação total e também de aparelhos de GPS. Esses trabalhos foram desenvolvidos de acordo com as seguintes etapas.

2.2.2.1 Implantação da Poligonal de Apoio Básica

Sistema de Referência e Projeção

No desenvolvimento dos trabalhos de topografia e geodésia utilizou-se coordenadas planas, projeção LTM (Local Transverso de Mercator), Sistema de Referência SIRGAS2000, Meridiano Central 49°30' W, com os seguintes parâmetros:

- Elipsoide GRS 1980
- Semieixo equatorial (maior) $a = 6.378.137,0000$ m
- Semieixo polar (menor) $b = 6.356.752,314$ m
- Achatamento $f = 1/298,2572221$
- Latitude de origem $N = 00^{\circ}00'00''$
- Longitude de origem $O = 49^{\circ}30'00''$
- Direção leste falsa 200000,000
- Direção norte falsa 5000000,000
- Fator de escala 0,999995

Após estas coordenadas foram convertidas para LTM (Local Transversa de Mercator), Sistema de Referência SIRGAS2000, Meridiano Central 49° 30', as quais foram utilizadas para o desenvolvimento dos serviços, como desenhos, planilhas e outros.

Monumentalização

Foi executado o transporte de coordenadas e altitudes a partir de marcos oficiais do IBGE, com implantação de 62 marcos ao longo do trecho. O sistema de coordenadas será LTM e datum Sirgas 2000.

Foi implantada e georreferenciada a poligonal de marcos de apoio de 500m em 500m. Estes marcos terão suas coordenadas referenciadas a marcos planimétricos e altimétricos implantados anteriormente.

Cada estação componente está materializada através de marcos de concreto tronco piramidal com dimensões de 15cm X 15cm na base, 10cm X 10cm no topo e 50cm de altura. Em seu topo estão encimadas chapas de alumínio com as descrições e o nome da estação.

Metodologia Utilizada no Transporte de Coordenadas

Foram implantadas ao longo do trecho, duas redes de apoio topográfico, constituídas de pares de marcos intervisíveis entre si, com a intenção de fornecer referenciais confiáveis para o apoio de campo e para o serviço de perfilamento a laser. A denominada poligonal principal possui marcos com equidistância aproximada de 5,00 km, já a rede secundária apresenta marcos com distância de até 500,00m.

Estes marcos estão materializados em campo e terão fundamental importância durante a execução das obras. Foram eleitos os seguintes pontos como solução plena aos trabalhos de determinação de implantação da poligonal geodésica, de acordo com as especificações técnicas, sendo eles:

- Vértices : SAT-94025 e SAT-94022
- Referência de Nível : RN_2039U

Estas estações supracitadas são todas pertencentes ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), isto é, estão vinculadas à rede geodésica de 1ª ordem do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

Todos os trabalhos referentes ao transporte de coordenadas foram efetuados através da técnica de Posicionamento Global Relativo Estático por Satélites (GNSS), obedecendo ao que segue:

- Rastreamento GPS com portadora L1 e L2;
- Linhas de Base de até 15 km;
- Rastreamento mínimo de 4 satélites,
- Ocupação do ponto não inferior a 20 minutos.

O sistema de apresentação das monografias de marcos segue o que recomenda a Instrução de Serviço IS03/98 e serão apresentadas em anexo.

Para o apoio altimétrico foi utilizado o método do transporte de altitude ortométrica através da diferença de ondulação geoidal utilizando como base o RN_2039 U da rede de nivelamento geométrico do IBGE existente no trecho.

Neste método o transporte de altitude ortométrica é realizado com o posicionamento, por GNSS, a partir da componente vertical - altura elipsoidal (h) e ondulação geoidal obtida no modelo geoidal brasileiro - MAPGEO 2010, elaborado pelo IBGE, representado na Figura 2.2-7.

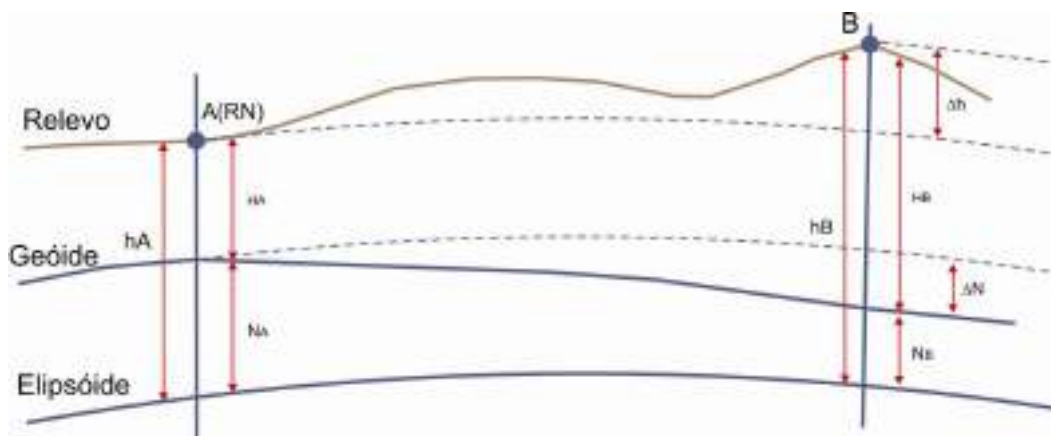


Figura 2.2-7: Transporte de altitude ortométrica – método da diferença de ondulação geoidal

Onde:

- h_A = altura elipsoidal de A (RN);
- h_B = altura elipsoidal de B;
- H_A = altitude ortométrica de A;
- H_B = altitude ortométrica de B;
- N_A = ondulação geoidal do MAPGEO em A;
- N_B = ondulação geoidal do MAPGEO em B;
- ΔN = diferença de ondulação geoidal;
- Δh = diferença de altura elipsoidal;
- a - Elementos conhecidos em A (RN)
- H_A = altitude ortométrica obtida na monografia do RN - site: www.ibge.gov.br

A determinação do elemento procurado em B ocorre pela utilização da seguinte equação:

$$H_B = H_A + \Delta h - \Delta N_{\text{map}}$$

Onde:

- $h = h_B - h_A$ (RN)
- $N_{\text{map}} = N_{\text{map B}} - N_{\text{map A}}$ (RN)
- H = altura elipsoidal determinada em poligonal fechada – triângulos ajustados.
- N_{Map} = ondulação geoidal absoluta obtida no modelo geoidal brasileiro MAPGEO 2010 do IBGE.
- h = diferença de altura elipsoidal entre o ponto e o RN de referência
- N_{Map} = diferença de ondulação geoidal entre a ondulação geoidal do ponto, obtida no MAPGEO 2010, e a ondulação geoidal do RN de referência obtida no MAPGEO 2010. É aplicado na fórmula em função da superfície geoidal

(superfície do geóide) não ser paralela à superfície elipsoidal (superfície do elipsóide)

–H = altitude ortométrica transportada pelo método da diferença de ondulação geoidal calculada pela fórmula:

$$HPONTO (N) = HRN REFERÊNCIA + \Delta h - \Delta N$$

A Tabela 2.2-1 apresenta os valores da altura elipsoidal e sua respectiva correção, através do cálculo da altura ortométrica.

Tabela 2.2-1- Valores finais para os referenciais implantados

POLIGONAL PRINCIPAL E SECUNDÁRIA - TRECHO RIO RUFINO/URUBICI - LTM SIRGAS 2000					
Marco	NORTE	LESTE	Altura	Ondulação	Altura
			Elipsoidal	MAPGEO	Ortométrica
M_01	1.916.945,62	172.333,01	857,401	4,950	852,451
M_02	1.917.079,88	172.456,94	857,440	4,950	852,490
M_03	1.916.795,38	173.075,36	857,552	4,930	852,622
M_04	1.916.732,97	173.170,07	862,510	4,930	857,580
M_05	1.916.282,42	173.767,93	878,080	4,930	873,150
M_06	1.916.117,73	173.990,63	864,199	4,920	859,279
M_07	1.915.701,85	174.207,24	859,112	4,930	854,182
M_08	1.915.471,79	174.332,28	863,925	4,930	858,995
M_09	1.914.813,76	174.625,91	873,544	4,950	868,594
M_10	1.914.586,38	174.708,33	874,361	4,960	869,401
M_11	1.913.942,06	175.101,03	911,758	4,970	906,788
M_12	1.913.854,92	175.321,15	897,800	4,960	892,840
M_13	1.913.242,51	175.484,80	867,509	4,980	862,529
M_14	1.912.923,59	175.437,75	868,925	4,990	863,935
M_15	1.912.368,04	175.730,99	871,223	5,000	866,223
M_16	1.912.316,86	175.834,22	871,911	5,000	866,911
M_17	1.911.863,94	176.548,25	897,605	4,990	892,615
M_18	1.911.836,55	176.707,64	884,301	4,990	879,311
M_19	1.911.805,79	177.175,67	874,982	4,970	870,012
M_20	1.911.721,61	177.448,57	888,821	4,970	883,851
M_21	1.911.606,64	177.994,82	867,613	4,950	862,663
M_22	1.911.513,29	178.176,61	868,941	4,950	863,991
M_23	1.911.037,51	178.989,58	874,858	4,940	869,918
M_24	1.910.909,24	179.191,37	869,127	4,940	864,187
M_25	1.910.272,82	179.666,91	900,357	4,950	895,407
M_26	1.910.153,67	179.673,02	904,914	4,950	899,964
M_27	1.909.512,31	179.391,68	883,254	4,980	878,274
M_28	1.909.184,62	179.331,14	871,287	4,990	866,297
M_29	1.908.663,99	179.580,93	872,899	5,000	867,899
M_30	1.908.660,92	179.704,67	872,035	5,000	867,035

M_31	1.908.023,24	180.571,75	869,790	4,990	864,800
M_32	1.908.016,13	180.699,75	870,583	4,980	865,603
M_33	1.908.012,12	181.242,68	876,670	4,970	871,700
M_34	1.907.773,50	181.282,60	894,283	4,970	889,313
M_35	1.907.340,83	181.549,14	914,574	4,970	909,604
M_36	1.907.332,01	181.626,21	916,709	4,970	911,739
M_37	1.906.556,46	181.926,52	897,677	4,980	892,697
M_38	1.906.421,91	182.009,04	886,989	4,980	882,009
M_39	1.906.174,23	182.683,19	878,494	4,980	873,514
M_40	1.906.198,50	182.793,06	878,776	4,970	873,806
M_41	1.905.967,85	183.657,90	881,200	4,950	876,250
M_42	1.905.958,27	184.017,69	885,441	4,940	880,501
M_43	1.906.035,09	184.420,75	883,495	4,930	878,565
M_44	1.906.015,16	184.619,68	880,856	4,920	875,936
M_45	1.906.395,91	185.363,18	886,747	4,890	881,857
M_46	1.906.472,48	185.475,59	885,765	4,880	880,885
M_47	1.905.540,84	185.705,06	887,255	4,900	882,355
M_48	1.905.302,49	185.774,06	891,699	4,900	886,799
M_49	1.904.733,83	186.087,43	889,602	4,910	884,692
M_50	1.904.718,65	186.265,77	889,300	4,900	884,400
M_51	1.904.869,18	186.798,01	889,444	4,880	884,564
M_52	1.904.766,22	187.182,22	894,380	4,870	889,510
M_53	1.904.797,83	188.013,93	903,629	4,840	898,789
M_54	1.904.850,84	188.251,15	907,404	4,830	902,574
M_55	1.904.567,74	189.036,84	893,822	4,820	889,002
M_56	1.904.460,73	189.290,25	891,447	4,810	886,637
M_57	1.904.087,46	189.966,81	901,373	4,800	896,573
M_58	1.904.041,04	190.098,08	901,004	4,790	896,214
M_59	1.903.505,52	190.797,76	910,056	4,780	905,276
M_60	1.903.279,79	190.855,02	907,961	4,780	903,181
M_61	1.902.763,52	191.409,14	898,340	4,770	893,570
M_62	1.902.642,48	191.839,36	902,280	4,760	897,520

2.2.2.2 Levantamento Planialtimétrico Cadastral e Uso do Solo'

A partir dos marcos de coordenadas e altitudes implantados foram cadastrados os bordos da estrada existente, meio fios, bueiros, rios, córregos, bocas de lobo, galerias pluviais, pontes, acessos entre outros elementos. Também foram cadastrados os limites das propriedades, construções próximas, limites de vegetação e o uso do solo, como: lavoura, pastagem, mato, reflorestamento. Juntamente foram verificados os dados dos proprietários, inclusive com consulta em Cartório do Registro de Imóveis para identificação das matrículas dos imóveis que possam a vir sofrer processos de desapropriação.

2.2.2.3 Cadastro de Bueiros

A partir dos marcos de coordenadas e altitudes implantados, foram cadastrados com auxílio de estação total, o levantamento das cotas das bocas dos bueiros e suas

dimensões.

Juntamente foram verificadas suas condições de conservação, limpeza e fotografado as bocas, elementos que estão apresentados em planilhas individuais de cada bueiro.

2.2.2.4 Processamentos Geodésicos e Topográficos

Para o processamento das medidas Geodésicas utilizaram-se os softwares específico para cálculos geodésicos. Todas as observações geradas por eles já foram extraídas no Sistema de Referência LTM SIRGAS2000 – MC 49°30", não havendo a necessidade de transformação dos elementos fora do seu ambiente.

2.2.2.5 Desenho Topográfico

Para a elaboração do desenho topográfico, são consideradas as observações geodésicas e topográficas planialtimétricas cadastrais realizadas nas áreas de abrangência do referido estudo.

Todas estas observações foram desenhadas em programas apropriados para esses estudos, sendo esses específicos para a área de projetos.

2.3 ESTUDO GEOLÓGICO

2.3.1 Introdução

O presente estudo reúne as informações geológicas, geotécnicas, morfológicas, hidrogeológicas e ambientais de caráter geral e local, baseadas nas instruções de serviço IS-01, IS-03, IS-04 e IS-206 – DEINFRA/SC, constituindo a etapa de Projeto Executivo da ligação viária da SC-370 localizada entre a cidade de Rio Rufino e a cidade de Urubici, numa extensão de 29,03 km, segmento de rodovia situado na região do planalto catarinense.

O estudo realizado objetivou a Elaboração do Projeto Final da Implantação e Pavimentação Asfáltica da Rodovia mencionada ao tempo em que contemplou a abordagem da geologia regional e local, a geometria destacada do trajeto investigado, a geotecnia dos pontos críticos que envolveram o segmento avaliado, ensejou o melhoramento dos espaços que foram dimensionados e/ou retrabalhados na região, na busca para se adequar à diretriz contemplada a um novo patamar rodoviário, entre os pontos mencionados.

2.3.2 Escopo de Trabalho e Metodologia Adotada

Os trabalhos e a metodologia adotada para o desenvolvimento dos estudos efetuados se basearam nas informações de dados geológicos, geotécnicos, hidrogeológicos, geométricos, planialtimétricos, de vegetação e ambientais, obtidos na bibliografia existente e colhidos no local caracterizado.

Incluíram estudos, cartas e mapas temáticos, disponíveis sobre a região de envolvimento do projeto, dados de aero fotointerpretação, de imagens e informações de campo.

Fizeram parte da análise para o encaminhamento do projeto, juntamente com a reunião de informações regionais e locais, discussões sobre os aspectos técnicos da implantação, que incluíram a geometria, a geotecnia, a hidrografia, a estabilidade de cortes e aterros, as obras de arte correntes e especiais, as questões ambientais e as possibilidades de aproveitamento de materiais de construção.

2.3.3 Localização da Área, Superfície e Vias de Acesso

A Rodovia SC-370 tem o seu início materializado no seu entroncamento com a SC-112 na chegada à cidade de Rio Rufino e o seu final no centro da cidade de Urubici.

O segmento mencionado pode ser acessado do estado vizinho do Paraná através de Curitiba pela BR-116 até a cidade de Lages combinada com a BR-282 e a SC-112, quando se atinge o OPP do trecho, na cidade de Rio Rufino, ou através do mesmo local pela BR-101 norte até Santo Amaro da Imperatriz combinada com a BR-282 e com a SC-110 se atinge o PF do segmento, na cidade de Urubici. Do vizinho estado do Rio Grande do Sul, através de Porto Alegre também pelas BR-116 e a BR-101 sul, combinadas com a BR-282 e as rodovias catarinenses citadas acima, se alcança igualmente o OPP e o PF do traçado. Do norte, do centro e do sul de Santa Catarina através das cidades de Sombrio, Florianópolis e Joinville, utilizando-se a BR-101 sul e norte, a BR-282 e as SC-112 e SC-110, se alcança tanto a cidade de Rio Rufino como a cidade de Urubici, início e final do trecho investigado, assim como do norte do estado do Paraná desde São Miguel do Oeste pela mesma BR-282 combinada com as mesmas SC-112 e a SC-110 se chega aos pontos inicial e final da SC-370 objeto deste projeto (Figura 2.3-1).



Figura 2.3-1 O mapa acima exposto apresenta parte do sistema viário de Santa Catarina na sua região centro – leste, com as suas vias de acesso ao OPP do trecho situado na cidade de Rio Rufino e ao PF do segmento objeto dos estudos localizado na cidade de Urubici, que se debruça sobre o planalto do Paraná. (Fonte: Mapa Rodoviário do Estado de Santa Catarina. DEINFRA-SC. Escala 1:715.000, 2013).

2.3.4 Caracterização Geológica da Superfície Objeto da Apreciação

2.3.4.1 Geologia Regional e Local

Na abordagem dos Estudos Geológicos a geologia regional, se revestiu de grande importância para o projeto na medida em que apontou e definiu as características dos tipos litológicos que incluem o traçado e sua proximidade; as condições climáticas da superfície objeto da caracterização; a cobertura vegetal original da área; as condições geotécnicas do trecho e os tipos de materiais de construção que serão obtidos junto ao alinhamento da estrada ou mesmo fora dele.

Incluída a geometria, a geomorfologia, a hidrografia, o intemperismo, a vegetação, a geotecnia, a pedologia, os materiais de construção e as condições ambientais, a caracterização geológica local se revestiu também, de fundamental importância para o projeto na medida em que detalhou e definiu claramente as características intrínsecas do trecho e suas cercanias, e na indicação de alguns acertos geométricos considerados necessários à adequação do alinhamento da estrada, mostrando as condições de fundação de cortes e aterros dos segmentos particularizados.

Neste particular foram realizadas inspeções técnicas ao longo do trecho onde foram observadas mais precisamente as características geológicas e geotécnicas dos materiais que afloram e ocupam as passagens dos cortes e aterros dimensionados e que permeiam a diretriz investigada; foram observados os aspectos relativos à geometria e a planialtimetria da via no que concerne aos seus pontos críticos; foram feitas avaliações da estabilidade dos cortes e aterros ao longo de todo o segmento rodoviário caracterizado; foram avaliados os materiais contidos nos terrenos inseridos ao longo e nas proximidades da diretriz, relativamente ao seu aproveitamento como materiais de construção e foram aferidas as questões ambientais, que incluíram as exposições da cobertura vegetal na/e lateralmente a via, resultante da ocupação antrópica local, que é particularmente agropecuária, em toda a extensão do traçado da implantação pioneira existente.

Fisiograficamente no contexto regional a área objeto das investigações está inserida em uma superfície que se acha subordinada a influência dos terrenos que estratigraficamente compõem as rochas vulcânicas e sedimentares da Bacia do Paraná constituintes do Grupo São Bento diferenciadas nas Formações Serra Geral e Botucatu; do Grupo Passa Dois que inclui as Formações Rio do Rasto, Terezina, Serra Alta e Irati; do Super Grupo Tubarão - Grupo Guatá que inclui as Formações Palermo e Rio Bonito e do Grupo Itararé que inclui a Formação Rio do Sul.

Do ponto de vista local o segmento que inclui a rodovia SC-370 encontra-se inserido quase que exclusivamente em rochas sedimentares pertencentes à Formação Rio do Rasto, secundado em uma pequena passagem do traçado, pelas rochas da Formação Terezina, desenvolvida nas proximidades da cidade de Urubici.

Ainda faz parte do contexto fisiográfico mais amplo e local os Sedimentos Continentais, Quaternários, recentes.

No espaço regional a superfície em caracterização está subordinada especialmente a influência da bacia hidrográfica do Rio Canoas um dos maiores rios da região, com seus tributários e afluentes da margem esquerda e alguns outros cursos d'água de menor envergadura distribuídos entre os extremos da rodovia, linhas de drenagem pertencentes ao Sistema Integrado da Vertente do Interior de Santa Catarina.

Influencia diretamente o mosaico onde se acha inserido o alinhamento da estrada a bacia hidrográfica do Rio Canoas – o principal rio que margeia o traçado, a do próprio Rio Rufino, do Rio do Tigre, do Rio Gargantilha, do Rio Vacariano e a do também Rio Urubici que banha a cidade homônima.

O trecho da SC-370 que se constitui no segmento situado entre a cidade de Rio Rufino e a cidade de Urubici, inclui no seu intervalo as zonas urbanas das duas cidades e as passagens levemente urbanizadas das localidades de Cerro Baio no seu km 49+160 e Consolação no seu km 61+160 pequenos povoados ali implementados.



Fonte: Cicero M. Bortoluzzi-Mai/2013.

Figura 2.3-2 Os dispositivos fotográficos mostram a passagem da rodovia pela localidade de Cerro Baio no seu km 49+160 e o templo católico erguido na localidade de Consolação, localizado na margem esquerda da implantação pioneira da SC-370, na passagem do seu km 61+160.

Adjacente e/ou próximo do traçado da rodovia pode se observar na paisagem morros ressaltados na topografia, sustentados pelos arenitos que compõem a Formação Botucatu, de singular beleza estética e mesmo cultural, como é o caso do morro do Campestre que mostra inscrições rupestres.



Fonte: Cicero M. Bortoluzzi-Mai/2013.

Figura 2.3-3 Os dispositivos fotográficos mostram o morro do campestre soerguido na topografia sustentado pelo arenito constituinte da Formação Botucatu situado adjacente a passagem do km 66+920 da rodovia projetada, no seu lado direito.

A superfície objeto da apreciação está contida em terrenos do Paleozóico Inferior, Médio e Superior e do Mesozóico desde o Triássico até o Juro-Cretáceo, juntamente com os terrenos do Cenozóico – Quaternário, que complementam a geografia física local.

Do ponto de vista geológico, de forma ampla, regional, o Brasil, está localizado sobre uma das plataformas que constituem o Planeta, a Plataforma Continental Sul Americana, que se encontra estruturada essencialmente sobre rochas metamórficas antigas de idade Arqueana, associadas às unidades mais jovens Proterozóicas e às Coberturas Sedimentares e Vulcânicas Fanerozóicas, distribuídas pelo nosso Continente.

A compartimentação geológica do Brasil pode ser melhor visualizada no mapa de distribuição dos Escudos Brasileiros, das Províncias Tectônicas, do Cráton de São Francisco e da Bacia do Paraná, agrupamentos geológicos destacados ao longo do território brasileiro.



Figura 2.3-4 Compartimentação da Geologia do Brasil.

Fonte: Carta do Brasil ao Milionésimo

Sobre essa plataforma desenvolveram-se no Brasil, em condições estáveis, as Coberturas Sedimentares e Vulcânicas Fanerozóicas que preencheram espacialmente três extensas bacias.

A Bacia Amazônica, a Bacia do Parnaíba e a Bacia do Paraná, onde se insere a área de estudo.



Figura 2.3-5 Localização das Bacias Fanerozóicas no Brasil.

Fonte: Carta do Brasil ao Milionésimo

O estado de Santa Catarina que se acha localizado a sul do denominado Escudo Atlântico brasileiro, na maior parte da sua extensão é constituído por um planalto que mergulha suavemente para nordeste, leste e sudeste, cuja plataforma estrutural circunscreve o complexo das rochas sedimentares gondwânicas e cristalinas, aflorantes no Estado.

Juntam-se a essa macro constituição litológica os sedimentos cenozóicos terciários e quaternários litorâneos marinhos e continentais e os interiorizados, recentes, que complementam esta distribuição “faciológica” caracteristicamente diferenciada.



Figura 2.3-6 Mapa de Localização dos Escudos e das Bacias Sedimentares no Brasil.

Fonte: Carta do Brasil ao Milionésimo

Afloram hoje no território catarinense de leste para o oeste, os Sedimentos Recentes do litoral Marinhos e Continentais, uma faixa de Rochas Migmatíticas e Metamórficas mais antigas, a sucessão das Rochas Gondwânicas e os derrames de Lavas Básicas, Intermediárias e Ácidas da Formação Serra Geral.

A região que envolve as cidades de Petrolândia, Bocaina do Sul, Painei, São Joaquim e Bom Retiro e as localidades de Santa Isabel, Vacas Gordas, Águas Brancas e Canoas, segundo Bortoluzzi, C. A., Awdziej, J. & Zardo, S. M. - 1987, apresenta exposições de rochas vulcânicas e sedimentares pertencentes à Bacia do Paraná

Do ponto de vista prático são rochas Mesozóicas incluídas no Grupo São Bento, que se constitui de litótipos pertencentes à Formação Serra Geral – Juro-Cretáceo e a Formação Botucatu - Triássico, Formações inseridas na denominada Bacia do Paraná na sua porção caracterizada por um Vulcanismo Basáltico que teve lugar entre 120 Ma e 147 Ma atrás e no seu campo sedimentar com um espaço cronológico compreendido entre 190 Ma e 225 Ma.

Somam-se a elas as rochas incluídas no Paleozóico Inferior, Médio e Superior, constituintes do Grupo Passa Dois – Permiano Superior, composto pelas Formações Rio do Rasto, Formação Terezina, Formação Serra Alta e Formação Irati e do Super Grupo Tubarão - Grupo Guatá – Permiano Médio, constituído das Formações Palermo e da Formação Rio Bonito e do Grupo Itararé – Permiano Inferior, constituído da Formação Rio do Sul, perfazendo um ciclo sedimentológico compreendido entre 225Ma e 280Ma.

As rochas da Formação Serra Geral – vulcânicas, constituem-se, essencialmente, de uma seqüência estratigráfica que inclui rochas de composição básica, intermediárias e ácidas.

Mais precisamente, são litótipos que constituem extensos derrames basálticos na forma de efusivas básicas, de textura afanítica, amigdaloidal no topo dos derrames,

Seção Geológica Esquemática Regional

Vulcânicas da Formação Serra Geral
Sedimentos Serra Geral
Zona de erosão (diastema)
Interrupção da Formação Botucatu
Arenitos da Formação Botucatu

As efusivas da Formação Serra Geral, na maior parte do planalto, do vale do rio do Peixe e do oeste de Santa Catarina, se constituem de rochas vulcânicas basálticas com o seu perfil clássico - Zona Vítreo Basal, com disjunção horizontal; Zona Intermediária com juntas verticais e Zona Superior com disjunção vertical e horizontal e no topo, basalto vesicular.



114

A sequência básica se constitui de basaltos, andesitos e basaltos vítreos, que apresentam, quando frescos, colorações, que vão do cinza escuro ao negro, com tonalidades esverdeadas.

Quando alteradas apresentam geralmente cores em tons castanho-avermelhados e amarelo esverdeados.

As efusivas intermediárias e ácidas representadas por dacitos, riódacitos felsíticos e riolitos felsíticos pórfiros ou não ocorrem secundariamente, geralmente no topo da Formação.

A Formação Botucatu também incluída no Grupo São Bento, se constitui de Arenitos Eólicos de ambiente desértico, avermelhados, finos a médios, com estratificações cruzadas de médio a grande porte, localmente depósitos lacustres representados por Arenitos argilosos, mal selecionados, mais frequentes na base da Formação.

A Formação Rio do Rasto incluída no Grupo Passa Dois se compõe de Depósitos de Planícies Costeiras constituídas de Siltitos, Argilitos e Arenitos Finos esverdeados, arroxeados e avermelhados, com representação local de Bancos Calcíferos, às vezes oolíticos, com abundantes fragmentos de conchas, na porção superior, Depósitos Fluviais compreendendo Arenitos avermelhados, arroxeados, amarelados e esbranquiçados intercalados em Argilito e Silito avermelhados, arroxeados com intercalações localizadas de Siltitos calcíferos, na porção inferior.

A Formação Terezina também pertencente ao mesmo Grupo Passa Dois, se constitui de Depósitos Marinhos rasos representados por alternâncias de Argilitos e Folhelhos cinza-escuros com Siltitos e Arenitos muito finos cinza-claros, apresentando laminação “flaser”, com ocorrência de Calcários por vezes oolíticos e leitos de Coquina intercalados na porção superior.

A Formação Serra Alta se constitui de Sedimentos Marinhos compreendendo Argilitos, Folhelhos e Siltitos cinza-escuros com lentes e concreções calcíferas.

A Formação Irati se constitui de Depósitos Marinhos representados na porção inferior por Siltitos e Folhelhos cinza escuros e cinza claros e na porção superior por Folhelhos pretos pirobetuminosos, Folhelhos e Argilitos cinza escuros e Calcários creme e cinza escuros, por vezes Dolomíticos alternados ritmicamente.

A Formação Palermo igualmente integrante do Super Grupo Tubarão, Grupo Guatá, se constitui de Depósitos Marinhos representados por Siltitos arenosos amarelo-esverdeados, intensamente bioturbados.

A Formação Rio Bonito integrante do Super Grupo Tubarão, Grupo Guatá, se compõe na seção superior de Depósitos Litorâneos e Flúvio-Deltáicos representados por Arenitos finos a muito finos, escuros, intercalados a Argilitos e Folhelhos carbonosos e localmente leitos de Carvão.

A seção média se constitui de Sedimentos Marinhos compreendendo Siltitos e Folhelhos esverdeados, com níveis carbonáticos argilosos, silicificados em superfície e, subordinadamente Arenitos muito finos.

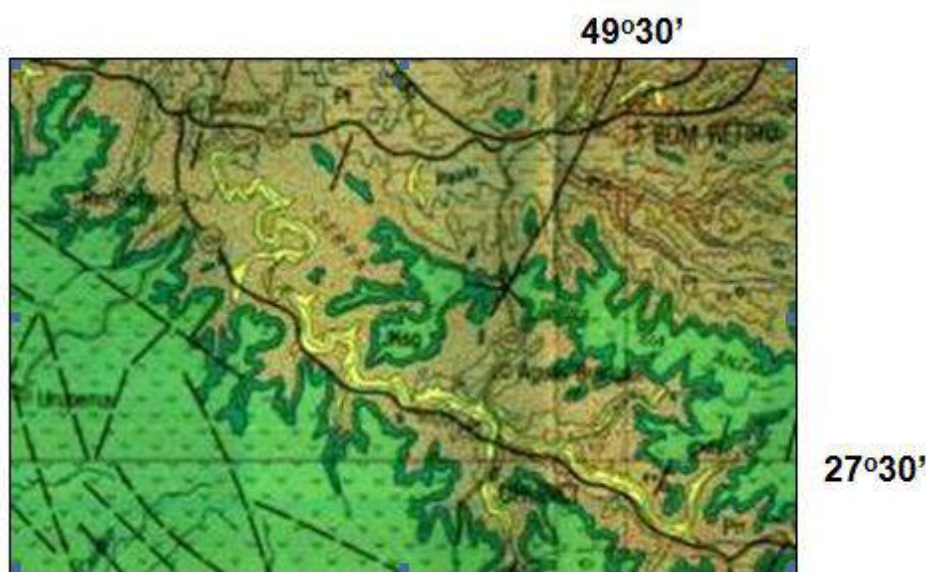
A seção inferior se compõe de Depósitos Flúvio-Deltáicos, compreendendo Arenitos imaturos-Arcóseos e Subarcóseos, esbranquiçados, finos a médios localmente grosseiros, argilosos, micáceos e secundariamente Arenitos muito finos, Folhelhos

carbonosos e, leitos de Carvão.

A Formação Rio do Sul se compõe de uma seqüência Glácio-Marinha constituída na sua porção inferior de Folhelhos e Argilitos cinza-escuros localmente de aspecto várvico.

A porção superior se constitui de Argilitos, Folhelhos várvicos, Ritmitos, Arenitos finos e Diamictitos.

A distribuição espacial dos litótipos vulcânicos, sedimentares e aluvionares atuais, encontrados na região de inserção da rodovia SC-370, localizada entre Rio Rufino e Urubici, podem ser melhor observada no mapa geológico regional, modificado, disposto a seguir.



LEGENDA

- Rodovia SC-370
- Falhamentos

Figura 2.3-9 Mapa Geológico Regional, modificado.

Fonte: Mapa Geológico do Estado de Santa Catarina. DNPM/SECTME. Escala 1:500.000, 1986

Tabela 2.3-1 Coluna Estratigráfica.

COLUNA ESTRATIGRÁFICA		
Sedimentos Continentais – Q		
Grupo São Bento	Formação Serra Geral – JKsg	
	Formação Botucatu – TRJb	
Grupo Passa Dois	Formação Rio do Rasto - Prr	
	Formação Terezina - Pt	
	Formação Serra Alta - Psa	
	Formação Irati - Pi	
Super Grupo Tubarão	Grupo Guatá	Formação Palermo - Pp
	Grupo Itararé	Formação Rio Bonito - Prb
		Formação Rio do Sul - Prs

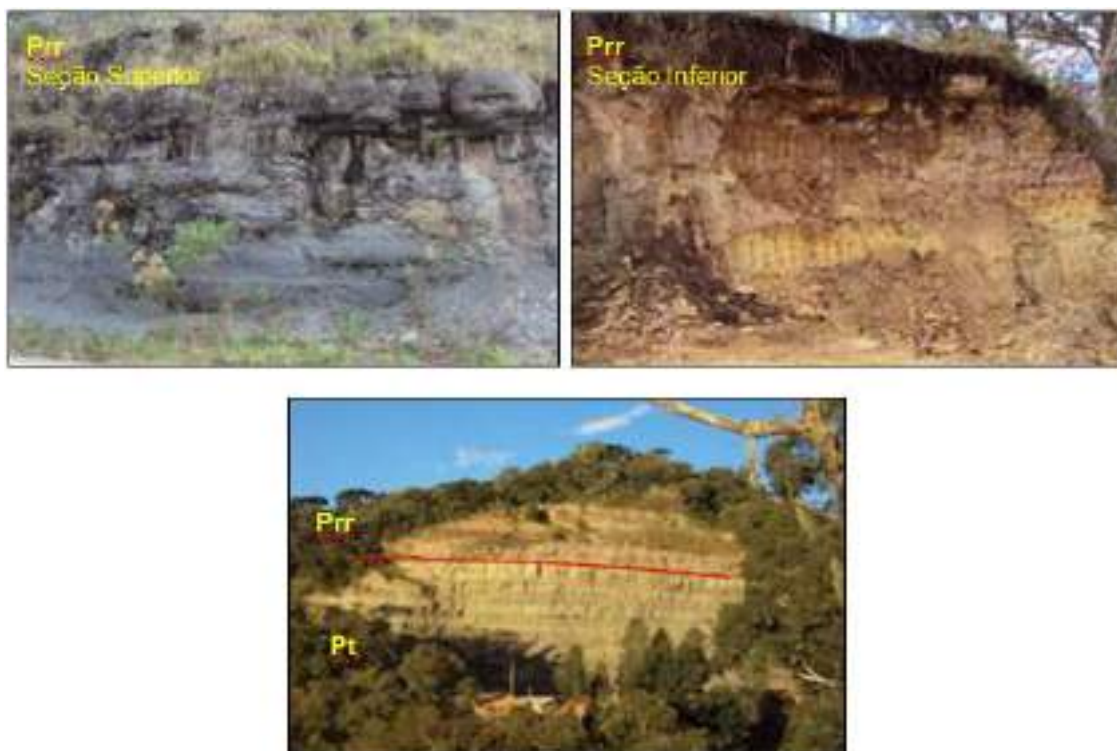
Fonte: Mapa Geológico do Estado de Santa Catarina. DNPM / SECTME. Escala 1:500.000, 1986.

No que diz respeito à caracterização local aflora e se destaca ao longo do traçado da SC-370 e suas imediações, praticamente, litótipos que compõem a Formação Rio do Rasto, seguidos de um pequeno segmento onde acontece a exposição litológica de horizontes constituintes da Formação Terezina.

A Formação Rio do Rasto se compõe de Depósitos de Planícies Costeiras constituídas de Siltitos, Argilitos e Arenitos Finos esverdeados, arroxeados e avermelhados, com representação local de Bancos Calcíferos, às vezes oolíticos, com abundantes fragmentos de conchas, na sua porção superior, bem marcada, sobreposta a Depósitos Fluviais compreendendo Arenitos avermelhados, arroxeados, amarelados e esbranquiçados intercalados em Argilito e Siltito avermelhados, arroxeados com intercalações localizadas de Siltitos calcíferos na sua porção inferior.

A característica marcante da Formação ao longo das suas exposições no contexto geológico e no local caracterizado é o de apresentar entre a sua seção superior e a inferior, estratos sedimentares de cores distintas esverdeados com eventuais intercalações de níveis por vezes arroxeados e avermelhados superiormente e extratos marcadamente avermelhados, arroxeados, amarelados e esbranquiçados na base da Formação.

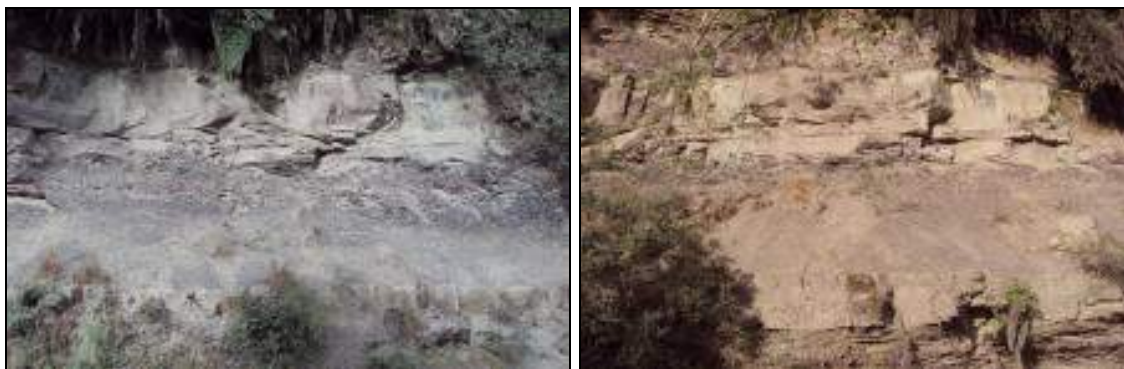
A Formação Terezina do mesmo Grupo Passa Dois, se constitui de Depósitos Marinhos rasos representados por alternâncias de Argilitos e Folhelhos cinza-escuros com Siltitos e Arenitos muito finos cinza-claros, apresentando laminação “flaser”, com ocorrência de Calcários por vezes oolíticos e leitos de Coquina intercalados na porção superior.



Fonte: Cicero M. Bortoluzzi-Mai/2013.

Figura 2.3-10 As imagens fotográficas mostram os litótipos componentes da seção superior da Formação Rio do Rasto, os litótipos componentes da seção inferior da mesma Formação e o seu contato com a Formação Terezina estratigraficamente inferior.

A característica marcante da Formação Rio do Rasto ao longo do segmento investigado é a de apresentar a intercalação de estratos sílticos, intercalados basicamente a arenitos, e menos comumente a argilitos, através de níveis de espessuras variáveis verticalmente, situando-se entre o decímetro e metros, com resistência diferencial, comportamento mecânico e constituição física diferencial entre os litótipos sílticos-fissilizados, arenosos e argilíticos-coesos e maciços, com acamamento às vezes horizontalizados, às vezes sub-verticalizados – mergulhante, com ou sem extratificação cruzada e com ou sem alteração superficial pronunciada – centimétrica, métrica ou de vários metros.



Fonte: Cicero M. Bortoluzzi-Mai/2013.

Figura 2.3-11 Os dispositivos fotográficos mostram a ritmicidade dos níveis sílticos, arenosos e argilíticos que compõem o perfil vertical da Formação, o tipo de erosão superficial diferencial que os acomete, a queda de material na vertical que acomete os siltitos expostos no conjunto, o comportamento mecânico diferenciado entre eles e o plano de acamamento que no caso é sub-horizontal.

Os extratos menos coesos, menos litificados, compostos por siltitos são mais susceptíveis ao trabalho pela intempérie – água superficial, variação térmica diuturna, ventos e percolação d'água interna, pela fissilidade que apresentam, sofrendo erosão diferencial e freqüentes quedas de material na vertical, que leva os taludes de corte escavados a uma condição de comprometimento da sua estabilidade.

É comum se deparar na face dos taludes de cortes escavados no trecho com taludes negativos que levam ao comprometimento dos terraplenos implantados.



Fonte: Cicero M. Bortoluzzi-Mai/2013.

Figura 2.3-12 O dispositivo fotográfico mostra um exemplo de talude negativo que ocorre na face externa de alguns terraplenos escavados na SC-370, oriundo da queda de material na vertical que acontece no horizonte de siltito que se intercala a horizontes de arenito e mesmo de argilitos. No caso o siltito encontra-se sotoposto ao horizonte de arenito que lhe é superior.

Os estratos sílticos mostram-se dentro do conjunto da Formação com uma espessura que varia do metro a metros, fissilizados, centimétricos, dentro do horizonte siltoso, ao passo que os níveis de arenitos e ou argilitos mais coesos mostram espessuras dentro do horizonte que variam entre o decímetro, o metro ou metros, menos plásticos.



Fonte: Cicero M. Bortoluzzi-Mai/2013.

Figura 2.3-13 A imagem fotográfica mostra um exemplo da variação de espessura que acontece ao longo dos litótipos que compõem a Formação Rio do Rasto ao longo do seu perfil vertical e da região que possa estar aflorando.

Não é raro se observar extratificação cruzada dentro do perfil vertical componente da Formação e mesmo um certo grau de fraturamento nos segmentos litológicos que compõe o pacote sedimentar, fraturas verticais e inclinadas curtas, especialmente ao longo dos níveis areníticos e argilíticos que compõe o horizonte

estratigráfico.



Fonte: Cicero M. Bortoluzzi-Mai/2013.

Figura 2.3-14 A imagem fotográfica mostra uma passagem da estrada onde se observa a extratificação cruzada característica dos litótipos da Formação e um dos graus de fraturamento que pode estar acometido o pacote de rocha sedimentar que forma o conjunto do empilhamento vertical, notadamente nos níveis arenosos e argilíticos, maciços, mais sujeitos ao secionamento e à ruptura.

A espessura dos solos de alteração, solo maduro-SM, superficial observado ao longo do traçado, que se soma ao solo saprolítico-SS, sotoposto a ele, também varia de espessura entre os segmentos que representam a diretriz investigada, assumindo valores que vão de 0,3m até 5,0m e 6,0, com a predominância das espessuras situadas entre 3,0m e 5,0m no intervalo da estrada compreendido entre o OPP e o km 56+620 e assumindo valores que vão de 0,5m até 2,0m e 3,0m, com a predominância das espessuras situadas entre 2,0m e 3,0m no intervalo da estrada compreendido entre o km 56+620e o PF da SC-370.



Fonte: Cicero M. Bortoluzzi-Mai/2013.

Figura 2.3-15 Os dispositivos fotográficos mostram a espessura do solo de cobertura, solo maduro-SM somado ao solo saprolítico - sotoposto, em 2 (dois) pontos da passagem da Formação Rio do Rasto ao longo do traçado investigado, apresentando uma espessura de 1,5m a 2,5m no primeiro caso – km 46+920, LD, e 0,5m no segundo caso – km 68+660, LD, seguidos de horizontes

de saprólito SA-C1 e SA-C2.

A Formação Terezina apresenta basicamente os mesmos constituintes e as mesmas características que são observadas nos estratos sedimentares da Formação Rio do Rasto, a exceção da presença dos folhelhos cinza escuro que integram o conjunto e a menor diferenciação estratigráfica vertical.

Complementa a geologia regional e local a ocorrência de sedimentos continentais, recentes - Quaternário, sedimentos aluvionares atuais, que ocupam as planícies de inundação dos rios, ribeirões, pequenos córregos, drenagens e talwegues da região objeto das investigações.

Constituem-se de areias finas e grosseiras, cascalhos inconsolidados, assim como argilas de planícies de inundação.

Os sedimentos pelíticos normalmente se apresentam sob a forma de aluviões, argilosos, argilosos propriamente ditos, silto argilosos, silto arenosos, areno siltosos e arenosos.

Em termos morfológicos regionais segundo o Atlas de Santa Catarina, 1986, o alinhamento previsto para a implantação e a pavimentação do traçado da SC-370, ligação entre Rio Rufino e Urubici, se caracteriza por apresentar ao longo da sua extensão, formas de relevo incluídas no Domínio Morfoestrutural dos Depósitos Sedimentares, das Regiões Geomorfológicas das Planícies Interiorizadas, na Unidade Geomorfológica das Áreas Planas de Acumulação Fluvial, que se constitui de um modelado de acumulação fluvial caracterizado por áreas planas resultantes da acumulação fluvial sujeitas a inundações periódicas; incluídas no Domínio Morfoestrutural das Bacias e Coberturas Sedimentares, na Região Geomorfológica do Planalto das Araucárias, nas Unidades Geomorfológicas do Planalto dos Campos Gerais e do Planalto Dissecado do Rio Iguaçu / Rio Uruguai, que se constituem de um modelado de Dissecção Diferencial marcado pelo controle estrutural, definido pela variável aprofundamento da drenagem, já que a densidade é controlada pela tectônica e pela litologia e incluídas no Domínio Morfoestrutural das Bacias e Coberturas Sedimentares, na Região Geomorfológica do Planalto Centro-Oriental de Santa Catarina, na Unidade Geomorfológica do Planalto de Lages, que também, se constitui de um modelado de Dissecção Diferencial marcado pelo controle estrutural, definido pela variável aprofundamento da drenagem, tendo em vista que a densidade é controlada pela tectônica e pela litologia.

28°00'

LEGENDA

- Rodovia SC-370
- Linhas de drenagem

Figura 2.3-16 Mapa Geomorfológico Regional, modificado.

Fonte: Atlas de Santa Catarina. Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral – GAPLAN, Escala 1:1.000.000, 1986

Tabela 2.3-2 Esboço Geomorfológico.

ESBOÇO GEOMORFOLÓGICO		
Depósitos Sedimentares	Planícies Interiorizadas	Áreas Planas de Acumulação Fluvial-Af
Bacias e Coberturas Sedimentares	Planalto das Araucárias	Planalto dos Campos Gerais-D1/Pg1
		Planalto Dissecado do Rio Iguaçu/Rio Uruguai-D1/D2/D3
Bacias e Coberturas Sedimentares	Planalto Centro-Oriental de Santa Catarina	Planalto de Lages-D1/D2/D3

Fonte: Atlas de Santa Catarina. Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral – GAPLAN, Escala 1:1.000.000, 1986.

Os diversos segmentos do traçado que compõem a rodovia, em si tratando da morfologia local, mostram 2 (duas) condições distintas.

Uma delas relacionada ao desenvolvimento da estrada por sobre terrenos sobejamente planos de planícies adstritos aos rios, arroios e drenagens que interceptam a rodovia e outra por sobre terrenos topograficamente mais expressivos, mais movimentados.

A diretriz do projeto do trecho investigado de forma particularizada se desenvolve por uma morfologia com inclinações de vertentes situadas entre 12° e 20° - acidentada, entre o OPP e o km 48+600, restritiva ao segmento que compõe a estrada no seu lado esquerdo à saída da cidade de Rio Rufino que mostra uma topografia Plano Peneplanizada, constituída da planície de inundação do rio homônimo, entre o km 53+900 e o km 57+540 e entre o km 59+180 e o km 59+840; com inclinação de vertentes situadas entre 20° e 40° - escarpada ou íngreme, entre o km 48+600 e o km 52+040, entre o km 57+540 e o km 59+180, entre o km 59+840 e o km 63+000 e entre o km 63+300 e o km 69+120 no lado direito da via; com inclinação de vertentes situadas entre 3° e 6° - suave ondulada, entre o km 52+040 e o km 52+620 e entre o km 63+300 e o km 69+120 no lado esquerdo da SC-370 acompanhando a planície de inundação do Rio Canoas e com inclinação de vertentes situadas entre 6° e 12° - ondulada, entre o km 52+620 e o km 53+920, entre o km 63+000 e o km 63+300, constituindo as planícies de inundação do rio Canoas/Vacariano e entre o km 69+120 e o km 71+820.



Fonte: Cicero M. Bortoluzzi-Mai/2013.

Figura 2.3-17 Os dispositivos fotográficos mostram 3 (três) dos tipos de morfologia que caracterizam o trecho investigado, com inclinação de vertentes inferior a 3° , situadas entre 3° e 6° e situadas entre 6° e 12° .



Fonte: Cicero M. Bortoluzzi-Mai/2013.

Figura 2.3-18 Os dispositivos fotográficos mostram mais 2 (dois) dos tipos de morfologia que caracterizam o trecho observado, com inclinação de vertentes, situadas entre 12° e 20° e situadas entre 20° e 40°.



Fonte: Cicero M. Bortoluzzi-Mai/2013.

Figura 2.3-19 Os dispositivos fotográficos mostram parte da planície de inundação do Rio Canoas que acompanha o lado esquerdo da rodovia no seu segmento final e a planície do Rio Vacariano que intercepta a estrada no seu km 63+280.

Grande parte do ou dos segmentos médios e finais da estrada, relativamente afastados dos seus bordos laterais - off-sets esquerdos e direitos, mostram uma morfologia com inclinações de vertentes superiores a 40°, inclusive com inserções de relevos tipo “Pães de Açúcar”, sustentados pela exposição dos arenitos da Formação Botucatu.



Fonte: Cicero M. Bortoluzzi-Mai/2013.

Figura 2.3-20 A imagem fotográfica mostra à morfologia que caracteriza lateralmente a rodovia, nos seus segmentos finais, com inclinação de vertentes superior a 40° e relevos tipo “Pães de Açúcar” ressaltados na topografia.

2.3.4.2 Pedologia Regional e Local

Em termos, pedológico regional, os tipos de solos que estão expostos ao longo da região que envolve o traçado, estão referidos à manifestação de solos, Cambissolos Bruno Húmico álico e Cambissolos Húmico álicos.

Os cambissolos Bruno Húmico álico, são solos minerais não hidromórficos, com o horizonte B incipiente derivados exclusivamente de rochas eruptivas.

São solos profundos de cores brunadas, com argila de atividade baixa e seqüência de horizonte A, (B) e C.

O horizonte A é rico em matéria orgânica, geralmente espesso, de cor escura, o que o caracteriza como proeminente.

O horizonte B tem textura argilosa ou muito argilosa, com estrutura em blocos subangulares, de fraca a moderada, que apresenta pouca e/ou nenhuma cerosidade.

A presença de fragmentos de rocha semi-alterada é comum e freqüente em alguns deles.

São típicos das regiões de altitudes do planalto catarinense e ocorrem em relevo mais movimentado.

Os Cambissolos Húmicos álicos compreendem solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B incipiente, definido pelo baixo gradiente textural, pela média a alta relação silte/argila ou pela presença de minerais primários de fácil decomposição.

A cerosidade quando presente nunca passa de fraca e pouca.

Normalmente tem seqüência de horizontes A, (B) e C, constatando-se variações quanto à profundidade do solum, cor, textura e estrutura.

São derivados de rochas sedimentares e mostram elevados teores de matéria orgânica.

Situam-se em regiões de maior altitude, notadamente no Planalto de Lages e ocorrem em relevo suave ondulado a ondulado.

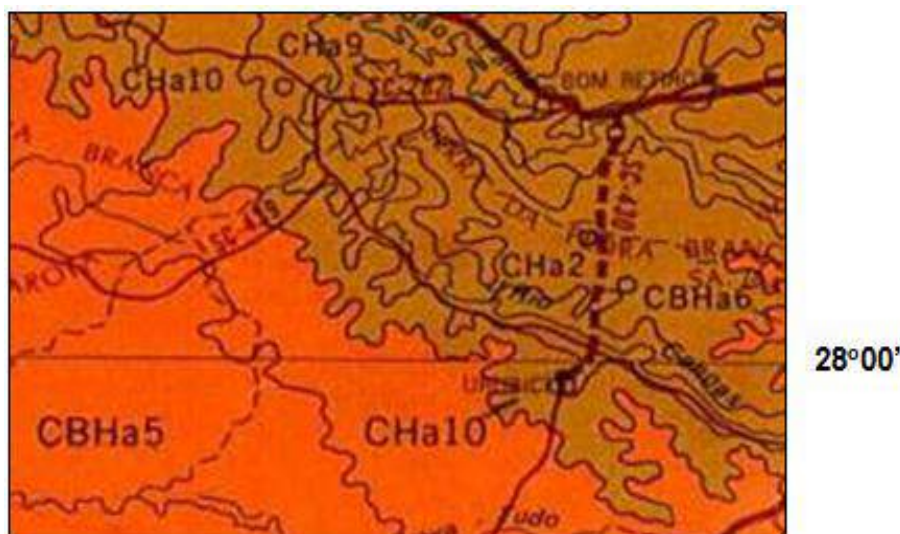


Figura 2.3-21 Mapa Pedológico Regional, modificado.

Fonte: Atlas de Santa Catarina. Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral - GAPLAN, Escala 1:1.000.000, 1986

Tabela 2.3-3 Esboço Pedológico.

ESBOÇO PEDOLÓGICO
Cambissolo Bruno Húmico álico – CBHa6
Cambissolo Húmico álico – CHa2, 6, 9 e 10

Fonte: Atlas de Santa Catarina. Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral – GAPLAN, Escala 1:1.000.000, 1986.

A alteração intempérica incidente sobre os litótipos sedimentares alcançados pelo traçado da SC-370 entre Rio Rufino e Urubici do ponto de vista geomecânico, produz em termos pedológicos, Solos Maduros-SM, superficiais, de pequena espessura, seguidos ou não de Solos Saprólíticos-SS pouco ou relativamente desenvolvidos, que pode ou não estar em contato com os demais estratos que compõem os horizontes das rochas sedimentares, intempericamente alterados, parcialmente alterados ou litificados.

Os solos maduros verificados nos espaços da rodovia ocupados tanto pela Formação Rio do Rasto como da Formação Terezina, se constituem de estratos ou níveis argilosos, plásticos, homogêneos, coerentes, marrom escuros e/ou claros, com espessura que não ultrapassa 0,8m, que são seguidos ou não por solos saprolíticos que se apresentam normalmente siltos argilosos, siltosos, siltos areno argilosos e arenosos, incoerentes, friáveis, heterogêneos entre o níveis diferenciados, de espessura variando entre o metro e metros-1,0m a 3,0m e 4,0, de cores marrom amarelado, marro avermelhados, amarelados, cinza esverdeados, cinza claros e escuros, esverdeados e arroxeados

Grande parte dos estratos que compõem as litologias características de cada Formação geológica que se insere no trecho investigado ainda se mantém, quase que inalterados, resultando em exposições - no perfil vertical, de solos maduros com um mínimo de espessura, seguidos de argilitos, siltitos e arenitos, de pouco a medianamente litificados, particularmente friáveis e incoerentes, mantendo a

grande maioria das características intrínsecas da rocha fonte.



Fonte: Cicero M. Bortoluzzi-Mai/2013.

Figura 2.3-22 As fotos mostram o solo maduro marrom claro seguido de solo saprolítico marrom amarelado expostos no perfil vertical de intemperização na passagem pelo km 63+840 da estrada investigada e o solo maduro seguido dos estratos de arenito, siltito e/ou argilito da Formação Rio do Rasto na passagem pelo km 59+320 da implantação pioneira.

A alteração intempérica dos solos mais evoluídos pode se dar no perfil vertical de intemperização, para horizontes de saprólitos também sílticos argilosos ou arenosos, ou acontecer à pequena profundidade, a passagem direta de solos maduros e/ou saprolíticos para os estratos de argilitos, de siltitos ou de arenitos que compõem o trecho investigado, especialmente como acontece no segmento da estrada ocupado pelos litótipos da Formação Terezina.



Fonte: Cicero M. Bortoluzzi-Mai/2013.

Figura 2.3-23 As fotos mostram a passagem direta do solo maduro, delgado, para o saprolítico arroxeadado da Formação Rio do Rasto na passagem do km 62+460, lado esquerdo da rodovia e para os estratos sílticos e arenosos da mesma Formação na passagem do km 68+660 e da Formação Terezina na passagem do km 71+740 da implantação pioneira.

A intemperização dos litótipos que compõem as 2 (duas) Formações expostas no trecho, não se dá no local, de forma homogênea e regular.

É verificado, com relativa frequência, ao longo do perfil longitudinal atravessado pela rodovia nos espaços progressivos, a descontinuidade dos tipos de solos que se apresentam ou estão expostos ao longo de segmentos específicos, tornando uma comum - a curtos espaços do desenvolvimento, a interrupção da continuidade lateral e vertical dos solos

Corroborando o que foi acima explicitado, em vários cortes atravessados no trecho ao longo da implantação pioneira, não se verificou exposto no perfil vertical a alteração intempérica normal esperada para os litótipos componentes das Formações envolvidas e sim os próprios estratos componentes das Formações na forma de argilitos, siltitos, “folhelhos” e arenitos, com espessura dos horizontes variando entre o centímetro, o decímetro e o metro, de cores amarelados, esverdeados, amarelo esverdeados, cinza esverdeados, cinza claro e escuros, esbranquiçados e arroxeados pouco litificados, friáveis, que são confundidos com solos de alteração.



Fonte: Cicero M. Bortoluzzi-Mai/2013.

Figura 2.3-24 As imagens fotográficas mostram a passagem direta do solo maduro, delgado, para os estratos constituídos de saprólito e outros níveis menos intemperizados dos litótipos que compõem a Formação Rio do Rasto nas passagens do km 46+920 e do km 60+420, no lado direito da via e na passagem do km 73+360, também no lado direito da estrada, no âmbito da Formação Terezina.

A sedimentação correlata, por outro lado, gerou nas bacias hidrográficas envolvidas com o traçado solos aluvionares argilosos, silto argilosos, silto argilo arenosos,

eventualmente areno siltosos e solos hidromórficos pouco desenvolvidos, pouco a medianamente espessos, em locais onde se verifica a presença de superfícies depressivas com o acumulo d'água pluvial e dificuldade de escoamento devido ao baixo gradiente hidráulico a que estão submetidas.



Fonte: Cicero M. Bortoluzzi-Mai/2013.

Figura 2.3-25 As imagens fotográficas mostram 3 (três) passagens da estrada onde foram verificadas a presença de solo hidromórfico, no lado direito da via na passagem do seu km 49+540, no lado esquerdo da diretriz na passagem do seu km 53+160 e novamente no lado direito da rodovia na passagem do seu km 57+220.

No que se refere ao intemperismo presente às rochas que afloram na região e no entorno do traçado, mais especificamente ligados, as rochas constituintes Grupo São Bento, do Grupo Passa Dois e dos Grupos Guatá e Itararé, com algumas das suas Formações presentes na diretriz elencada, o que ocorre é uma estreita interação, entre o Intemperismo Químico e o Físico, moderadas ações de erosões pluviais, moderados movimentos de massa e mínimas ações eólicas.

Sob a ação do intemperismo as rochas das Formações constituintes da Bacia do Paraná se alteram, predominantemente, em solos maduros-SM, argilosos, superficiais, em solos saprolíticos-SS, silticos argilosos, em saprolitos-SA-C1 e SA-C2, também silticos argilosos e nos demais horizontes de alteração que resultam da intemperização das rochas expostas ao longo do traçado e da região, alteração parcial ou total das rochas fontes.

Os litótipos que compõem as 2 (duas) Formações geológicas presentes ao longo da rodovia estudada, a Formação Rio do Rasto e a Formação Terezina, acham-se submetidos predominantemente ao intemperismo do tipo químico, secundado pelo intemperismo físico, que induzem a leves ações de trabalho dos tipos litológicos, superficial e internamente, produzidas pelos agentes de temperatura e pressão, associados as ações das águas pluviais, secundadas por insipientes ações eólicas.

Certa parcela dos litótipos emergentes ao longo do traçado e suas cercanias se acham intemperizados na forma de solos eluvionares e coluvionares maduros, superficiais, sobrepostos em evolução ou não para solos saprolíticos, que gradam ou não para saprólitos e eventualmente para outros horizontes de intemperização da rocha, para os estratos diferenciados que constituem as Formações geológicas mencionadas à medida que a profundidade do terreno aumenta.

A grande parte dos estratos sedimentares expostos ao longo da diretriz da SC-370 mantém as características intrínsecas que os identificam dentro das diversas Formações que ocorrem no local, se mantém praticamente inalterados ao longo do traçado, refletindo os argilitos, os siltitos, os arenitos e as intercalações desses materiais, próprio das Formações que integram.

A sedimentação correlata gerou nas bacias hidrográficas envolvidas com o traçado solos deposicionais aluvionares, argilosos, silto argilosos, silto argilo arenosos, eventualmente areno siltosos, solos hidromórficos.

Em termos regionais a vegetação de cobertura da área onde o segmento estradal encontra-se inserido, como de resto a de todo o Estado, já foi descaracterizada pela intensa ação antrópica havida em tempos não muito distante.

Esta devastação sem precedentes acontecida no planalto catarinense e na região de inserção da rodovia projetada causou um profundo desequilíbrio nos ecossistemas com consequências imprevisíveis, sobretudo para as bacias hidrográficas dos maiores rios que compõem aquela área – o rio Canoas, o rio Rufino, o arroio Lagoa Preta, o rio Gargantilha e o rio Vacariano.

O que se deve procurar fazer nos dias de hoje é efetuar de forma técnica e mais racional, a preservação do que resta da vegetação natural de porte, remanescente no interior da grande região utilizada pela massiva prática agrícola e pecuária.

Atualmente encontra-se em toda a área, outrora florestal do Estado, remanescentes da vegetação original, que devido ao porte é muitas vezes confundida com a vegetação secundária – capoeirões, como se verifica na região da Floresta Ombrófila Mista – Floresta com Pinheiros.

Parte da superfície abrangente da diretriz investigada foi outrora ocupada por Floresta Ombrófila Mista nos seus estágios sucessionais natural de Floresta Montana e Alto-Montana e em parte por Região de Savana no seu estágio sucessional natural de Floresta-de Galeria.

Hoje estes mesmos locais estão ocupados, ainda, por núcleos remanescentes dessa vegetação, por vegetação secundária e por estágios sucessionais antrópicos, de Vegetação de áreas agricultadas com culturas cíclicas, sobretudo nas regiões da Floresta Montana e Alto Montana - Ombrófilas.



Figura 2.3-26 Mapa de Vegetação Regional, modificado.

(Fonte: Atlas de Santa Catarina. Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral - GAPLAN, Escala 1:1.000.000, 1986).

Tabela 2.3-4 Esboço da Vegetação de Cobertura.

ESBOÇO DA VEGETAÇÃO DE COBERTURA		
Região da Floresta Ombrófila Mista	Floresta Montana-Mn	Agricultura com Cultura Cíclica-Acc
	Floresta Alto-Montana-MI	Agricultura com Cultura Cíclica-Acc
Região de Savana	Floresta-de-Galeria-Spf	

Fonte: Atlas de Santa Catarina. Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral – GAPLAN, Escala 1:1.000.000, 1986.

No âmbito local se atentarmos para a cobertura vegetal que ocupa as laterais da rodovia projetada constata-se que o que predomina tanto no lado esquerdo como no lado direito do traçado investigado são áreas agricultadas e/ou com vegetação regenerativa de áreas cultivadas, intercaladas a espaços recobertos com gramíneas isoladas ou miscigenadas com vegetação arbustiva e/ou arbóreas esparsas ou pouco densas, com espécimes de araucárias dispersas e com pomares de maçãs.



Fonte: Cicero M. Bortoluzzi-Mai/2013.

Figura 2.3-27 Os dispositivos fotográficos mostram o tipo de área agricultada e intercalada a superfícies recobertas com gramíneas que caracterizam toda a extensão do segmento investigado.



Fonte: Cicero M. Bortoluzzi-Mai/2013.

Figura 2.3-28 Os dispositivos fotográficos mostram no lado esquerdo da estrada uma área agricultada e no lado direito uma superfície recoberta com gramíneas miscigenada com vegetação arbustiva, tipos vegetais que são vistos ao longo do traçado.



Fonte: Cicero M. Bortoluzzi-Mai/2013.

Figura 2.3-29 Os dispositivos fotográficos mostram no lado direito da estrada uma superfície recoberta com vegetação arbustiva e um outro espaço recoberto com remanescentes de áreas cultivadas e gramíneas com arbóreas esparsas.

Ao longo dos espaços da rodovia ocupados por gramíneas e arbóreas pouco densas é comum se observar imerso espécimes de araucárias dispersas ou concentradas.



Fonte: Cicero M. Bortoluzzi-Mai/2013.

Figura 2.3-30 Os dispositivos fotográficos mostram no lado direito da estrada uma superfície recoberta com vegetação arbustiva e um outro espaço recoberto com remanescentes de áreas cultivadas e gramíneas com arbóreas esparsas.

Entre as áreas de predomínio de superfícies agricultadas e cobertas com gramíneas observadas ao longo do traçado, algumas passagens da diretriz apresentaram a exposição de vegetação natural no seu estágio inicial e médio de regeneração pouco densa a densa. Os espaços em que se verificaram esse tipo de exposição vegetal acham-se distribuídos entre o km 55+040 e o km 55+140, entre o km 55+280 e o km 55+380, entre o km 56+580 e o km 56+720, entre o km 56+880 e o km 58+320, entre o km 58+320 e o km 62+180 e entre o km 63+020 e o km 64+420.



Fonte: Cicero M. Bortoluzzi-Mai/2013.

Figura 2.3-31 Os dispositivos fotográficos mostram 2 (duas) passagens da rodovia onde se observa vegetação natural no seu estágio inicial e médio de regeneração, pouco densas a densa situadas entre o km 57+720 e o km 59+020.

Alguns talvegues interceptados pelo traçado com baixo gradiente hidráulico, mostram a vegetação típica componente de áreas saturadas.



Fonte: Cicero M. Bortoluzzi-Mai/2013.

Figura 2.3-32 Os dispositivos fotográficos mostram 2 (duas) passagens da rodovia onde se observa vegetação típica de áreas de talvegue com a manifestação d'água acumulada, retida, vegetação de locais encharcados.

Foi observado também ao longo das laterais da SC-370 objeto do projeto algumas passagens em que acham-se expostos núcleos de vegetação exótica do tipo eucaliptos e pomares de maçãs.



Fonte: Cicero M. Bortoluzzi-Mai/2013.

Figura 2.3-33 Os dispositivos fotográficos mostram 2 (duas) superfícies ocupadas com núcleos de vegetação exótica do tipo eucaliptos e um dos pomares de maçã ultrapassados pela rodovia caracterizada entre Rio Rufino e Urubici.

Do ponto de vista geotécnico e físico a diretriz objeto da caracterização tem o seu início posicionado em uma tangente da SC-112 na chegada a cidade de Rio Rufino, no ponto de coordenadas UTM 0619767/6918167 e tem seu ponto final materializado no centro da cidade de Urubici, no ponto de coordenadas UTM 0639342/6903044.



Fonte: Cicero M. Bortoluzzi-Mai/2013.

Figura 2.3-34 Os dispositivos fotográficos mostram o OPP do segmento projetado localizado sobre um ponto de início de uma das tangentes da SC-112 na chegada da cidade de Rio Rufino.



Fonte: Cicero M. Bortoluzzi-Mai/2013.

Figura 2.3-35 Os dispositivos fotográficos mostram o PF do trecho caracterizado localizado no centro da cidade de Urubici.

Desenvolve-se através de um relevo que varia entre plano peneplanizado, suave ondulado, ondulado, acidentado e escarpado ou íngreme-sem essa ordem seqüencial, através da implantação pioneira distribuída por uma plataforma de rolamento com 8,0m a 9,0m de largura revestida com “saibro”, segundo tangentes curtas e médias intercaladas a eventuais segmentos de tangentes mais longas com raios de curvas médios entre o OPP da estrada hoje implantada e o seu km 68+120, tangentes médias e geralmente longas com raios de curva aberto entre o km 68+120 e o PF do segmento projetado, integralmente sobre rochas sedimentares desde inconsolidadas a medianamente consolidadas, e passagens eventualmente mais preservadas.

Apresenta ao longo do seu desenvolvimento alguns problemas de alinhamento, com algumas interferências e obstáculos, especialmente de edificações posicionadas no transcurso do seu traçado, de seus cortes e aterros, situações contornadas com o deslocamento da diretriz um pouco para o seu lado direito ou para o lado esquerdo sem que se deparasse com implicações de ordem geológica, geotécnica e morfológica.



Fonte: Cicero M. Bortoluzzi-Mai/2013.

Figura 2.3-36 As imagens fotográficas mostram o segmento onde o traçado é desenvolvido sob uma terraplenagem forçada entre os km 65+120 e o km 67+720.



Fonte: Cicero M. Bortoluzzi-Mai/2013.

Figura 2.3-37 As imagens fotográficas mostram a parte do segmento urbanizado do traçado da SC-370 na cidade de Urubici, pavimentado com poliedros, com calçadas laterais e com drenagem profunda implantada.

A estrada entre os seus extremos se desenvolve por núcleos habitacionais, ocupações lindeiras – residências e dispositivos operacionais agropastoris, e áreas urbanas, exigindo a implantação de interseções, entroncamentos e saídas laterais.

Estas estão devidamente caracterizadas no acesso a cidade de Rio Rufino no km 45+870, na localidade de Rio de Areia/Cerro Baio no km 49+400, na localidade de Santa Família no km 51+240, no acesso a fábrica PAMESA - de pasta mecânica, à direita do Rio Gargantilha no km 59+180, no acesso localizado a direita do rio Vacariano no km 63+280 e no acesso a localidade de Águas Claras no km 69+600.





Fonte: Cicero M. Bortoluzzi-Mai/2013.inclinações de taludes

Figura 2.3-38 As imagens fotográficas mostram os pontos de acesso a cidade de rio Rufino, a localidade de Rio de Areia, a fábrica PAMESA e a direita do rio Vacariano.

Os tipos, as características e o condicionamento das rochas aflorantes ao longo do eixo da diretriz e das suas imediações - rochas pelíticas, da Formação Rio do Rasto e da Formação Terezina, são condicionantes do bom ou do mau desempenho do suporte do subleito da via; das condicionantes de estabilidade de cortes e aterros, da geometria adotada e da facilidade ou dificuldade de disponibilidade de materiais de construção.

As litologias inseridas, presentes e adstritas ao traçado - argilitos, siltitos e arenitos e o seu subleito, permitiram a adequação do alinhamento da implantação pioneira ao tempo que favoreceram a compensação entre seus cortes e aterros especialmente os arenitos que se acham intercalados no conjunto dos litótipos das Formações envolvidas.

Da forma em que se achava o segmento da estrada em caracterização, necessitou de alguns ajustes de curvas verticais e horizontais para se enquadrar nas normas e padrões de projeto adotados atualmente pelo Departamento Estadual de Infraestrutura de Santa Catarina – DEINFRA-SC.

Por outro lado, foram confirmados na inspeção local, que os materiais que serão atravessados pela via - especialmente os argilitos e os siltitos, são materiais de características físicas e geomecânicas - de certa forma, menos favoráveis que outros na questão do aproveitamento e da aplicabilidade em projetos de cunho rodoviário, especialmente no que concerne a resposta às cargas a serem aplicadas no futuro pavimento; em resposta a estabilidade de cortes e aterros, como suprimento de camadas de coroamento, como aproveitamento de camadas de sub-base e de apoio ao pavimento, notadamente pela natureza composicional que apresentam esses litótipos; pela resistência diferencial–erosão diferencial que estão a aludir; pela sua condição e resposta estrutural – fraturamento x acamamento; pela friabilidade mecânica que manifestam; pela capacidade de suporte e pelos eventuais valores de expansão que exteriorizam.

Os litótipos das Formações Rio do Rasto e Terezina que se acham expostos no e no entorno do segmento da estrada objeto dos estudos, representados por intercalações de argilitos, siltitos e arenitos, já mencionados, capeados por solos maduros pouco espessos e solos saprolíticos com espessura que vão do metro a metros, variáveis de ponto para ponto ao longo do traçado, exibem resistências mecânicas que vão do solo saprolítico – intemperizados, à rocha “sã”, as vezes fissilizados, as vezes levemente consolidados, as vezes litificados, coerentes, com acamamento horizontalizado a sub-horizontalizados e fraturas verticais, inclinadas ou sub-horizontais curtas, que favorecem, no todo ou em parte, a estabilidade dos cortes e aterros a serem

implantados.

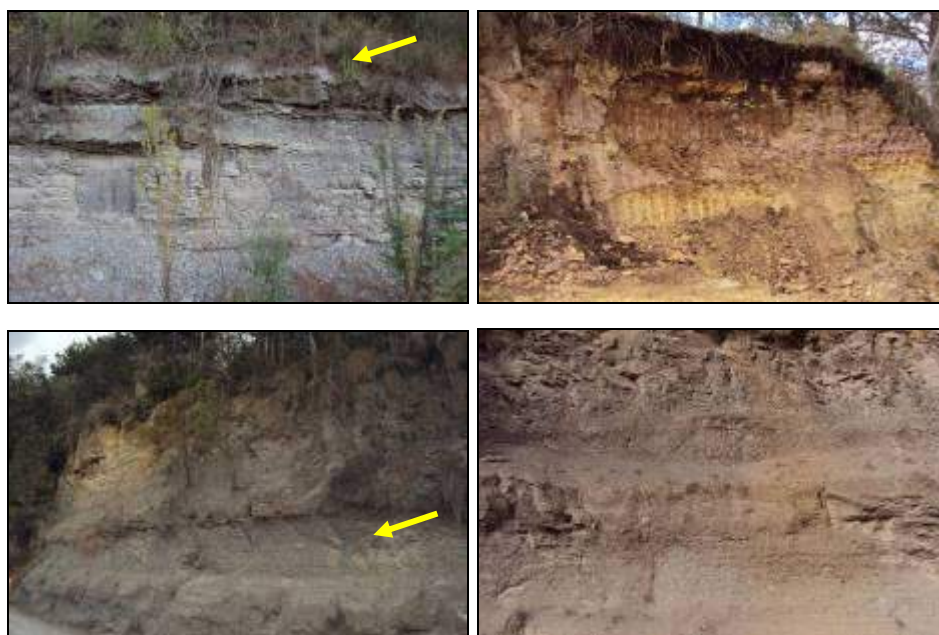
Nas rochas sedimentares – rochas brandas, comparativamente à “consistência” apresentada pelas rochas vulcânicas, o topo rochoso é relativo, pela diferenciação de competência que mostram os estratos diferenciados que compõem as Formações geológicas distintas.

Função das características que os estratos sedimentares apresentam ao longo do trecho projetado, estes admitem inclinações de taludes que vão de 1V:1H para os cortes que apresentam solos maduros e saprolíticos, a 2V:1H para taludes de corte com exposição de saprólitos e rochas menos intemperizadas como rocha altamente intemperizada, ou mesmo em locais com intercalações de saprólitos com solos saprolíticos pouco espessos ou fissilizados e 3V:1H nos segmentos de cortes com exposição de rocha levemente intemperizada e “sã” com ou sem intercalações de saprólito e solos saprolíticos, fissilizados e/ou compartimentados, com alturas de bermas de 6,0m e excepcionalmente de 8,0m, caso a geometria do alinhamento da estrada projetada permita a adição de tais alturas.

Para os aterros tendo em vista as suas condições de fundação - sem a presença constante de solos hidromórficos, quer sejam eles espessos ou não, foram adotados inclinações de taludes e alturas de banquetas convencionais com 10,0m e inclinações 1V:1,5H.

Ao longo da diretriz investigada nenhum segmento de aterro apresentou ou mostrou inclinações de taludes de jusante excessiva ou verticais, na sua configuração, sem pé de apoio, que pudesse comprometer os seus pontos de assentamento.

Alguns deles estão localizados em passagens da rodovia assentados nas meias encostas - em talvegues do tipo em “V”, sem solo orgânico nas suas bases, situação em que os seus flancos anterior e posterior, acham-se confinados.



Fonte: Cicero M. Bortoluzzi-Mai/2013.

Figura 2.3-39 As imagens fotográficas mostram segmentos de cortes da implantação pioneira com alturas variando entre 5,0m e 6,0m, onde se observa solos maduros pouco espessos seguidos de delgados estratos de solos saprolíticos e saprólitos intercalados, maciços ou fissilizados, compartimentados, consistentes ou não, com resistência diferencial entre os estratos, relativamente estáveis, com inclinações de taludes verticais.

Os processos de instabilidade ocorrentes nos tipos de estratos sedimentares expostos ao longo do traçado investigado são os do tipo de Queda de Material na vertical originados pelas condições intrínsecas dos horizontes trabalhados – condição do acamamento horizontalizado ou sub-horizontalizado, das atitudes das fraturas, da resistência diferencial dos níveis litológicos diferenciados, pelo grau de intemperização a que estão submetidos os litótipos distintos, pelo tipo de interfície que os caracteriza, e nunca por ruptura rotacional ou translacional de partes do maciço escavado.

Os tipos de condicionamento acima expostos levam os estratos diferenciados, à freqüentes e sucessivas quedas de material na vertical até o bordo das plataformas da estrada, ensejando o aparecimento entre eles – siltitos, argilitos e arenitos, de taludes negativos, que levam a outras rupturas maiores, localizadas, ao comprometimento até mesmo de grandes partes do talude escavado, a transtornos freqüentes e a própria insegurança dos usuários que por ela trafegam no seu cotidiano.

A queda freqüente de material no pé dos taludes de corte entulha as canaletas de drenagem superficial comprometendo a circulação normal das águas pluviais através do sistema de coleta, implantados, acarreta alterações profundas no corte com o passar do tempo, provoca desconforto e insegurança aos usuários e pode comprometer até mesmo estabilidade de todo o corte estabelecido.

Em implantações de estradas inseridas em terrenos sedimentares como os vistos na SC-370, com suas características físicas, estruturais e geomecânicas próprias,

diferenciadas, sujeitas a alterações substanciais dos horizontes escavados - no decorrer do tempo, é salutar que se proceda durante os trabalhos de implantação, ao recuo de 2,0m a 3,0m dos off-sets inferiores dos taludes de cortes - no estabelecimento desses, para se evitar constrangimentos futuros, para se manter a segurança da via e se manter a estabilidade dos terraplenos inseridos.

Não se espera, ao longo do traçado investigado, que ocorra outro tipo de instabilidade, que não seja a de queda de material na vertical, comuns em passagens de estrada, que mostram a presença de rochas sedimentares quer estejam elas fragmentadas ou fissilizadas.



Fonte: Cicero M. Bortoluzzi-Mai/2013.

Figura 2.3-40 As imagens fotográficas mostram o tipo de queda de material na vertical que acontece nos cortes implantados na SC-370 e nas rochas sedimentares de modo geral e o talude negativo que estas escavações passam a sofrer na seqüência desses processos de movimentação de material, muito comuns nos estratos litológicos que compõem as rochas como as que se acham presentes na estrada entre Rio Rufino e Urubici.

2.3.4.3 Geotecnia Regional e Local

Na inspeção realizada ao longo do segmento entre o OPP e o PF trecho objetivado, sobre o leito da implantação pioneira da estrada caracterizada, que se acha todo coberto com revestimento primário, não se observou nenhuma alteração estrutural significativa na plataforma de rolamento, o que está a indicar que o suporte e a base da implantação hoje ali estabelecida, está assentada sobre terreno de condições geotécnicas aceitáveis, mesmo com o processamento dos tipos de intercalações litológicas previstas. Não se espera maiores problemas de implantação.

É evidente que nos casos dos segmentos em que se observar valores de expansão no sub-leito ou nas bases de fundação de aterros escavados, índices de expansão superior aos determinados pelos parâmetros técnicos explicitados, pela presença de argilas expansivas – ilitas, cloritas e montmorilonita, ocupando certas camadas de argilitos e siltitos das Formações Geológicas presentes ou apresentarem a capacidade de suporte não indicada, parte do subleito deve ser substituído por material inerte de melhores características geomecânicas – melhor ISC, menores expansão e melhores resistência à compressão simples, entre outros parâmetros determinados.

A base de sustentação dos cortes da rodovia a ser implantada, oferece boas condições de suporte e de fundação.

O mesmo acontece com a base dos aterros, que se acham destituídos da influência

e da presença de solos hidromórficos saturados. Poucas manifestações ou influências desses solos foram verificadas ao longo do traçado da rodovia ou da sua proximidade.

Os aterros atravessados em que pode se observar a presença de solos hidromórficos, saturados, estes mostram espessuras que variam do metro a metros – 1,0m a 3,0m, que serão removidos, a fim de se melhorar as condições de suporte, a condição de fundação e as condições de escoamento d'água por sob esses aterros.



Fonte: Cicero M. Bortoluzzi-Mai/2013.

Figura 2.3-41 Os dispositivos fotográficos mostram 2 (duas) passagens do alinhamento da estrada objetivada em que as saias dos respectivos aterros recaem sobre o bordo da área lateral do traçado que evidencia a presença de solo hidromórfico, solo mole, inservível.

Associado a essa questão dos talvegues com base saturada e com a presença de materiais inservíveis, foi constatado, também, ao longo de todo o trecho investigado - nas margens da estrada ou afastadas dela, a presença de “lagoas” e açudes antropicamente implantadas, que apresentam alturas de cota de topo da lâmina d'água, ora situadas acima da cota do greide da implantação hoje estabelecida, ora alturas de cota inferiores às cotas da faixa de rolamento do alinhamento estradal investigado, sem que se tenha observado nenhum problema de percolação ou de saturação na base de assentamento rodovia que compõe o trecho, dando a entender que na re-estruturação da SC-370 não se espera qualquer tipo de interferência desse tipo de condicionamento sobre o futuro pavimento a ser implantado.

Este tipo de estrutura hidrológica não é em todos os casos de uso permanente, podendo eventualmente ser temporários, como é o caso de 3 (três) destes corpos hídricos localizados na passagem pelo km 71+520, nos seus lados esquerdo e direito, que foram esgotados e permanecem secos.



Fonte: Cicero M. Bortoluzzi-Mai/2013.

Figura 2.3-42 Os dispositivos fotográficos mostram 2 (dois) dos corpos hídricos antropicamente implantados ao longo das margens da SC-370 um com cota de topo da lâmina d'água inferior a cota do greide da implantação pioneira estabelecida, na passagem do km 50+500, LE da estrada e o outro é um dos (três) dispositivos hídricos localizados na passagem do km 71+520, também, no lado esquerdo da estrada, que foram esgotados e se encontram secos.

Na passagem pelo lado esquerdo da estrada objetivada no seu km 69+170 a saia do aterro projetado está assentada sobre o bordo de uma das "lagoas" antropicamente implantada, ponto em que foi dirimida a interferência, com o ajustamento da passagem.

O mesmo aconteceu na passagem pelo km 71+500, no lado esquerdo e direito do traçado projetado, onde 3 (três) dessas estruturas hidrológicas temporariamente esgotadas, secas, foram também atingidas.

O rio Canoas se desenvolve na segunda metade do espaço projetado da SC-370 meio que paralelo a diretriz da rodovia estruturada e nas passagens pelo km 53+920, pelo km 54+980, pelo km 59+940, pelo km 63+320, pelo km 64+290, pelo km 65+120 e pelo km 67+670, se aproxima bastante do alinhamento da implantação pioneira. Contudo, não interfere no novo traçado estabelecido para rodovia.

Os rios, os pequenos cursos d'água e os talvegues que interceptam a diretriz são alinhamentos de drenagem dotados de forte gradiente hidráulico, destituídos de solos hidromórficos de fundo de cava ou nas suas laterais, mesmo os de maior envergadura como o arroio Lagoa Preta, o rio Gargantilha e o rio Vacariano.

Em termos de porosidade, permeabilidade e condição do nível d'água, apresentada pelos terrenos soerguidos atravessados ao longo do trecho, o que se verifica é que a porosidade e a permeabilidade do meio é variável e o nível d'água é relativamente alto, profundo, pelo fato da região expor estratos sedimentares que apresentam condição de percolação d'água e grau de porosidade que vai da fração fina caracterizada por argila – argilitos, a silte – siltitos, até grosseira – arenitos, litificados ou não, com estruturas geológicas ou não, com interfácies e com recorrência de estratos de forma rítmica.

Os terrenos de cotas inferiores apresentam baixa porosidade, baixa permeabilidade e se mostram impermeáveis e níveis d'água pouco profundos e até mesmo superficiais.

Os materiais que serão utilizados na otimização da terraplenagem são os solos maduros, os solos saprolíticos e os saprólitos originados das rochas sedimentares que compõe o trecho e as próprias camadas das rochas que compõe as Formações Rio do

Rasto e Terezina, rochas sedimentares brandas, litificadas ou não, coerentes ou não, compartimentadas ou não, expostas ao longo do traçado.

O material que será removido de solos inservíveis de alguns segmentos do traçado gerou certo volume de bota-fora que será disposto em locais físico e ambientalmente adequado próximo dos pontos de escavação.

Eventuais camadas drenantes necessárias à composição da fundação de aterros e utilizáveis em outros dispositivos funcionais serão buscadas no ponto de exploração de jazidas.

No que diz respeito aos materiais quanto à escavação o que se depreende é que entre o OPP e o km 68+620 há uma relativa predominância na escavação de materiais de 3ª categoria, seguido de materiais de 1ª categoria, complementados com materiais de 2ª categoria, ressalvada a condição de que os materiais escavados na forma de rocha se constituem de rocha sedimentar branda, na maior parte pouco litificada, que possuem características físicas e geomecânicas muito diferentes das rochas duras de origem vulcânica.

No que se refere aos materiais de construção constituídos de solos de alteração, de materiais e agregados naturais inalterados, pouco ou levemente intemperizados, areais e materiais pétreos, que são obtidos nos/ou de alargamento de cortes, em caixas de empréstimos laterais e em jazidas de solos e agregados, alguns deles acham-se presentes ao longo da diretriz estabelecida, como é o caso dos solos maduros e saprolíticos originados da alteração do litótipos que compõem as Formações Sedimentares presentes no trecho e dos próprios horizontes sedimentares constituintes das Formações-inalterados, pouco ou levemente intemperizados.

A terraplenagem estabelecida para a adequação, para a implantação da nova diretriz para a SC-370, entre as cidades de Rio Rufino e Urubici, da forma final proposta acabou por necessitar de indicação de prováveis locais para empréstimo de material. Também foi previsto no projeto de terraplenagem locais de bota-foras para a deposição de materiais inservíveis removidos.

Os materiais que serão aproveitados na execução da terraplenagem que acham-se disponíveis ao longo do trecho objetivado são solos maduros-SM, argilosos, homogêneos, plásticos, coesivos, delgados, secos, marrom claros e escuros; solos saprolíticos silticos argilosos, siltosos, silto areno argilosos e arenosos, incoerentes, friáveis, heterogêneos, pouco a medianamente plásticos e pouco a medianamente coesivos, pouco a medianamente porosos e pouco a medianamente permeáveis, com espessuras variáveis desde o metro até metros-3,0m a 4,0m, secos de cores marrom amarelados, marrom avermelhados quando bastante intemperizados, amarelados, esverdeados, cinza esverdeados, cinza escuros e claros e arroxeados quando resultantes de pouca ou leve alteração, dos próprios níveis sedimentares que compõem as Formações geológicas do trecho; saprólitos-SA-C1 e SA-C2, também silticos, pouco plásticos e pouco coesivos, pouco porosos a porosos, pouco permeáveis a permeáveis, pouco coerentes a medianamente coerentes, também secos, amarelados, esverdeados, cinza esverdeado, cinza escuros e claros e arroxeados e horizontes das próprias rochas fontes-argilitos, siltitos e arenitos finos, medianamente litificados e litificados.

Foram levantados alguns locais possíveis para fornecimento de material à

terraplenagem como “cascalheiras”/“saibreiras”, existentes e já trabalhadas nas laterais do traçado da implantação pioneira, assim como uma área na marginal da SC-112, entre o distrito de Canoas e o município de Rio Rufino.

Na passagem pelo km 46+900, 60,0m para o lado direito da estrada, no ponto de coordenadas UTM 0620625/6917611, num terreno recoberto com vegetação natural no seu estágio inicial de regeneração com araucárias dispersas, numa superfície com 60,0m de frente x 60,0m de fundo x 8,0m a 10,0m de altura, está sendo explotado um material constituído superficialmente por um solo maduro-SM, homogêneo, argiloso, plástico, coesivo, com espessura de 0,5m, seco, de cor marrom escuro, seguido de solo saprolítico siltico argiloso, pouco plástico, pouco coesivo, pouco permeável, incoerente, com resistência a compressão simples variando entre σ_c -1,5kg/cm² e σ_c -3,0kg/cm², com espessura variando entre 1,0m e 1,5m, seco, de cor marrom esbranquiçado e inferiormente por horizontes de argilitos, siltitos e arenitos, na forma de saprólitos SA-C1 e SA-C2, com resistência a compressão simples variando entre σ_c -10,0kg/cm² e σ_c -15,0kg/cm², medianamente coesivos, pouco a medianamente porosos, pouco a medianamente permeáveis, horizontes com espessuras centimétricas a decimétricas, secos, com cores amarelados e avermelhados, escarificáveis, que pode ser utilizado nos serviços inerentes ao projeto, como revestimento primário de caminhos de serviço ou como revestimentos de superfícies de apoio de estruturas físicas da obra.



Fonte: Cicero M. Bortoluzzi-Mai/2013.

Figura 2.3-43 O dispositivo fotográfico mostra o local e o material que está sendo explotado na “cascalheira” – “saibreira” disposta 60,0m para o lado direito do km 46+900 da SC-370 na periferia de Rio Rufino.

No transcurso do km 62+460, no lado esquerdo da rodovia, junto ao bordo da plataforma de rolamento, num terreno recoberto com vegetação arbustiva com arbóreas exóticas imersas, numa superfície com 7,0m a 10,0m de frente x 10,0m de fundo x 2,0m a 2,5m de altura, está sendo explotado um material constituído superficialmente por um solo maduro-SM, homogêneo, argiloso, plástico, coesivo, com espessura de 0,3m, seco, de cor marrom escuro, seguido de solo saprolítico siltico argiloso, pouco plástico, pouco coesivo, pouco permeável, incoerente, com resistência a compressão simples variando entre σ_c -1,5kg/cm² e σ_c -3,0kg/cm², com espessura variando entre 0,5m e 0,7m, seco, de cor arroxeada e inferiormente por horizontes de argilitos, siltitos e arenitos intercalados, na forma de saprólitos SA-C1 e SA-C2, com resistência a compressão simples variando entre σ_c -10,0kg/cm² e σ_c -15,0kg/cm², medianamente coesivos, pouco a medianamente porosos, pouco a medianamente permeáveis, horizontes com espessuras centimétricas a decimétricas,

fraturados, com fraturas verticais, inclinadas e sub-horizontais, com acamamento também sub-horizantalizado, com cores também arroxeadas, com intercalações de rocha altamente intemperizada-RAi, da mesma cor que os demais materiais, escarificáveis, que pode ser utilizado nos serviços inerentes ao projeto, como revestimento primário de caminhos de serviço ou como revestimentos de superfícies de apoio de estruturas físicas da obra.



Fonte: Cicero M. Bortoluzzi-Mai/2013.

Figura 2.3-44 A imagem fotográfica mostra o local e o material que está sendo explotado na “cascalheira – saibreira” disposta no eixo, no lado esquerdo a da rodovia projetada na passagem pelo seu km 62+460.

Na passagem pelo km 68+520, 10,0m a 15,0m no lado direito da rodovia, em um terreno recoberto com vegetação do tipo e do porte de gramíneas com arbustivas dispersas, numa superfície com 20,0m a 30,0m de frente x 20,0m a 30,0m de fundo x 4,0m a 5,0m de altura, está sendo explotado um material constituído superficialmente por um solo maduro-SM, homogêneo, argiloso, plástico, coesivo, com espessura de 0,3m, seco, de cor marrom escuro, seguido de solo saprolítico siltico argiloso, pouco plástico, pouco coesivo, pouco permeável, incoerente, com resistência a compressão simples variando entre σ_c -1,5kg/cm² e σ_c -3,0kg/cm², com espessura variando entre 0,5m e 1,0m, seco, de cor amarelada e inferiormente por horizontes de argilitos, siltitos e arenitos finos intercalados, na forma de saprólitos SA-C1 e SA-C2, com resistência a compressão simples variando entre σ_c -10,0kg/cm² e σ_c -15,0kg/cm², medianamente coesivos, pouco a medianamente porosos, pouco a medianamente permeáveis, horizontes com espessuras centimétricas a decimétricas, fraturados, com fraturas verticais, inclinadas e sub-horizontais, com acamamento sub-horizantalizado, com cores também amareladas que acha-se assente em um horizonte de siltito cinza claro, materiais escarificáveis, que podem ser utilizados nos serviços inerentes ao projeto, como revestimento primário de caminhos de serviço ou como revestimentos de superfícies de apoio de estruturas físicas da obra.



Fonte: Cicero M. Bortoluzzi-Mai/2013.

Figura 2.3-45 As imagens fotográficas mostram o local e o material que está sendo explotado na “cascalheira – saibreira” disposta, no lado direito da SC-370 na passagem pelo seu km 68+520.

Na passagem do km 72+180, 100,0m para o lado esquerdo da implantação pioneira, um outro local, com uma superfície de 20,0m a 30,0m de frente x 10,0m a 15,0m de fundo x 4,0m a 5,0m de altura, recoberto com gramínea, constituído dos mesmos materiais que compõem a “cascalheira / saibreira” do km 68+520, sem o horizonte de siltito cinza claro, com mesmo tipo de aproveitamento, foi caracterizado.



Fonte: Cicero M. Bortoluzzi-Mai/2013.

Figura 2.3-46 A imagem fotográfica mostra o local e o material que está sendo explotado na “cascalheira – saibreira” disposta, 100,0m no lado esquerdo da rodovia objetivada na passagem pelo seu km 72+180.

No tocante a areais o trecho objetivado é restritivo a acumulação ou a exposição desse tipo de material, necessário a elaboração de concreto cimento e asfáltico.

2.3.4.4 Materiais de Construção

Como indicação de fonte de areia para ser empregada na construção da rodovia em projeto pode ser utilizada a região de Tijucas, onde se encontram opções de areais.

O areal O. M. Junckes Extração de Areia e Transporte Ltda, localizado no ponto de coordenadas, distante do OPP do trecho 215 km, situa-se no lado direito da BR-101, rodovia asfaltada e aproximadamente 2 km em estrada não pavimentada. Caracterizado por uma areia fina a média, lavada, cor palha, dragada, areal licenciado no Departamento Nacional de Produção Mineral-DNPM, N° 815006/1999, e na Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina-FATMA.

Os areais localizados ao sul do estado, em Tubarão, Gravatal, Morro da Fumaça, balneário Rincão e Araranguá, apesar de mais próximos ao trecho de projeto, apresentam grandes distâncias de transporte pelo fato de não se poder transportar seus insumos através da serra do Rio do Rastro e/ou Corvo Branco, necessitando subir a BR-101 até a BR-282.



Fonte: Cicero M. Bortoluzzi-Fev/2013.

Figura 2.3-47 Os dispositivos fotográficos mostram os locais onde se acham implantados o areal de leito de rio e de cava pertencente à empresa O. M. Junckes Extração de Areia e Transporte Ltda.

Com relação ao material pétreo, existem no projeto duas situações distintas, a necessidade de material para a fundação de aterros, e o atendimento ao projeto de pavimentação.

Para os aterros está previsto a utilização do material proveniente dos cortes a serem executados ao longo do trecho de projeto, além da indicação de locais com possibilidade de extração caracterizada como áreas de empréstimos, tomando-se históricos de tal emprego em outras obras rodoviárias na mesma região.

A fonte de material pétreo necessário para a execução do pavimento projetado foi pesquisada fora do traçado por não se achar disponível ao longo da diretriz investigada pelo fato da SC-370 estar coberta por litótipos sedimentares que compõem a Formação Rio do Rasto e a Formação Terezina. Litótipos da Formação Serra Geral - basaltos, geradores de material vulcânico aproveitáveis, só são encontrados a partir de 4 km ou 5 km da estrada, afastados do eixo para o seu lado direito, no sentido da quilometragem de projeto, no que se constitui a linha de transição entre as Formações Serra Geral e Botucatu.

Das jazidas de rocha basáltica pesquisadas, como apresentado na íntegra em fase anterior de projeto, indica-se local situado no lado direito da SC-112, no seu segmento compreendido entre Rio Rufino e Urupema, a aproximadamente 5 km do OPP do segmento de projeto, na SC-370.

Com acesso asfaltado em declive, o jazimento de rocha basáltica localizado na margem direita da SC-112, no ponto de coordenadas UTM 0618890/6914353, tem direitos minerários pertencente à empresa Dalba Engenharia e Empreendimentos Ltda, segundo o processo DNPM Nº 815762/2009 – Requerimento de Pesquisa, com relatório final submetido a aprovação, requerido a Guia de Utilização, dotado de Licença Ambiental de Operação na Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina LAO Nº 9607/2011, datada de 11/01/2012 com validade de 4 (quatro) anos, para a lavra, com ensaios físicos que qualifica o material a ser extraído para o emprego em concreto cimento e asfáltico, atualmente desativado, já minerado, com praça de trabalho estabelecida em toda a sua extensão de escavação, numa superfície com 100,0m de frente x 200,0m de fundo x 10,0m de altura, envolto por uma área recoberta com vegetação natural no seu estágio inicial de regeneração, pouco densa e arbustivas, miscigenada com vegetação do tipo e do porte de gramínea e arbóreas dispersas.



Fonte: Cicero M. Bortoluzzi-Mai/2013.

Figura 2.3-48 O dispositivo fotográfico mostra o ponto de entrada da pedreira localizada no lado direito da SC-112 no seu segmento entre a cidade de Rio Rufino e a cidade de Urupema.

O material que a compõe se constitui de um basalto colunar, de granulometria fina a média, pouco fraturado, com fraturas longas verticais, transversais e inclinadas curtas, maciço, coerente, estável e “são”, com eventuais vesículas centimétricas a decimétricas preenchidas por quartzo incolor, cinza escuro, escavado com uma bancada de 10,0m de altura, com estéril caracterizado por um solo maduro superficial, argiloso, marrom escuro com 0,3m a 0,4m de espessura, seguido de solo saprolítico siltico argiloso marrom claro com espessura variando entre 0,3m e 1,0m.

Dispõe de água e luz elétrica de baixa e alta tensão e uma praça de processamento de material com dimensões de 100,0m x 80,0m, plana, para as instalações de equipamentos de britagem e usina.

A escavação da pedreira pode continuar através de uma área situada na sua lateral direita com 20,0m de largura x 200,0m de extensão, que pode ser acrescida de uma, outra área frontal com 100,0m de frente x 30,0 a 50,0m de fundo, ambas com 10,0m de altura e do rebaixamento, com 5,0m de espessura, em todo o espaço hoje compreendido pela área minerada, material que pode ser utilizado no segmento inicial da rodovia projetada.





Fonte: Cicero M. Bortoluzzi-Mai/2013.

Figura 2.3-49 As imagens fotográficas mostram a praça de trabalho onde a pedreira foi escavada até os dias de hoje através de uma bancada de 10,0m de altura e a cobertura vegetal lateral e frontal que a reveste.



Fonte: Cicero M. Bortoluzzi-Mai/2013.

Figura 2.3-50 As imagens fotográficas mostram o espaço frontal e lateral onde a pedreira pode evoluir em sua escavação e os afloramentos de basalto exposto na lateral direita da ocorrência de rocha.



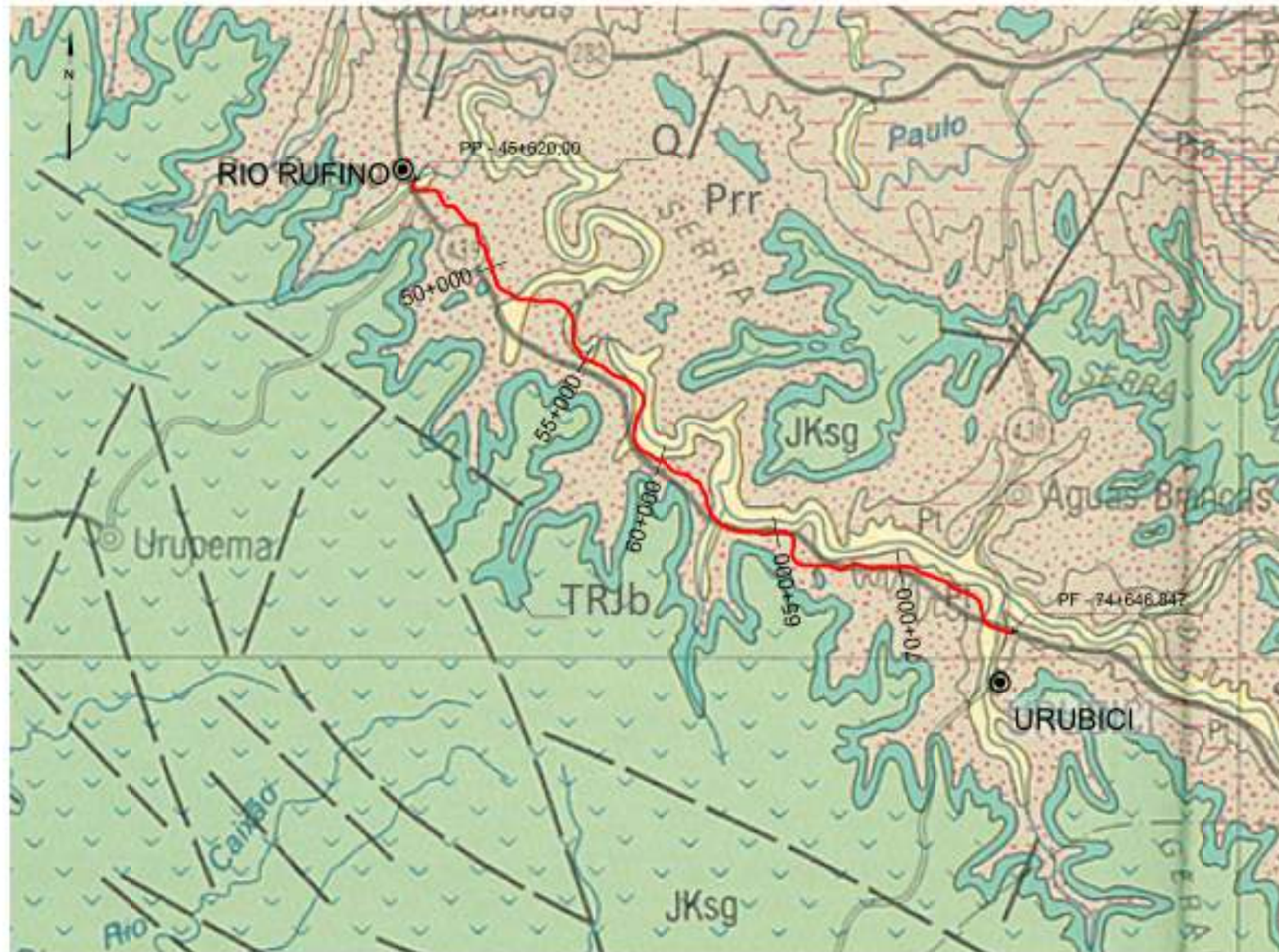
Fonte: Cicero M. Bortoluzzi-Mai/2013.

Figura 2.3-51 As imagens fotográficas mostram a área plana que pode ser aproveitada para a disposição dos equipamentos de britagem e usinagem.

Os desenhos de localização das fontes de materiais indicados para a construção da rodovia de projeto encontram-se apresentados no Volume 2 – Projeto Executivo, assim como os dados técnicos, descrições, seções geológicas e relatório das sondagens realizadas na pedreira estão apresentados no Volume 3B – Estudos Geotécnicos.

Na sequência encontram-se apresentados os Mapas Geológicos e Pedológicos do projeto em questão elaborados a partir do Mapa Geológico do Estado de Santa Catarina, SICSC e DNPM/1986, escala 1:500.000 e do Mapa de Solos – Unidade de Planejamento Regional Planalto Sul Catarinense – UPR3, escala 1:250.000, Governo do Estado de Santa Catarina/EMBRAPA (2002).

MAPA GEOLÓGICO



- Q - SEDIMENTOS CONTINENTAIS, DEPÓSITOS ALUVIONARES ATUAIS
- JKsg - FORMAÇÃO SERRA GERAL, ROCHAS VULCÂNICAS EM DERRAMES BASÁLTICOS DE TEXTURA AFÂNICA, AMIGDALO DAL NO TOPO DOS DERRAMES, COLORAÇÃO CINZA ESCURA A NEGRA, COM INTERCALAÇÕES DE ARGINITOS INTERTRAMPFOS
- TRJb - FORMAÇÃO BOTUCATU, ARENITOS EQUICOS DE AMBIENTE DESÉRTICO, AVERMELHADOS, FINOS A MÉDIOS, COM ESTRATIFICAÇÕES CRUZADAS DE MÉDIO A GRANDE PORTE, LOCALMENTE DEPÓSITOS LACUSTRES REPRESENTADOS POR ARENITOS ARGILOSOS, MAL SELECIONADOS, MAS FREQUENTES NA BASE DA FORMAÇÃO
- Prr - FORMAÇÃO RIO DO RASGO, DEPÓSITOS DE PLANÍCIES COSTEIRAS CONSTRUÍDAS DE SILTITOS, ARGILITOS E ARENITOS FINOS ESVERDEADOS, ARROXADOS E AVERMELHADOS, COM REPRESENTAÇÃO LOCAL DE BANCOS CALCÍFEROS, ÀS VEZES COLÚTICOS, COM ADJUNTOS FRAGMENTOS DE CONCHAS, NA PORÇÃO SUPERIOR, DEPÓSITOS FLUVIAIS COMPREENDENDO ARENITOS AVERMELHADOS, ARROXADOS E ESBRANQUIÇADOS, INTERCALADOS COM ARGILITO E SILTITO AVERMELHADOS, ARROXADOS COM INTERCALAÇÕES, LOCALIZADAS DE SILTITOS CALCÍFEROS
- Pt - FORMAÇÃO TEFREZ VA, DEPÓSITOS MARINHOS BAIXOS REPRESENTADOS POR ALTERNÂNCIA DE ARGILITOS E FOIHELOS CINZA-ESCURO COM SILTITOS E ARENITOS MUITO FINOS CINZA CLAROS, APRESENTANDO LAMINAÇÃO F. ASHT, COM OCORRÊNCIA DE CALCÁRIOS POR VEZES EXISTENTES E LITOS DE COQUELA, INTERCALADOS NA PORÇÃO SUPERIOR

DESENHOS DE REFERÊNCIA

MAPA GEOLÓGICO DE URBICÍ, SANTA CATARINA, BRASIL. O MAPA GEOLÓGICO DE URBICÍ, SANTA CATARINA, BRASIL, É UM PRODUTO DE UM PROJETO DE RECONHECIMENTO E Mapeamento Geológico, realizado pelo Departamento Estadual de Infraestrutura - SC, em parceria com a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

NOTAS

O MAPA GEOLÓGICO DE URBICÍ, SANTA CATARINA, BRASIL, É UM PRODUTO DE UM PROJETO DE RECONHECIMENTO E Mapeamento Geológico, realizado pelo Departamento Estadual de Infraestrutura - SC, em parceria com a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

LEGENDA

- Q
- JKsg
- TRJb
- Prr
- Pt
- RODOVIA SC-370
- HIDROGRAFIA
- FRATURAS

ELABORADO:

ENGEVIX

Rev.	Descrição	Data	Elab.	Ver.	Aprov.
0	Emissão Final	21/10/13	VADO	SMSdW	ACFS
APROVADO DEINFRA			Resp. Tec.		
Nome:			Nome: JAS		
DATA:			CREA: 21.207-4		



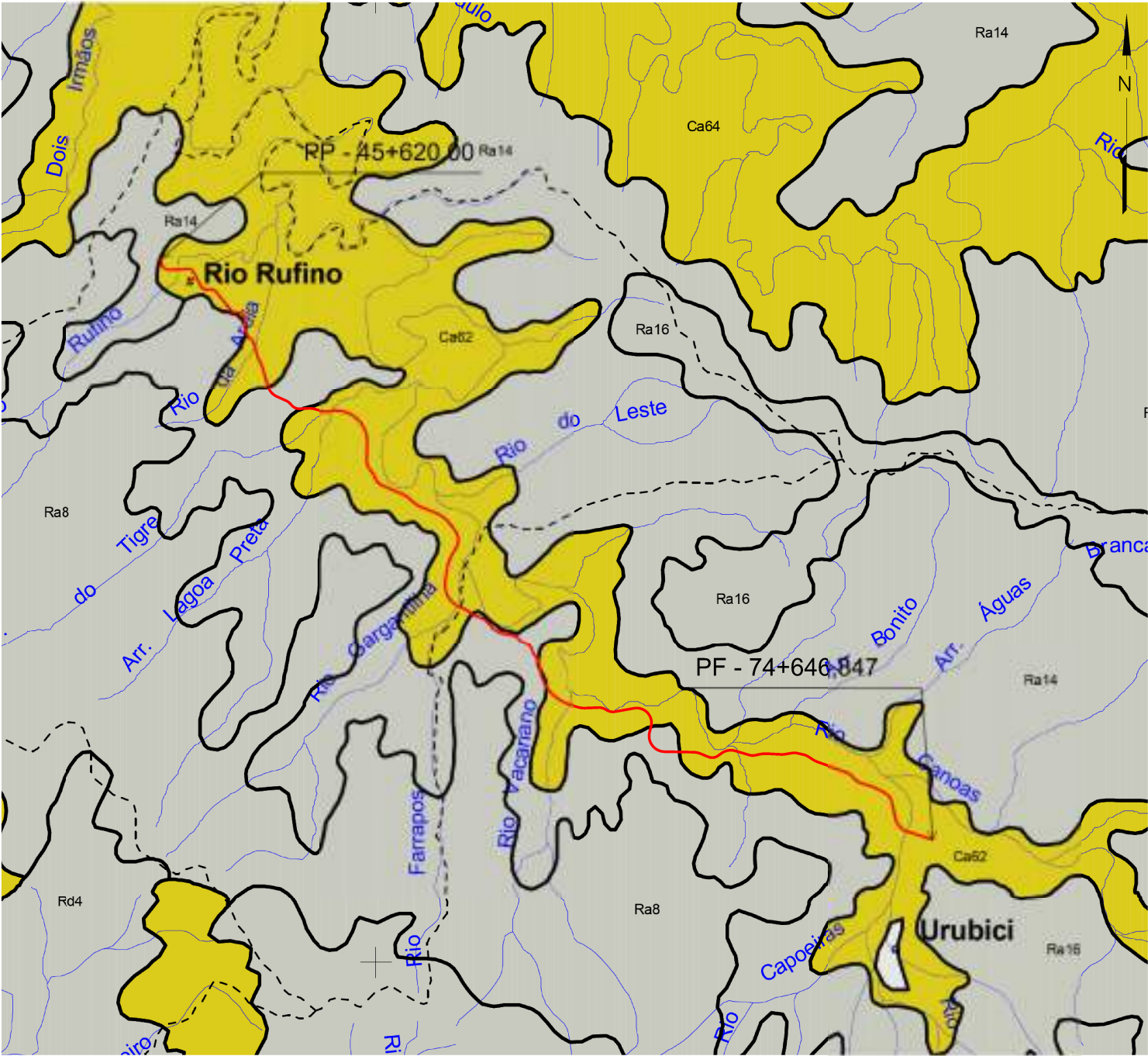
DEPARTAMENTO ESTADUAL DE INFRAESTRUTURA - SC

RODOVIA: SC-370
TRECHO: RIO RUFINO - URUBICI

ESTUDOS GEOLÓGICOS
MAPA GEOLÓGICO

ESCALA: 1:25000	DATA: 21/10/2013	COD. ENGEVIX: P0016906-70-DE-2000	FOLHA: 01
-----------------	------------------	-----------------------------------	-----------

MAPA PEDOLÓGICO



- Rd4 : Associação Solos Litólicos Distróficos A proeminente, textura argilosa fase rochosa, relevo forte e ondulado (substrato elusivas da Formação Serra Geral) + Cambissolo Álico Tb A proeminente textura muito argilosa, relevo ondulado e forte ondulado + Terra Bruna Estruturada Álica A proeminente, textura muito argilosa, relevo ondulado, todos fase pedregosa campo subtropical
- Ra8: Solos Litólicos Álicos A húmicos, textura argilosa fase pedregosa floresta subtropical altimontana, relevo montanhoso e forte ondulado (substrato elusivas da Formação Serra Geral)
- Ra14 : Associação Solos Litólicos Álicos A húmicos e proeminente, textura média fase floresta subtropical altimontana , relevo montanhoso (substrato sedimentos pelíticos) + Afloramentos Rochoso, relevo escarpado
- Ra16 : Associação Solos Litólicos Álicos A proeminente, textura média fase pedregosa e não pedregosa, floresta subtropical perenifolia, relevo montanhoso e forte ondulado (substrato sedimentos pelíticos e efusivas da Formação Serra Geral) + Afloramentos Rochosos (arenito), relevo escarpado.
- Ca62 : Associação Cambissolo Álico Tb A húmicos, textura muito argilosa, relevo ondulado + Solos Litólicos Álicos e húmicos, textura média, relevo forte ondulado (substrato sedimentos pelíticos), ambos fase floresta e campo subtropical.
- Ca64 : Associação Cambissolos Álico Tb A húmicos, textura muito argilosa, relevo suave ondulado e ondulado + Solos Litólicos Álicos e húmicos, textura argilosa, fase floresta e campo subtropical, relevo forte ondulado (substrato sedimentos pelíticos).

2.4 ESTUDO HIDROLÓGICO

Este relatório apresenta os Estudos Hidrológicos referentes ao Projeto de Engenharia para Obras de Pavimentação da Rodovia SC-370, Trecho Rio Rufino – Urubici, com extensão projetada de 29,03 km.

Os estudos estão baseados em coleta de dados hidrológicos como clima, pluviometria, fluviometria e geomorfologia, com o objetivo de caracterizar a região onde está inserido o projeto e a fim de determinar as vazões das principais bacias hidrográficas que interferem no trecho. Esses foram desenvolvidos em conformidade com a Instrução de Serviço IS – 06/98 das Instruções de Serviço para Estudo Hidrológico do Departamento Estadual de Infraestrutura de Santa Catarina – DEINFRA/SC, de 1998.

2.4.1 Dados Hidrológicos

O trecho em análise situa-se na região serrana do planalto catarinense (microrregião de Campos de Lages), no estado de Santa Catarina, tendo as seguintes características:

Tabela 2.4-1 Dados regionais

Descrição	Dados	
Município	Rio Rufino	Urubici
Latitude	27°51'38" S	28°00'54" S
Longitude	49°46'45" O	49°35'31" O
Temperatura média	15,1°C	14°C
Umidade relativa média	80 %	85 %
Altitude	860 m	915 m
Pluviometria anual média	1.540 mm	1.610 mm
Clima	Mesotérmico Úmido	Mesotérmico Úmido

2.4.2 Coleta e Compilação de Dados

Os estudos foram concentrados na escolha e análise das estações hidrometeorológicas, coleta, análise, depuração e tratamento dos dados pluviométricos e climáticos, bem como estudo estatístico e cálculo das vazões.

Para o desenvolvimento dos trabalhos de hidrologia foi necessária à coleta de dados pluviométricos. Para tanto, foi realizado um inventário das estações hidrometeorológicas da região em análise, no estado de Santa Catarina. O resumo das estações está apresentado na Tabela 2.4-2, a seguir:

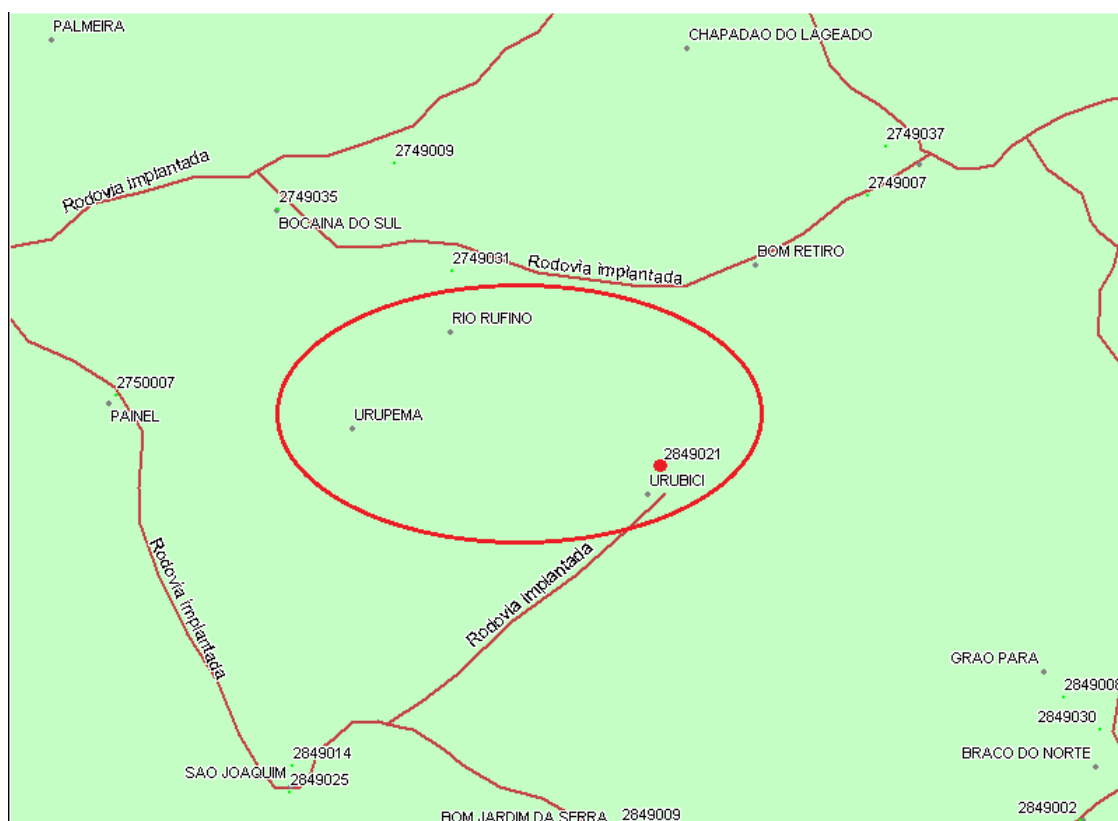
Tabela 2.4-2 Relação de estações pluviométricas

N.º	NOME DA ESTAÇÃO	MUNICÍPIO/ ESTADO	ÓRGÃO CONTROLADOR	INÍCIO DA ATIVIDADE	FIM DA ATIVIDADE
1	VILA CANOAS - 2749031	LAGES/SC	ANA/CPRM	1957	ATUAL
2	PAINEL - 2750007	LAGES/SC	ANA/CPRM	1958	ATUAL
3	SÃO JOAQUIM - 2849014	SÃO JOAQUIM/SC	INMET	1961	ATUAL
4	URUBICI - 2849021	URUBICI/SC	ANA/CPRM	1943	ATUAL

Fonte: ANA – Agência Nacional de Águas (HidroWeb)

Conforme o inventário das estações, o trecho está inserido em uma região que possui quatro estações hidrometeorológicas. A estação adotada como fonte de dados para o estudo hidrológico foi a estação meteorológica URUBICI – 02849021 do município de Urubici, por estar localizada próxima ao trecho (distância média de 10 km da estação escolhida para um ponto médio do trecho) e também por ser detentora da melhor série disponível na ANA (Hidroweb) e com menos interrupções nos registros.

O supracitado está ilustrado na Figura 2.4-1, abaixo:



O mapa de Isozonas do Eng.º José Jaime Taborga Torrico, abordado no livro Práticas Hidrológicas, serviu de base para classificação das isozonas compreendidas em toda extensão do trecho, no qual foi caracterizado por estar na zona C. A Figura 2.4-2, a seguir, apresenta o mapa utilizado:

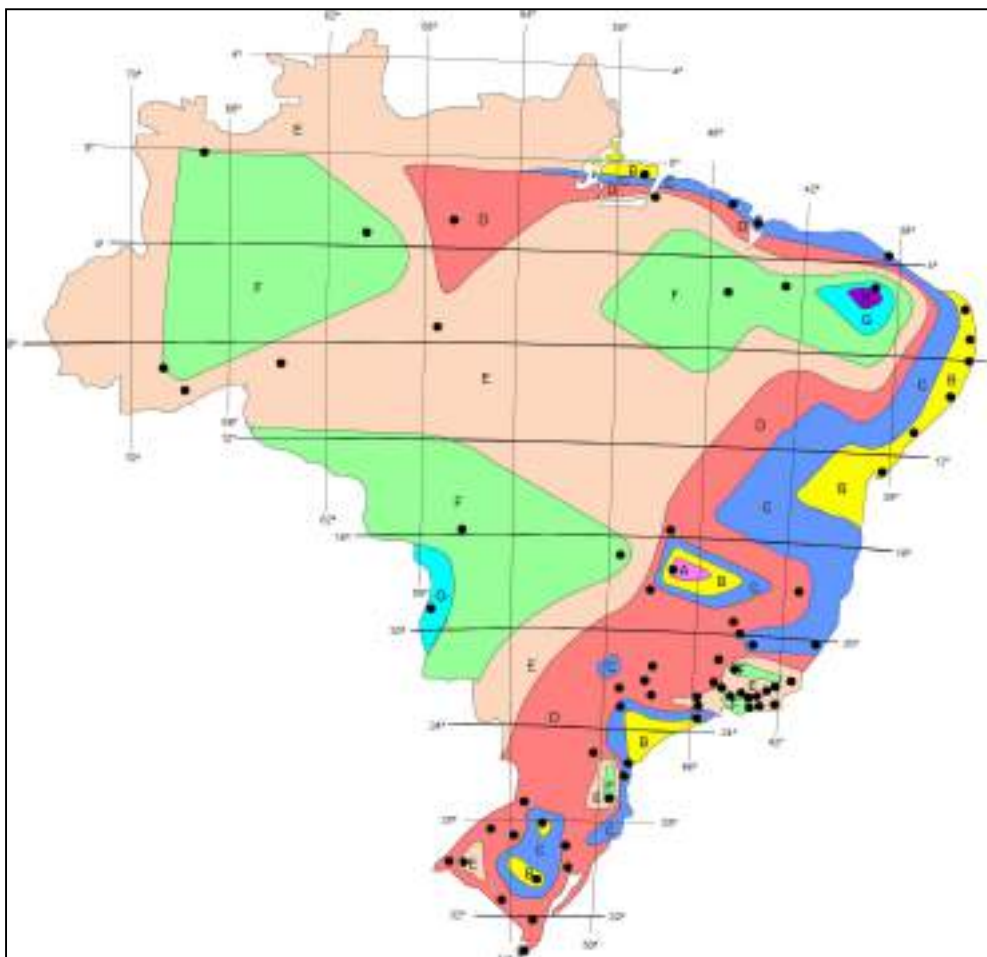


Figura 2.4-2 Mapa de Isozonas

Fonte: Taborga Torrico (1974).

As características gerais da estação pluviométrica adotada se encontram a seguir, na Tabela 2.4-3:

Tabela 2.4-3 Dados da estação escolhida (02849021)

Código	02849021
Nome	URUBICI
Código Adicional	-
Bacia	RIO URUGUAI (7)
Sub-bacia	RIO CANOAS (71)
Rio	-
Estado	SANTA CATARINA
Município	URUBICI
Responsável	ANA
Operadora	CPRM
Latitude	-27:59:35
Longitude	-49:35:2
Altitude (m)	853
Área de Drenagem (km2)	-

Optou-se por coletar 30 anos da série histórica de 1943 a 2011, do ano mais recente e retrocedendo 30 anos consistentes, pelo fato que esta amostragem já é suficiente e confiável, tendo em vista a finalidade para projetos rodoviários.

A série histórica de dados escolhidos contempla os anos de 1977 até 2011, totalizando 30 anos de dados consistidos. Excluindo os anos 1991, 1992, 2006, 2007 e 2009 por serem anos incompletos.

Na Tabela 2.4-4 se apresenta uma sinopse dos dados de chuva, no período de 1977 a 2011 enfocando as alturas médias mensais de chuva, com as respectivas alturas máximas e mínimas e o número médio de dias de chuva, com os respectivos máximos e mínimos, observados na Estação 02849021 - URUBICI, em Urubici/SC.

Tabela 2.4-4 Sinopse da precipitação na Estação Urubici

MÊS	PRECIPITAÇÃO MÁXIMA (mm)	PRECIPITAÇÃO MÉDIA (mm)	PRECIPITAÇÃO MÍNIMA (mm)	N.º MÁXIMO DE DIAS DE CHUVA	N.º MÉDIO DE DIAS DE CHUVA	N.º MÍNIMO DE DIAS DE CHUVA
Jan.	82,00	39,8	15,40	23	16,73	5
Fev.	67,50	38,8	14,70	22	15,67	9
Mar.	68,00	33,1	10,10	20	12,30	7
Abr.	86,00	37,4	6,40	16	10,20	2
Mai.	101,50	37,4	5,70	19	9,60	2
Jun.	59,70	40,1	7,30	13	9,13	3
Jul.	82,80	32,8	11,30	19	10,13	4
Ago.	128,60	40,1	3,00	18	9,10	3
Set.	81,40	43,1	11,00	19	11,37	6
Out.	127,60	44,1	15,10	21	12,67	0
Nov.	62,40	35,1	13,20	20	12,57	7
Dez.	96,00	36,6	8,60	20	13,57	8

2.4.3 Pluviometria

Segue abaixo a variação interanual da precipitação na isozona C que pode ser observada na Estação 02849021 – URUBICI, localizada no município de Urubici.

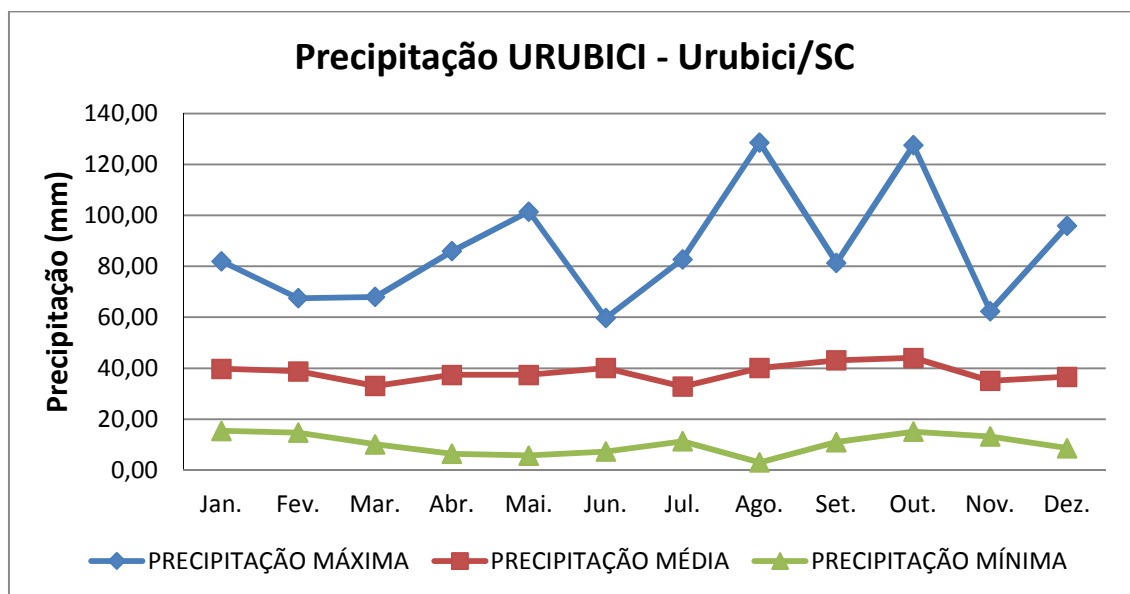


Figura 2.4-3 Precipitação na Estação Urubici

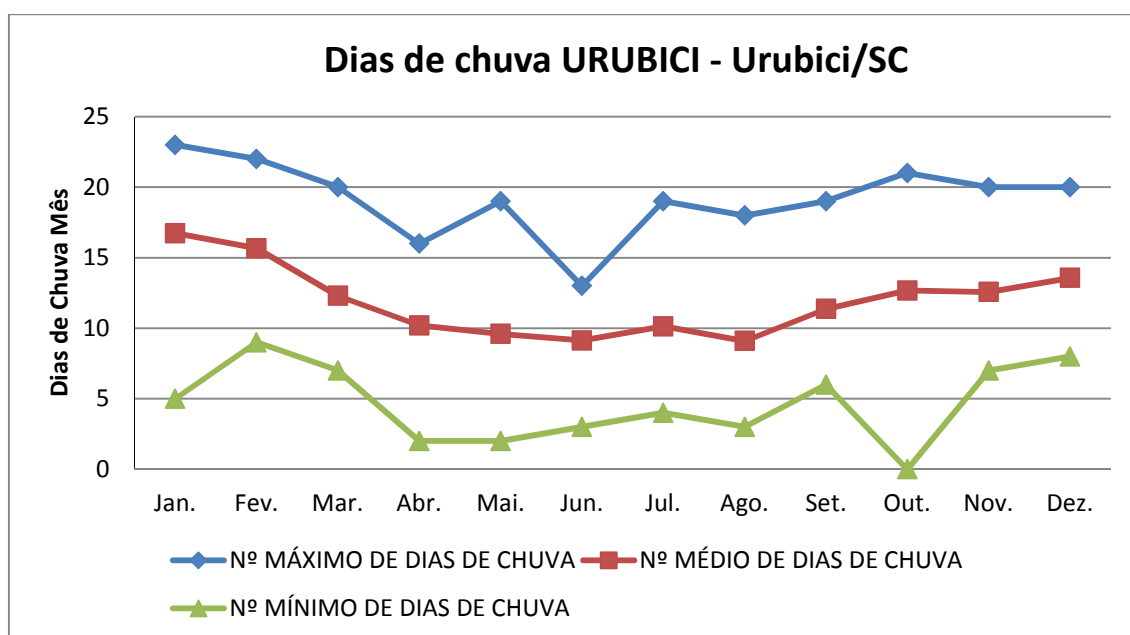


Figura 2.4-4 - Dias de chuva na Estação Urubici

A Figura 2.4-3 e Figura 2.4-4, ilustram a variação da precipitação e dias de chuva mensais durante o ano para a estação Urubici. Nota-se que existem dois períodos evidenciados nos gráficos, o quente (primavera e verão) onde se tem uma temperatura mais elevada com precipitações maiores e maior número de dias de chuva e o período frio (abril a setembro) com temperaturas mais baixas, menores precipitações e menor número de dias de chuva. A Tabela 2.4-5 apresenta os dados de chuva média mensal e anual da estação Urubici - 2849021.

Tabela 2.4-5 - Chuva média mensal na Estação Urubici

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	NDCA*
1977	272,2	155,5	124,2	56,4	62,7	37,0	150,7	327,9	70,8	114,8	196,4	65,3	142
1978	183,5	83,3	134,9	9,6	34,0	48,0	78,8	50,7	141,2	97,1	94,6	143,6	113
1979	56,6	123,8	131,4	104,9	117,6	41,1	97,9	84,7	97,3	250,0	133,2	104,3	119
1980	91,5	125,7	227,6	65,4	126,3	64,2	177,2	212,8	130,7	201,4	73,7	378,4	138
1981	158,7	152,6	59,0	104,0	22,0	64,8	74,0	78,0	140,3	95,7	30,5	119,4	116
1982	92,3	174,0	79,1	16,5	62,8	212,1	67,8	107,5	43,1	204,6	230,2	129,8	125
1983	192,7	193,4	83,3	125,3	262,0	189,7	602,6	216,2	185,6	49,6	190,7	239,3	169
1984	243,8	131,0	129,3	100,7	75,2	143,5	181,1	288,9	143,3	72,4	111,9	221,0	154
1985	71,8	228,1	149,1	95,8	53,3	51,8	72,2	92,5	82,2	124,1	99,2	46,5	132
1986	164,4	184,2	42,5	150,5	143,0	42,8	66,4	90,2	105,6	165,2	238,8	117,0	134
1987	207,6	190,8	66,0	179,2	317,4	98,6	125,8	141,0	89,2	250,8	102,8	95,9	155
1988	100,8	141,8	61,9	146,4	145,0	94,9	27,2	7,4	227,0	66,2	59,8	92,1	120
1989	281,0	122,0	79,4	91,7	119,0	42,4	99,2	127,2	317,2	69,9	76,2	83,0	149
1990	222,0	177,6	191,0	191,4	174,5	188,2	122,8	100,0	184,8	222,8	250,9	86,4	155
1993	185,6	157,6	108,0	97,6	105,7	65,2	330,4	26,9	175,6	124,5	84,0	207,9	169
1994	62,7	281,7	178,6	107,1	199,2	126,3	160,3	20,7	41,6	176,9	105,4	129,6	142
1995	231,6	133,9	53,4	42,5	6,8	130,7	118,4	90,2	132,5	147,0	97,1	116,0	145
1996	226,0	135,9	113,5	46,2	25,1	160,0	145,0	136,2	197,9	76,6	56,0	220,6	150
1997	199,8	201,6	52,6	30,0	51,4	115,7	127,8	125,1	152,1	239,4	236,7	158,0	156
1998	170,5	339,3	169,9	183,8	106,8	101,0	127,6	189,4	220,5	109,0	59,5	122,3	157
1999	170,4	118,4	37,4	112,7	70,7	67,6	190,7	52,4	70,9	130,9	110,1	95,6	143
2000	168,5	174,2	121,0	116,8	72,0	120,5	119,1	70,3	266,1	245,9	73,8	206,2	148
2001	225,6	174,3	140,3	116,7	177,7	108,1	169,6	59,6	147,7	213,5	153,4	144,0	166
2002	126,1	83,8	105,2	157,1	64,6	124,8	137,2	182,5	118,1	258,2	227,5	116,3	153
2003	100,9	213,1	90,9	134,7	57,0	104,2	55,7	25,4	94,8	119,7	126,3	219,5	129
2004	202,8	114,7	99,9	103,9	92,5	64,0	169,6	54,5	260,3	125,9	117,1	115,6	132
2005	166,1	97,0	99,5	89,6	245,4	84,6	130,9	166,7	284,1	208,4	72,9	82,0	119
2008	136,3	154,9	122,9	145,1	90,5	132,2	35,6	102,8	136,7	269,0	191,1	37,2	153
2010	212,2	218,0	159,3	192,3	215,0	57,3	123,9	59,4	126,9	114,1	193,1	112,0	152
2011	320,5	197,8	102,6	67,0	73,1	109,4	200,4	424,5	214,9	109,5	75,7	128,5	156

2.4.4 Determinação das Curvas de Intensidade – duração – frequência

De posse da série histórica de chuvas diárias apresentadas, passou-se à fase de análise dos dados. Adotando-se o programa Excel e o método estatístico de Gumbel, fez-se a compilação das máximas precipitações diárias anuais. Na Tabela 2.4-6, tem-se um resumo das máximas precipitações, no período compreendido entre 1977 e 2011, totalizando 30 anos de série histórica para a Estação Urubici.

Tabela 2.4-6 - Dados de Precipitação

N.º	ANO	MÁXIMA PRECIPITAÇÃO DIÁRIA (mm)	N.º DE DIAS CHUVOSOS	PRECIPITAÇÃO ANUAL TOTAL (mm)
1	1977	110,0	142	1.633,90
2	1978	82,0	113	1.099,30
3	1979	60,8	119	1.342,80
4	1980	96,0	138	1.874,90
5	1981	56,0	116	1.099,00
6	1982	60,8	125	1.419,80
7	1983	68,4	169	2.530,40
8	1984	91,0	154	1.842,10
9	1985	47,0	132	1.166,60
10	1986	64,0	134	1.510,60
11	1987	86,0	155	1.865,10
12	1988	64,4	120	1.170,50
13	1989	81,4	149	1.508,20
14	1990	89,0	155	2.112,40
15	1993	82,8	169	1.669,00
16	1994	67,8	142	1.590,10
17	1995	76,4	145	1.300,10
18	1996	50,6	150	1.539,00
19	1997	75,0	156	1.690,20
20	1998	85,7	157	1.899,60
21	1999	67,1	143	1.227,80
22	2000	67,2	148	1.754,40
23	2001	127,6	166	1.830,50
24	2002	62,4	153	1.701,40
25	2003	59,3	129	1.342,20
26	2004	64,2	132	1.520,80
27	2005	103,8	119	1.727,20
28	2008	60,4	153	1.554,30
29	2010	56,4	152	1.783,50
30	2011	128,6	156	2.023,90

Tabela 2.4-7 - Parâmetros estatísticos referentes à série histórica disponível

Parâmetros Estatísticos	
Nº Variáveis	n = 30
Média	Xm = 76,40
Desvio Padrão	s = 20,84

Diante dos dados supracitados, gerou-se a equação preconizada por Ven Te Chow:

$$H = \text{média} + \text{desvio padrão} \times K$$

$$H = 76,40 + 20,84K$$

Os valores de K (fator de frequência) são obtidos segundo a distribuição da lei de Gumbel, estes valores variam segundo o tempo de recorrência e a quantidade de anos da série histórica disponível. Os valores atribuídos a variável K são tabelados e obtidos através do ANEXO 1 da Instrução de Serviço DER IS-06/98 – DEINFRA esta forma, para a estação de Urubici, foram utilizados valores de K de acordo com os dados recorrentes de 30 anos.

Tabela 2.4-8 - Valores de K, segundo Lei de Gumbel.

Valores de "K" Calculados Segundo a Lei de Gumbel							
Nº Eventos	TR - Tempo de Recorrência em Anos						
	5	10	15	20	25	50	100
10	1,058	0,002	2,289	2,606	2,847	3,588	4,323
15	0,967	1,703	2,112	2,410	2,632	3,321	4,005
20	0,919	1,625	2,018	2,302	2,517	3,179	3,836
25	0,888	1,575	1,958	2,235	2,444	3,088	3,729
30	0,866	1,541	1,912	2,188	2,393	3,026	3,653
35	0,851	1,516	1,886	2,152	2,354	2,977	3,598
40	0,838	1,495	1,862	2,126	2,326	2,943	3,554
45	0,828	1,478	1,824	2,104	2,303	2,913	3,519
50	0,820	1,466	1,827	2,086	2,283	2,889	3,490
52	0,817	1,462	1,821	2,080	2,276	2,881	3,481
55	0,813	0,015	1,813	2,071	2,267	2,869	3,467

FONTE: Anexo 1 da Instrução de Serviço DER IS-06/98 - DEINFRA

Deste modo, as alturas de precipitação esperadas para a Estação Urubici são:

- H 5 anos = 94,449mm;
- H 10 anos = 108,515mm;
- H 15 anos = 116,246mm;
- H 25 anos = 126,270mm;
- H 50 anos = 139,460mm;
- H 100 anos = 152,526mm;

Para correlacionar a precipitação nas estações pluviométricas determinou-se a relação 24horas / 1dia, para o tempo de recorrência de base de um ano. Cabe ressaltar ainda que o coeficiente utilizado para conversão das chuvas máximas de um dia em chuvas de 24 horas é de 1,095.

Deste modo, para a Estação Urubici têm-se:

- H 5 anos = 94,449mm x 1,095 = 103,422mm;
- H 10 anos = 108,515mm x 1,095 = 118,824mm;
- H 15 anos = 116,246mm x 1,095= 127,290mm;
- H 25 anos = 126,270mm x 1,095= 138,265mm;
- H 50 anos = 139,460mm x 1,095 = 152,709mm;
- H 100 anos = 152,526mm x 1,095 = 167,016mm.

2.4.5 Determinação da Precipitação × Duração

A necessidade de conhecimento das alturas de precipitação para tempos de duração inferiores a 24 horas e a baixa densidade de postos pluviográficos que possam proporcionar estes dados, obrigam a extrapolações destes postos distantes até o local de projeto. O método das isozonas, desenvolvido para o Brasil pelo Eng. José Jaime Torga Torrico, correlaciona os dados de postos pluviográficos. Esta correlação permite, de maneira simples, a dedução da precipitação para os tempos de concentração inferiores a 24 horas.

Através da correlação dos dados dos postos pluviométricos com os dados dos postos pluviográficos, foi possível deduzir as precipitações para os períodos inferiores a 24 horas. Para o cálculo das relações que permitem estimar chuvas com diferentes tempos de duração, utilizou-se a tabela de tempos de recorrência para as isozonas, proposta por Torga Torrico, conforme a apresentada a seguir:

Tabela 2.4-9 Distribuição estatística das isozonas em função dos tempos de recorrência

ISOZONAS DE IGUAL RELAÇÃO													
TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS													
ZONA	1 HORA / 24 HORAS CHUVA											6 min 24h	CHUVA
	5	10	15	20	25	30	50	100	1000	10000	5-50	100	
A	36,2	35,8	35,6	35,5	35,4	35,3	35,0	34,7	33,6	32,5	7,0	6,3	
B	38,1	37,8	37,5	37,4	37,3	37,2	36,9	36,6	35,4	34,3	8,4	7,5	
C	40,1	39,7	39,5	39,3	39,2	39,1	38,8	38,4	37,2	36,0	9,8	8,8	
D	42,0	41,6	41,4	41,2	41,1	41,0	40,7	40,3	39,0	37,8	11,2	10,0	
E	44,0	43,6	43,3	43,2	43,0	42,9	42,6	42,2	40,9	39,6	12,6	11,2	
F	46,0	45,5	45,3	45,1	44,9	44,8	44,5	44,1	42,7	41,3	13,9	12,4	
G	47,9	47,4	47,2	47,0	46,8	46,7	46,4	45,9	44,5	43,1	15,4	13,7	
H	49,9	49,4	49,1	48,9	48,8	48,6	48,3	47,8	46,3	44,8	16,7	14,9	

Fonte: Práticas Hidrológicas – Torga Torrico.

No estudo referente a estação utilizada para este projeto fez-se a correlação com os dados do Postos Pluviográficos, estes estão apresentados na Tabela 2.4-10.

Tabela 2.4-10 Posto Pluviométrico Urubici – Duração x Tempo de Recorrência

Método das Isozonas		ZONA C	
TR (anos)	Tempo de Duração (h)	Coeficiente	Precipitação (mm)
5	0,1	0,098	10,135
	1	0,401	41,472
	24	1,095	103,422
10	0,1	0,098	11,645
	1	0,397	47,173
	24	1,095	118,824
15	0,1	0,098	12,474
	1	0,395	50,279
	24	1,095	127,290
25	0,1	0,098	13,550
	1	0,392	54,200
	24	1,095	138,265
50	0,1	0,098	14,966
	1	0,388	59,251
	24	1,095	152,709
100	0,1	0,098	16,368
	1	0,384	64,134
	24	1,095	167,016

Assim, para as chuvas de duração de 6, 60 e 1440 minutos (24 horas) e com os tempos de recorrência de 5, 10, 15, 25, 50 e 100 anos para os postos Pluviógrafos em análise, mostradas na Tabela 2.4-10, foi possível calcular relações das chuvas de diversas durações. Estas relações podem ser visualizadas na Tabela 2.4-11.

Tabela 2.4-11 Relação das durações de chuva com a precipitação estimada para 24h para a Estação URUBICI

TR (anos)	Tempo de Duração (min)	Precipitação (mm)
5	6	1,689
	60	0,691
	1440	0,072
10	6	1,941
	60	0,786
	1440	0,083
15	6	2,079
	60	0,838
	1440	0,088
25	6	2,258
	60	0,903
	1440	0,096
50	6	2,494
	60	0,988
	1440	0,106
100	6	2,728
	60	1,069
	1440	0,116

Feito isso, pode-se traçar os gráficos que ilustram as curvas de intensidade para cada tempo de duração. Os gráficos das Figura 2.4-5 e Figura 2.4-6 apresentam, respectivamente, a altura de precipitação e a intensidade para os diferentes tempos de duração da estação estudada.

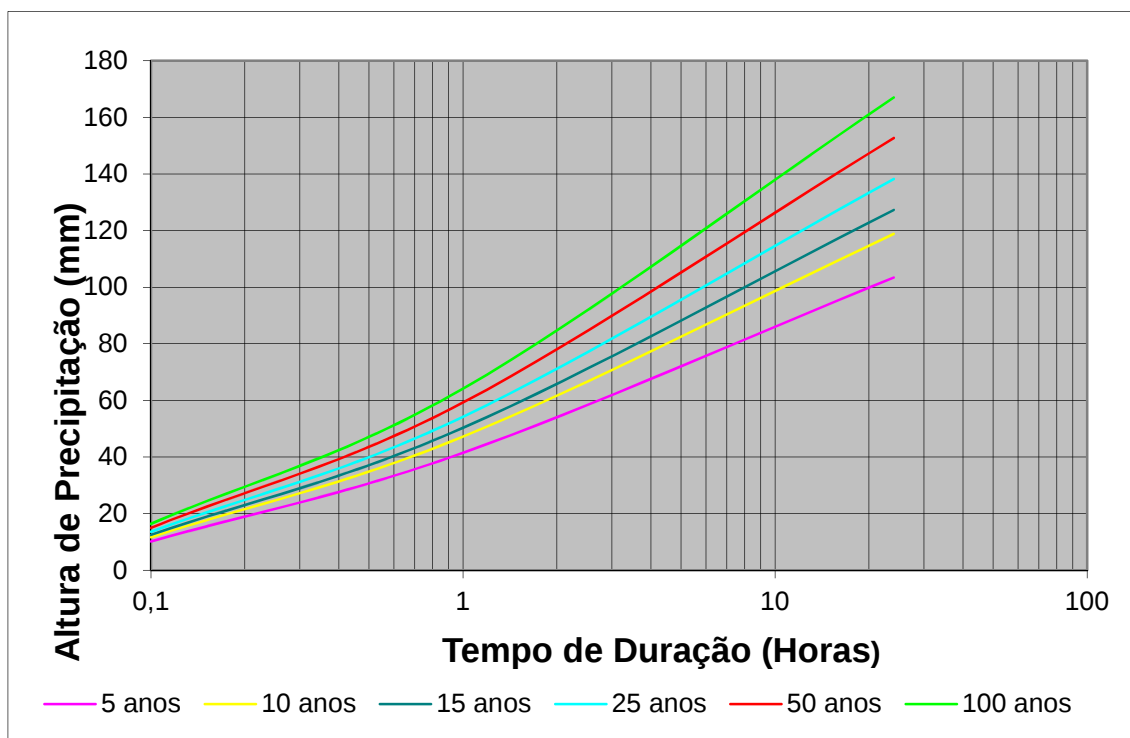


Figura 2.4-5 – Curva de Altura de Precipitação x Duração – Estação URUBICI

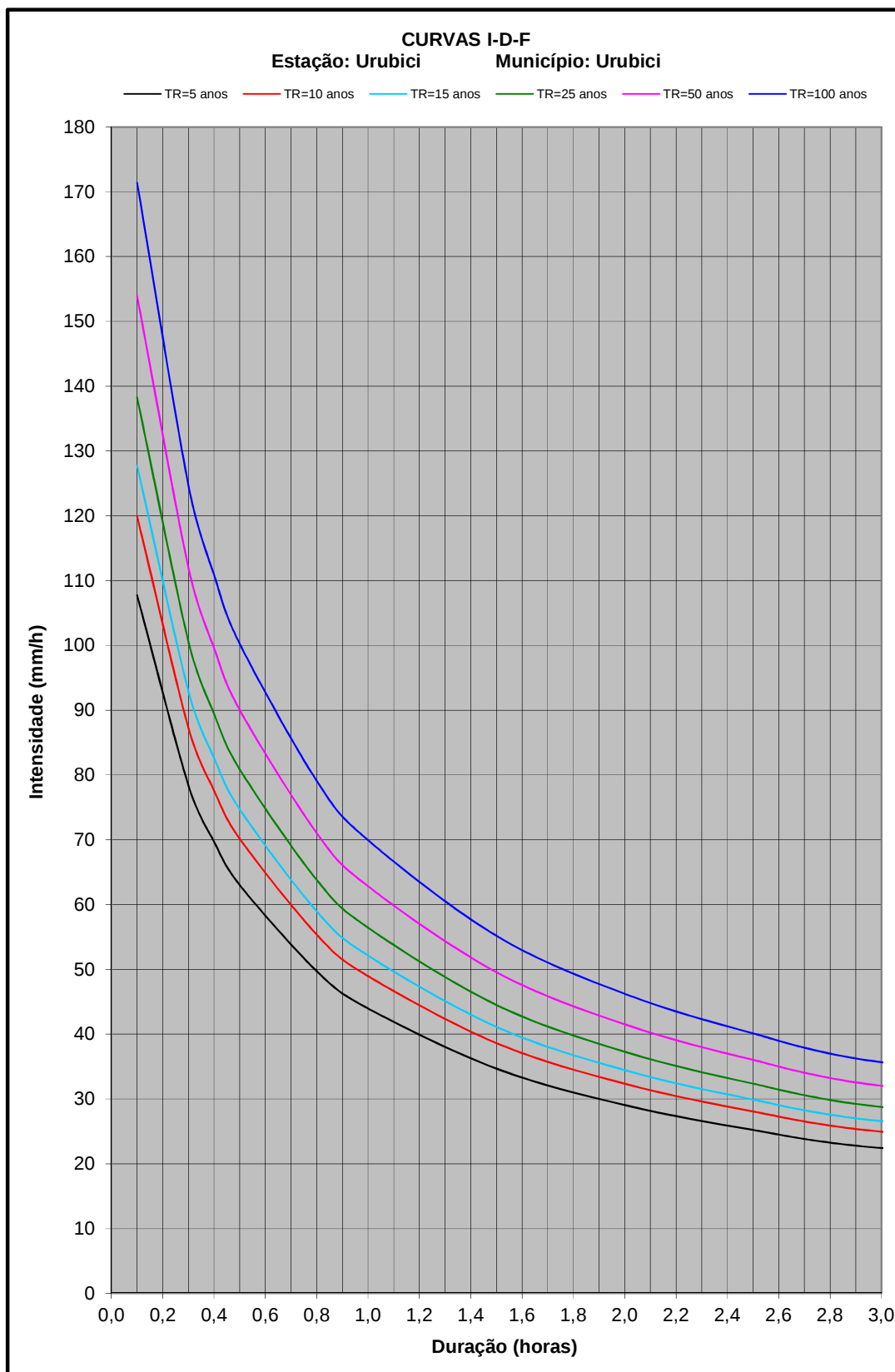


Figura 2.4-6 – Curvas I-D-F – Estação URUBICI

Para fins de compreensão das curvas I-D-F, foi elaborada a Tabela 2.4-12 com os valores de cada curva; isto é, de cada tempo de recorrência. Com isso, pode-se obter os valores de intensidade pluviométrica de forma mais precisa.

Tabela 2.4-12 – Valores das Curvas I-D-F

DETERMINAÇÃO DAS CURVAS DE INTENSIDADE - DURAÇÃO - FREQUÊNCIA													
Duração		TR=5 anos		TR=10 anos		TR=15 anos		TR=25 anos		TR=50 anos		TR=100 anos	
(horas)	(min.)	H (mm)	i (mm/h)	H (mm)	i (mm/h)	H (mm)	i (mm/h)	H (mm)	i (mm/h)	H (mm)	i (mm/h)	H (mm)	i (mm/h)
0,1	6	10,1	107,7	11,6	120,0	12,5	127,7	13,5	138,3	15,0	153,9	16,4	171,4
0,3	18	25,1	78,4	28,6	87,3	30,5	92,9	32,9	100,6	36,1	112,0	39,2	124,7
0,4	24	29,0	69,7	33,0	77,6	35,2	82,6	38,0	89,4	41,6	99,6	45,1	110,9
0,5	30	32,0	63,0	36,5	70,2	38,9	74,7	42,0	80,9	45,9	90,0	49,8	100,2
0,8	48	38,4	49,7	43,7	55,4	46,6	58,9	50,3	63,8	55,0	71,0	59,5	79,1
1,0	60	41,5	44,0	47,2	49,0	50,3	52,1	54,2	56,4	59,3	62,8	64,1	70,0
1,5	90	49,4	34,7	56,3	38,6	60,1	41,1	64,9	44,5	71,2	49,6	77,3	55,2
2,0	120	55,0	29,1	62,8	32,4	67,1	34,5	72,5	37,3	79,6	41,5	86,6	46,2
2,5	150	59,3	25,2	67,8	28,1	72,5	29,9	78,4	32,4	86,2	36,0	93,8	40,1
3,0	180	62,9	22,4	71,9	25,0	76,9	26,6	83,3	28,8	91,6	32,0	99,7	35,7
6,0	360	76,4	14,1	87,6	15,7	93,7	16,8	101,6	18,2	111,9	20,2	122,1	22,5
12,0	720	89,9	8,8	103,2	9,8	110,5	10,4	119,9	11,3	132,3	12,6	144,6	14,0
16,0	960	95,5	7,2	109,7	8,0	117,5	8,6	127,5	9,3	140,8	10,3	153,9	11,5
20,0	1200	99,9	6,2	114,7	6,9	122,9	7,3	133,4	7,9	147,3	8,8	161,1	9,8
24,0	1440	103,4	5,4	118,8	6,1	127,3	6,4	138,3	7,0	152,7	7,8	167,0	8,7

2.4.6 Cálculo da Equação Geral de Chuvas Intensas

Obtidas as curvas de intensidade e precipitação pode-se calcular a forma geral da equação de chuvas intensas, que relaciona os três aspectos intensidade-duração-frequência. A intensidade da precipitação de projeto é obtida a partir da equação para cada período de retorno escolhido e duração da chuva, que dependendo do caso, equivale ao tempo de concentração da bacia.

A equação geral é estabelecida a partir da análise de frequência de chuvas intensas registradas em pluviogramas para uma amostra histórica suficientemente longa. A utilização de uma equação de chuvas intensas para um local diferente daquele para a qual ela foi obtida e validada deve ser feita com muito critério.

A equação geral é representada da seguinte forma:

$$i = \frac{K \cdot T^m}{(t + b)^n} \quad \text{ou} \quad i = \frac{C}{(t + b)^n}$$

Onde:

i = intensidade média máxima de chuva, em mm/h;

T = período de retorno, em anos;

t = duração da chuva (tempo de concentração da bacia), em minutos;

K, m, b, n = parâmetros da equação determinados para o local analisado.

Para se obter os parâmetros da equação de chuvas intensas utilizou-se o seguinte procedimento:

- Análise dos pluviogramas diários, identificando as intensidades para diversas durações e para cada chuva. O intervalo de tempo mínimo, ou duração mínima, foi de 6 minutos (tempo mínimo utilizado posteriormente nas obras dos projetos de drenagem). As intensidades de precipitação foram obtidas para durações de 6, 12, 18, 24, 30 e 60 minutos e para as durações de 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 e 24 horas;
- Ajustamento por regressão linear entre intensidade, duração e frequência.

Matematicamente, este procedimento deve iniciar-se pela representação dos logaritmos de ambos os termos da equação de chuvas intensas:

$$\log i = \log K + m \cdot \log T - n \cdot \log(t + b)$$

ou

$$\log i = \log C - n \cdot \log(t + b)$$

Desta forma, tem-se:

$$Y = A + BX$$

$$Y = \log i; \quad A = \log C; \quad B = -n; \quad X = \log(t + b)$$

Para estimar o valor de b, pode-se realizar regressões entre a intensidade de chuva com dado período de retorno e os valores de (t+b) para diferentes valores de b, obtendo-se assim, por tentativa, o valor de b que resultar no maior valor de R².

Para a obtenção dos parâmetros K e m, pode-se utilizar a regressão linear por transformação fazendo:

$$C = KT^m$$

$$\log C = \log K + m \log T$$

$$Y = A + BX$$

$$Y = \log C; \quad A = \log K; \quad B = m; \quad X = \log T$$

Assim, tem-se a correlação das variáveis:

$$K = 10^m$$

$$m = B$$

Portanto, se houver p valores de i, T e t, pode-se relacioná-los da seguinte forma:

$$\begin{pmatrix} \log i_1 \\ \log i_2 \\ \vdots \\ \log i_p \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & \log T_1 & -\log(t_1 + b) \\ 1 & \log T_2 & -\log(t_2 + b) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & \log T_p & -\log(t_p + b) \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \log K \\ m \\ n \end{pmatrix}$$

Pelo método dos mínimos quadrados tem-se que:

$$\begin{pmatrix} \log K \\ m \\ n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} p & \sum_{j=1}^p \log T_j & -\sum_{j=1}^p \log(t_j + b) \\ \sum_{j=1}^p \log T_j & \sum_{j=1}^p (\log T_j)^2 & -\sum_{j=1}^p \log T_j \cdot \log(t_j + b) \\ -\sum_{j=1}^p \log(t_j + b) & -\sum_{j=1}^p \log T_j \cdot \log(t_j + b) & \sum_{j=1}^p [\log(t_j + b)]^2 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} \sum_{j=1}^p \log i_j \\ \sum_{j=1}^p \log i_j \cdot \log T_j \\ -\sum_{j=1}^p \log i_j \cdot \log(t_j + b) \end{pmatrix}$$

Entretanto, os valores de K , m e n são dependentes de b . Pode-se encontrar b a partir de uma quarta equação, que pode ser o coeficiente de correlação, ou seja:

$$R^2 = \frac{\begin{bmatrix} \sum_{j=1}^p \log i_j & \sum_{j=1}^p \log i_j \cdot \log T_j & -\sum_{j=1}^p \log i_j \cdot \log(t_j + b) \end{bmatrix} \begin{pmatrix} p & \sum_{j=1}^p \log T_j & -\sum_{j=1}^p \log(t_j + b) \\ \sum_{j=1}^p \log T_j & \sum_{j=1}^p (\log T_j)^2 & -\sum_{j=1}^p \log T_j \cdot \log(t_j + b) \\ -\sum_{j=1}^p \log(t_j + b) & -\sum_{j=1}^p \log T_j \cdot \log(t_j + b) & \sum_{j=1}^p [\log(t_j + b)]^2 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} \sum_{j=1}^p \log i_j \\ \sum_{j=1}^p \log i_j \cdot \log T_j \\ -\sum_{j=1}^p \log i_j \cdot \log(t_j + b) \end{pmatrix}}{\sum_{j=1}^p (\log i_j)^2}$$

O valor de b que deve ser adotado deve ser tal que o coeficiente de correlação R^2 (proporção de variância) seja máximo.

Para verificar a qualidade do ajuste, pode-se calcular o erro padrão (E_p) de estimativa para cada período de retorno, como:

Onde:

$$E_p = \sqrt{\frac{\sum (I_o - I_e)^2}{n}}$$

E_p = erro padrão (mm);

I_o = intensidade observada;

I_e = intensidade estimada pela equação;

n = número de intervalos considerados.

Para atender todas as exigências de pré-requisitos, neste caso procura-se adotar as diretrizes básicas para elaboração de estudos e projetos rodoviários do DNIT que determina tempo de recorrência (TR) de 5, 10, 15, 25, 50 e 100 anos; para criar um procedimento único de elaboração do estudo hidrológico. Ajustando o E_p , obtendo valores de aproximadamente 5 unidades para cada TR respectivo, entende-se que o R^2 seja de no mínimo 95% (valor admissível).

Portanto, para a região onde está inserido o traçado da rodovia, tem-se a seguinte equação:

$$i = \frac{719,500 \times T^{0,155}}{(15,054 + t)^{0,705}}$$

Equação Ajustada $R^2 = 99,55\%$	K =	719,500
	m =	0,155
	b =	15,054
	n =	0,705

2.4.7 Métodos de Avaliação das Vazões

2.4.7.1 Considerações Gerais

Os métodos de cálculo da vazão, bem como as diretrizes e a metodologia para a determinação dos tempos de recorrência, dos tempos de concentração, dos coeficientes de deflúvio e das descargas das bacias de contribuição seguem as recomendações da Instrução de Serviço vigente.

No cálculo das vazões das bacias de contribuição foram fixadas as seguintes faixas:

- Bacias com áreas até 4 km² (400 ha): Método Racional;
- Bacias com área entre 4 km² e 10 km² (400 ha e 1.000 ha): Método Racional Corrigido;
- Bacias com áreas superiores a 10 km² (1.000 ha): Método do Hidrograma (HUT ou HTS).

Foi inserido nesta metodologia o detalhamento do método racional. Sendo que, bacias compreendidas entre 400 ha e 1.000 ha (4 km² a 10 km²), tem sua vazão de projeto corrigida, utilizando o fator de distribuição (n de Burkli).

Este procedimento é também conhecido como método Racional Corrigido.

2.4.7.2 Delimitação das Bacias Hidrográficas

Após o processamento dos dados pluviométricos e a análise da topografia da rodovia, foi possível determinar as vazões das principais bacias que interferem nesse trecho.

As bacias foram caracterizadas com base nos seguintes dados:

- Cartas topográficas da região na escala 1:50.000;
- Cartas aerofotogramétricas (imagens obtidas de laser scanner);
- Fotos de satélite;
- Fotos de aerolevanteamento;

- Levantamentos topográficos;
- Inspeções em campo.

2.4.7.3 Tempo de Concentração

O tempo de concentração é definido como o espaço de tempo decorrido desde o início da precipitação torrencial sobre a bacia até o instante em que toda esta bacia passa a contribuir para o escoamento na seção em estudo. Corresponde à duração da trajetória da partícula de água que demora mais tempo para atingir a seção considerada.

O cálculo do tempo de concentração inicial foi efetuado através da fórmula apresentada na Instrução de Serviço para Estudo Hidrológico DER - IS 06/98 do Departamento Estadual de Infraestrutura de Santa Catarina – DEINFRA/SC, cuja equação é apresentada a seguir:

$$tc = \frac{10}{K} \times \left(\frac{A^{0,3} \times L^{0,2}}{I^{0,4}} \right)$$

Onde:

- tc = Tempo de concentração, em minutos;
- A = Área da bacia, em hectares;
- L = Comprimento do talvegue principal, em metros;
- K = Coeficiente tabelado em função das características das bacias;
- I = Declividade do talvegue principal, em porcentagem.

O Tempo de concentração mínimo adotado para a drenagem superficial é de 6 minutos. Os valores para o coeficiente K são apresentados a seguir:

Tabela 2.4-13 Coeficiente K em função das características da bacia

CARACTERÍSTICAS DA BACIA	K
Terreno areno-argiloso coberto de vegetação intensa, elevada absorção	2,0
Terreno argiloso coberto de vegetação, absorção média apreciável	3,0
Terreno argiloso coberto de vegetação, absorção média	4,0
Terreno com vegetação média, pouca absorção	4,5
Terreno com rocha, escassa vegetação, baixa absorção	5,0
Terreno rochoso, vegetação rala, reduzida absorção	5,5

Fonte: DER IS - 06/98 – Instrução de Serviço para Estudo Hidrológico

2.4.7.4 Declividade Efetiva

A fim de contribuir ainda mais na precisão das variáveis utilizadas para se chegar ao valor real da vazão da bacia contribuinte, utiliza-se o cálculo da declividade efetiva, como é mostrado a seguir. Quando a bacia tem pequena dimensão, a declividade efetiva tende a ter o mesmo valor que a declividade média, pois a curva hipsométrica do talvegue principal tende a ter uma homogeneidade nas curvas de nível; isto é, uma

variação constante na distância entre uma curva e outra.

$$I = \left[\frac{L_T}{\frac{L_1}{\sqrt{I_1}} + \frac{L_2}{\sqrt{I_2}} + \frac{L_3}{\sqrt{I_3}} + \dots + \frac{L_n}{\sqrt{I_n}}} \right]^2 = \left[\frac{Km}{Km} \right] \times 100 = I (\%)$$

Onde:

- LT = comprimento total do talvegue principal (Km);
- L1, L2, L3, Ln = comprimentos parciais do talvegue principal (Km);
- I1, I2, I3, In = declividades parciais (m/m).

2.4.7.5 Tempo de Recorrência

O tempo de recorrência se refere ao intervalo de tempo, em anos, onde ao menos uma vez, um dado fenômeno é igualado ou superado. No caso em estudo ele se refere ao tempo em que está previsto enchentes de projeto que estarão orientando o dimensionamento dos dispositivos de drenagem.

A escolha do tempo de recorrência, e conseqüentemente, a vazão calculada, foram baseadas na importância da obra e no tipo de dispositivo, conforme as instruções estabelecidas na IS-06/98 do DEINFRA. A Tabela 2.4-14, apresenta o tempo de recorrência para cada tipo de obra.

Tabela 2.4-14 Tempo de recorrência

ESPÉCIE	TEMPO DE RECORRÊNCIA (ANOS)
Drenagem Superficial	10
Bueiro Tubular	25 (como canal)
Bueiro Celular	25 (como canal)
Ponte	100

2.4.7.6 Coeficiente de Deflúvio

Os valores do coeficiente de escoamento (deflúvio – *Runoff*) "C" são obtidos na tabela apresentada na Tabela 2.4-15 e estruturada em função das características das bacias. Para cada bacia analisada, foi levado em consideração as diferentes coberturas de solo e sua respectiva utilização, de acordo com o "C" de áreas urbanas, suburbanas e rurais.

Com isso, o coeficiente de escoamento superficial para cada bacia, levando as considerações supracitadas, é calculado ponderadamente em função da composição das áreas parciais, ou seja:

$$C = \frac{\sum C_i \times A_i}{\sum A_i}$$

Onde:

- C = coeficiente de escoamento superficial ponderado (adimensional);
- C_i = coeficiente de escoamento superficial da área parcial avaliado em função do uso e ocupação do solo;
- A_i = área parcial em ha.

Tabela 2.4-15 Coeficiente de *Runoff* em Áreas Suburbanas e Rurais

CARACTERÍSTICAS	C (%)		
TERRENO ESTÉRIL MONTANHOSO - Material rochoso ou geralmente não poroso, com reduzida ou nenhuma vegetação e altas declividades	80	a	90
TERRENO ESTÉRIL ONDULADO - Material poroso ou geralmente não poroso, com reduzida ou nenhuma vegetação em relevo ondulado e com declividades moderadas.	60	a	80
TERRENO ESTÉRIL PLANO - Material rochoso ou geralmente não poroso, com reduzida ou nenhuma vegetação e baixas declividades	50	a	70
PRADOS, CAMPINAS, TERRENO ONDULADO - Áreas de declividades moderadas, grandes porções de gramados, flores silvestres ou bosques, sobre um manto fino de material poroso que cobre o material não poroso.	40	a	65
MATAS DECÍDUAS, FOLHAGEM CADUCA - Matas e florestas de árvores decíduas em terreno de declividades variadas.	35	a	60
MATAS CONÍFERAS, FOLHAGEM PERMANENTE - Florestas e matas de árvores de folhagem permanente em terrenos de declividades variadas.	25	a	50
POMARES - Plantações de árvores frutíferas com áreas abertas cultivadas ou livres de qualquer planta a não ser gramados.	15	a	40
TERRENOS CULTIVADOS, ZONAS ALTAS - Terrenos cultivados em plantações de cereais ou legumes, fora de zonas baixas e várzeas.	15	a	40
FAZENDAS, VALES - Terrenos cultivados em plantações de cereais ou legumes, localizados em zonas baixas e várzeas.	10	a	40

Fonte: DER IS - 06/98 – Instrução de Serviço para Estudo Hidrológico

2.4.7.7 Área Mínima

Define-se como área mínima, a porção bidimensional de solo, a partir da qual, qualquer área menor que esta não implicará na redução do diâmetro da tubulação mínima normalmente adotado que é de Ø 0,80 m, diâmetro este que se mostra eficiente na manutenção das obras.

Portanto, a área mínima, é função do diâmetro mínimo estipulado para ser usado no projeto. Para este caso, utilizou-se como diâmetro mínimo Ø 0,80 m.

Para este projeto, determinou-se a área mínima como sendo 7,38 ha, conforme demonstrado na Tabela 2.4-16. Áreas menores ou de igual valor, devem receber, pelo menos, um BTSC Ø 0,80 m.

Tabela 2.4-16 Cálculo da Área Mínima

Cálculo da Área Mínima		
C	0,30	-
TR	25	anos
tc	6	min.
i	138,3	mm/h
Q	0,85	m³/s
A mín.	7,38	ha.
Obs: capacidade de escoamento do bueiro de D=0,80m, em seção 0,70h com decl. igual a 1%.		

2.4.7.8 Método Racional

Originário da literatura técnica norte-americana (Emil Kuichling – 1880), o Método Racional traz resultados bastante aceitáveis para o estudo de bacias com áreas até 10 km², de conformação comum, tendo em vista a sua simplicidade de operação bem como da inexistência de um método de maior precisão para situações desta natureza.

Menores erros funcionais advirão da maior acuidade na determinação dos coeficientes de escoamento superficial e dos demais parâmetros necessários para determinação das vazões que influirão diretamente nas dimensões das obras do sistema a ser implantado.

No método racional tem-se a seguinte expressão para o cálculo das vazões das bacias :

$$Q = \frac{CiA}{360}$$

Onde:

- Q = Vazão, em m³/s;
- C = Coeficiente de escoamento ou deflúvio, adimensional;
- i = Intensidade de precipitação extraída das curvas de intensidade - duração - frequência, em mm/h;
- A = Área de contribuição da bacia, em ha.

O volume excedente de chuva, com precipitação uniforme sobre a bacia, é determinado de acordo com o complexo solo-cobertura vegetal representado pelo coeficiente de escoamento ou *Runoff*.

Os coeficientes de *Runoff* serão caracterizados pelas áreas das bacias do trecho e escolhidos de acordo com os apresentados abaixo:

Portanto, para o cálculo das vazões das bacias hidrográficas foram verificados os tipos de solo e a cobertura vegetal de cada uma delas, de modo a determinar o coeficiente de escoamento superficial ou *Runoff*.

2.4.7.9 Método Racional Corrigido

Neste método utiliza-se os mesmos procedimentos do Método Racional com um fator de redução das chuvas denominados “Coeficientes de Distribuição” definidos para projetos rodoviários por:

$$n = A^{(-0,10)}$$

Onde:

n - coeficiente (ou fator) de distribuição;

A - área da bacia, em km².

NOTA: Para o cálculo do “n de Burkli”; o mais comum destes fatores, normalmente utilizado em projetos rodoviários é dado em seu expoente o valor de -0,10. Para obras urbanas, utiliza-se o coeficiente ainda mais redutor, tendo valor em seu expoente de -0,15.

2.4.7.10 Método do Hidrograma Triangular Sintético – HTS

O método é baseado em características físicas, climáticas e hidrológicas das bacias, utilizando uma configuração simplificada triangular dos fluxogramas e guardando as relações básicas entre seus diversos componentes hidrológicos. Utilizado para bacias maiores que 10 km².

$$Qp = \frac{0,208 \times A \times q}{tp}$$

Onde:

- Qp = Descarga máxima, em m³/s;
- q = volume de escoamento produzido pelo excesso de chuva de duração De , em mm;
- tp = Tempo de pico, em horas;
- A = Área da bacia, em km².

O excesso de chuva é calculado pela formula:

$$De = 2 \times \sqrt{tc}, \text{ como}$$

$$tp = \sqrt{tc} + 0,6 \times tc, \text{ então tem-se que:}$$

$$tp = \frac{De}{2} + 0,6 \times tc$$

Onde:

$$q = \frac{(P - 0,2)^2}{(P + 0,8S)}$$

- tc = tempo de concentração, em horas.

Para a composição do hidrograma total fez-se o cálculo do deflúvio, volume de

escoamento superficial, através da expressão de Mockus representada abaixo:

Onde:

$$S = 254 \left(\frac{100}{CN - 1} \right)$$

- P – Precipitação
- S – Índice que traduz a capacidade infiltração máxima do solo
- CN = Número de curva definido de acordo com a permeabilidade do solo, a cobertura vegetal e a textura da superfície.

Os valores atribuídos a essa última variável são obtidas conforme a Tabela 3 do anexo DER IS - 06/98 – Instrução de Serviço para Estudo Hidrológico. A Tabela 2.4-17 apresenta os valores de CN.

Tabela 2.4-17 Número de Curva (CN) para Diferentes Condições do Complexo Hidrológico

VALORES DAS CURVAS - NÚMERO - CN (5)								
UTILIZAÇÃO OU COBERTURA DO SOLO					TIPO DE SOLO			
					A	B	C	D
Zonas Cultiváveis:	Sem medidas de conservação do solo				72	81	88	91
	Com medidas de conservação do solo				62	71	78	81
Pastagens ou Baldios:	Em más condições				68	79	86	89
	Em boas condições				39	61	74	80
Prado em boas condições					30	58	71	78
Bosques ou Zonas Florestais:	Cobertura má, sem matéria orgânica				45	66	77	83
	Boa cobertura				25	55	70	77
Espaços abertos, relvados, parques, campos de golfe, cemitérios,	Boas condições	Relva cobrindo mais de 75 % da área						
					39	61	74	80
	Condições razoáveis	Relva cobrindo de 50 a 75% da área						
					49	69	79	84
Zonas comerciais e de escritórios (85 % de área impermeável)					89	92	94	95
Zonas industriais (72 % de área impermeável)					81	88	91	93
Zonas residências:								
Áreas Médias dos Lotes			Percentagem Média Impermeável					
	< 500 m ²			65 %	77	85	90	92
	1000 m ²			38 %	61	75	83	87
	1300 m ²			30 %	57	72	81	86
	2000 m ²			25 %	54	70	80	85
	4000 m ²			20 %	51	68	79	84
Parques de Estacionamento, Telhados, Viadutos, etc.					98	98	98	98
Arruamentos e Estradas:								
Asfaltadas e com drenagem de águas pluviais					98	98	98	98
Gravilha					76	85	89	91
Terra					72	82	87	89

Fonte: DER IS - 06/98 – Instrução de Serviço para Estudo Hidrológico

Observações:

- O solo **tipo A** tem o mais baixo potencial de deflúvio. Terrenos muito permeáveis, com pouco silte e argila.
- O solo **tipo B** tem uma capacidade de infiltração acima da média após o completo umedecimento. Inclui solos arenosos.
- O solo **tipo C** tem uma capacidade de infiltração abaixo da média após a pré-saturação. Contém porcentagem considerável de argila colóide.
- O solo **tipo D** tem o mais alto potencial de deflúvio. Terrenos argilosos quase impermeáveis junto à superfície.

2.4.8 Cálculo da Vazão das Bacias Hidrográficas

Após o processamento dos dados pluviométricos, do levantamento topográfico cadastral, inspeção de campo e a partir do traçado definido pelo projeto geométrico, foi realizado a delimitação das bacias de contribuição conforme estabelecido na instrução de serviço do DER/SC IS-06/98 (Estudo Hidrológico).

Para as bacias hidrográficas calculadas pelo Método Racional foram utilizados tempos de recorrência de 25 anos e para aquelas calculadas pelo Método do Hidrograma Triangular Sintético foram adotados tempos de 100 anos.

Cada segmento do trecho estudado possui particularidades inerentes às características geográficas onde o mesmo está locado, tais características foram levadas em consideração no dimensionamento dos dispositivos de drenagem, que estão constantes no relatório do Projeto de Drenagem.

Para o eixo principal do trecho estudado, foram delimitadas um total de 116 bacias hidrográficas. Deste montante, 110 bacias foram calculadas pelo Método Racional, pois possuem área de contribuição menor a 10 km² (1.000 ha), sendo que destas, somente 3 bacias foram calculadas pelo Método Racional Corrigido e 49 são de área mínima (cerca de 45%). Para as 6 bacias restantes foi utilizado o Método do Hidrograma Triangular Sintético, pois possuem área maior que 10 km² (1.000 ha), dentre estas estão as bacias que formam o Rio Rufino e o Rio Urubici.

As bacias do eixo principal que foram calculadas pelo HTS são: 2, 27, 53, 66, 97 e 114, destas apenas para a Bacia 97 não será necessária a utilização de ponte para transpor seu talvegue. Para as demais, apenas a bacia 02 necessitará de projeto de nova obra de arte especial, para as bacias 27, 53, 66, e 114 haverá o aproveitamento das pontes existentes, pois encontram-se em bom estado de conservação e atendem às necessidades hidráulicas requeridas. O dimensionamento da ponte projetada, bem como a verificação hidráulica das pontes existentes encontram-se no relatório do Projeto de Drenagem.

Para o acesso à Comunidade de Rio do Tigre, encontrou-se necessidade do estudo de quatro bacias hidrográficas, são elas: 1A, 2A, 3A e 4A. Todas são bacias de médio porte e suas áreas não ultrapassam 35 ha.

A delimitação das bacias hidrográficas para os segmentos estudados nesta fase do projeto pode ser visualizada ao final deste relatório nos documentos de índice: P00169/00-7H-DE-2000 e P00169/00-7H-DE-2001

Na Tabela 2.4-18 e na Tabela 2.4-19 encontram-se as vazões das bacias hidrográficas calculadas respectivamente pelo Método Racional e pelo Método do Hidrograma Triangular Sintético.

Tabela 2.4-18 Vazão de Projeto (m³/s) das Bacias Hidrográficas do trecho pelo Método Racional.

DIMENSIONAMENTO HIDROLÓGICO - MÉTODO RACIONAL									Trecho: Rio Rufino - Urubici			
BACIA N°	KM	Índices Físicos das Bacias								Vazão de projeto		Observações
		Área A (ha)	Talvegue L (m)	Desnível H (m)	Decliv. I %	K	tc (min)	C	Fator Dist.	TR = 25		
										i (mm/h)	Q (m³/s)	
EIXO PRINCIPAL												
1	45+825	42,68	1.346,00	240,0	14,06	3,5	12,93	0,32	1,00	113,1	4,293	-
2	45+997	4.096,40	12.279,00	HTS - Área > 1000 ha								Rio Rufino
3	46+357	9,52	357,00	34	9,52	3,5	7,39	0,34	1,00	132,2	1,189	-
4	46+498	8,21	549,00	25	3,05	3,5	12,14	0,34	1,00	115,4	0,895	-
5	46+691	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.
6	46+901	25,68	822,00	28	3,41	3,5	17,74	0,38	1,00	101,2	2,743	-
7	47+143	75,61	1.555,00	219,0	8,63	3,5	19,21	0,37	1,00	98,1	7,623	-
8	47+340	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.
9	47+677	17,31	583,00	42,0	7,20	4,0	9,54	0,38	1,00	123,9	2,264	-
10	47+894	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.
11	48+137	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.
12	48+250	37,27	879,00	162,0	18,43	3,0	11,94	0,35	1,00	116,1	4,206	-
13	48+740	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.
14	48+810	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.
15	48+922	642,64	5.088,00	347,0	3,51	3,5	66,29	0,38	0,83	53,3	30,032	-
16	49+316	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.
17	49+370	89,50	2.129,00	147,0	4,47	3,0	32,66	0,32	1,00	77,7	6,179	-
18	49+711	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.
19	50+004	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.
20	50+313	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.
21	50+789	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.
22	51+032	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.
23	51+289	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.
24	51+417	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.
25	51+554	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.
26	51+762	34,13	873,00	48,0	3,63	3,0	22,24	0,33	1,00	92,4	2,891	-
27	52+013	7.126,69	15.131,00	HTS - Área > 1000 ha								Arroio do Tigre
28	52+268	34,21	948,00	33,0	2,20	3,5	23,68	0,36	1,00	90,0	3,078	-
29	52+539	20,13	378,00	23,0	6,08	3,0	13,06	0,34	1,00	112,8	2,144	-
30	53+052	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.
31	53+230	35,52	982,00	31,0	3,16	3,0	24,36	0,33	1,00	88,9	2,894	-
32	53+777	460,88	4.948,00	291,0	4,21	3,0	64,76	0,32	0,86	54,0	19,003	Arroio Progresso
33	54+178	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.
34	54+318	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.
35	54+417	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.
36	54+531	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.
37	54+786	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.
38	54+884	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.
39	55+026	14,27	499,00	44,0	8,82	3,5	9,20	0,34	1,00	125,2	1,687	-
40	55+165	194,69	3.164,00	282,0	6,25	3,0	39,03	0,32	1,00	71,1	12,305	-
41	55+236	24,41	1.106,00	62,0	5,61	3,5	15,19	0,34	1,00	107,1	2,470	-
42	55+410	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.
43	55+539	57,76	1.720,00	125,0	4,30	3,0	27,87	0,32	1,00	83,7	4,297	-
44	56+019	8,26	638,00	11,0	1,72	3,5	15,75	0,34	1,00	105,7	0,825	-
45	56+183	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.

Tabela 2.4-18 (Continuação)

DIMENSIONAMENTO HIDROLÓGICO - MÉTODO RACIONAL								Trecho: Rio Rufino - Urubici					
BACIA N°	KM	Índices Físicos das Bacias								Vazão de projeto		Observações	
		Área A (ha)	Talvegue L (m)	Desnível H (m)	Decliv. I %	K	tc (min)	C	Fator Dist.	TR = 25			
										i (mm/h)	Q (m³/s)		
EIXO PRINCIPAL													
46	56+551	80,07	1.206,00	185,0	10,41	3,0	20,10	0,33	1,00	96,3	7,070	-	
47	56+645	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.	
48	57+061	45,59	937,00	103,0	8,89	3,0	17,19	0,31	1,00	102,4	4,020	-	
49	57+504	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.	
50	58+152	27,05	888,00	215,0	18,79	3,0	10,78	0,33	1,00	119,7	2,968	-	
51	58+467	14,30	548,00	105,0	19,16	3,0	8,02	0,33	1,00	129,6	1,699	-	
52	58+687	14,91	628,00	93,0	14,81	3,0	9,25	0,33	1,00	125,0	1,708	-	
53	59+208	5.869,50	14.347,00	HTS - Área > 1000 ha								Rio Gargantilha	
54	59+555	45,56	2.063,00	213,0	3,27	3,0	30,02	0,33	1,00	80,8	3,376	-	
55	59+681	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.	
56	59+843	16,63	679,00	72,0	10,60	3,5	9,51	0,34	1,00	124,0	1,948	-	
57	60+065	7,56	299,0	61,0	20,40	3,5	4,91	0,34	1,00	138,3	0,987	-	
58	60+463	254,89	2.319,00	283,0	7,30	3,0	37,37	0,32	1,00	72,7	16,469	-	
59	60+543	16,79	1.251,00	78,0	6,24	3,0	15,56	0,33	1,00	106,2	1,635	-	
60	61+035	8,89	471,0	85,0	18,05	3,5	5,92	0,33	1,00	138,3	1,127	-	
61	61+293	13,64	380,00	56,0	14,74	3,5	7,00	0,32	1,00	133,8	1,623	-	
62	61+719	29,61	781,00	151,0	16,41	3,5	9,77	0,32	1,00	123,1	3,241	-	
63	62+177	27,26	567,00	110,0	13,97	3,5	9,53	0,33	1,00	124,0	3,098	-	
64	62+379	17,39	742,00	160,0	16,91	3,0	9,50	0,34	1,00	124,1	2,038	-	
65	63+024	47,96	982,00	126,0	12,83	4,0	11,41	0,37	1,00	117,7	5,801	-	
66	63+287	4.535,57	12.277,00	HTS - Área > 1000 ha								Rio Vacariano	
67	63+429	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.	
68	63+610	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.	
69	63+695	9,23	328,00	62,0	18,90	3,5	5,47	0,34	1,00	138,3	1,205	-	
70	64+044	37,25	881,00	170,0	16,01	3,0	12,63	0,33	1,00	114,0	3,893	-	
71	64+312	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.	
72	64+360	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.	
73	64+606	27,37	609,00	121,0	17,00	3,0	10,44	0,32	1,00	120,8	2,939	-	
74	64+699	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.	
75	64+844	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.	
76	65+046	40,41	948,00	144,0	15,19	3,5	11,50	0,36	1,00	117,4	4,745	-	
77	65+134	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.	
78	65+404	470,89	4.766,00	392,0	3,83	3,5	57,55	0,37	0,86	57,8	23,947	-	
79	65+803	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.	
80	65+944	12,52	533,0	79,0	14,82	3,5	7,28	0,34	1,00	132,6	1,568	-	
81	66+076	418,25	3.980,00	345,0	3,91	4,0	46,52	0,35	0,87	64,9	22,868	-	
82	66+325	72,53	1.227,00	264,0	21,52	3,0	14,65	0,33	1,00	108,5	7,214	-	
83	66+386	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.	
84	66+452	16,22	538,00	108,0	20,07	3,0	8,15	0,34	1,00	129,1	1,978	-	
85	66+676	312,05	2.505,00	327,0	9,97	4,0	26,70	0,33	1,00	85,3	24,410	-	
86	67+047	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.	
87	67+220	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.	
88	67+407	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.	
89	67+572	11,05	426,00	81,0	19,01	3,5	6,07	0,39	1,00	138,0	1,651	-	
90	67+739	18,18	512,00	84,0	14,63	3,5	8,12	0,39	1,00	129,2	2,545	-	

Tabela 2.4-18 (Continuação)

DIMENSIONAMENTO HIDROLÓGICO - MÉTODO RACIONAL										Trecho: Rio Rufino - Urubici			
BACIA N°	KM	Índices Físicos das Bacias								Vazão de projeto		Observações	
		Área A (ha)	Talvegue L (m)	Desnível H (m)	Decliv. I %	K	tc (min)	C	Fator Dist.	TR = 25			
										i (mm/h)	Q (m³/s)		
EIXO PRINCIPAL													
91	67+810	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.	
92	67+948	55,57	1.337,00	150,0	11,22	3,5	15,30	0,39	1,00	106,8	6,432	-	
93	68+063	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.	
94	68+193	44,75	1.360,00	222,0	11,85	3,0	16,42	0,37	1,00	104,1	4,790	-	
95	68+389	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.	
96	68+734	7,91	357,0	29,0	8,12	3,5	7,45	0,34	1,00	131,9	0,986	-	
97	68+771	1.005,00	6.096,00	HTS - Área > 1000 ha								Rio Morro Azul	
98	68+923	23,14	803,00	27,0	3,36	3,5	17,20	0,34	1,00	102,4	2,237	-	
99	69+425	90,41	1.903,00	182,0	4,13	3,0	33,05	0,37	1,00	77,2	7,176	-	
100	69+564	9,98	389,00	12,0	3,08	3,5	11,97	0,34	1,00	116,0	1,093	-	
101	70+061	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.	
102	70+430	69,12	2.287,00	257,0	4,63	3,5	25,92	0,38	1,00	86,5	6,309	-	
103	70+585	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.	
104	70+937	88,63	1.829,00	141,0	3,56	3,5	29,65	0,38	1,00	81,3	7,608	-	
105	71+201	475,99	4.577,00	252,0	3,58	3,0	68,68	0,32	0,86	52,2	18,912	-	
106	71+400	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.	
107	71+708	85,92	1.973,00	114,0	2,97	3,0	37,40	0,34	1,00	72,7	5,895	-	
108	72+117	20,31	423,00	21,0	4,96	3,5	12,45	0,34	1,00	114,5	2,197	-	
109	72+385	77,40	1.651,00	93,0	1,79	3,0	42,85	0,34	1,00	67,8	4,953	-	
110	72+779	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.	
111	72+983	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.	
112	73+321	Amín.	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,850	Amín. ≤ 7,38ha.	
113	73+602	246,28	3.239,00	157,0	4,66	3,0	47,31	0,34	1,00	64,3	14,958	-	
114	73+828	12.729,74	22.836,00	HTS - Área > 1000 ha								Rio Urubici	
115	73+895	8,63	577,00	6,0	1,04	4,0	16,76	0,60	1,00	103,4	1,487	-	
116	73+895	11,72	777,00	5,0	0,64	4,0	23,62	0,85	1,00	90,1	2,492	-	
ACESSO À COMUNIDADE DE RIO DO TIGRE													
1A	0+190	23,67	881,00	119,0	13,51	3,0	11,80	0,33	1,00	116,5	2,527	-	
2A	0+293	22,32	962,00	122,0	12,68	3,0	12,10	0,35	1,00	115,6	2,508	-	
3A	0+697	30,12	1.033,00	126,0	12,20	3,0	13,64	0,36	1,00	111,2	3,348	-	
4A	0+792	23,45	1.019,00	64,0	6,28	3,0	16,46	0,36	1,00	104,1	2,440	-	

Tabela 2.4-19 Vazão de Projeto (m^3/s) das Bacias Hidrográficas do trecho pelo Método Hidrograma Triangular Sintético.

DIMENSIONAMENTO HIDROLÓGICO - HIDROGRAMA TRIANGULAR SINTÉTICO (HTS)											Trecho: Rio Rufino - Urubici							
Bacia	km	Características da Bacia				Hidrograma Triangular Sintético			Cálculo do Deflúvio					Vazão		Observação		
		A (ha)	L (m)	Δh (m)	I (%)	K	Tc (min)	De	Tp	CN	q ₅₀	q ₁₀₀	S	P (mm) TR=50	P (mm) TR=100		Q ₅₀ (m³/s)	Q ₁₀₀ (m³/s)
EIXO PRINCIPAL																		
2	45+997	4.096,40	12.279,00	614,01	1,88	4,00	154,72	3,21	3,15	75	-	42	84,67	-	101	-	114,15	Rio Rufino
27	52+013	7.126,69	15.131,00	650,00	3,20	4,00	154,07	3,20	3,14	74	-	40	89,24	-	101	-	190,27	Arroio do Tigre
53	59+208	5.869,50	14.347,00	630,01	3,52	4,00	138,37	3,04	2,90	74	-	38	89,24	-	97	-	157,92	Rio Gargantilha
66	63+287	4.535,57	12.277,00	413,00	2,46	4,00	143,34	3,09	2,98	74	-	38	89,24	-	99	-	121,76	Rio Vacariano
97	68+771	1.005,00	6.096,00	420,01	5,01	3,00	79,53	2,30	1,95	76	22	-	80,21	71	-	23,83	-	Rio Morro Azul
114	73+828	12.729,74	22.836,00	372,01	0,89	3,50	379,75	5,03	6,31	77	-	75	75,87	-	137	-	316,22	Rio Urubici

Onde:

K – coeficiente K tabela em função das características da bacia;

S – valor adimensional que depende das características da bacia;

CN – valor adimensional que depende das características da bacia;

tc (h) – Tempo de concentração inicial;

C – valor adimensional que depende das características da bacia;

Tp (h) – Tempo de pico;

De (h) – tempo de duração;

p (mm) – precipitação;

q (mm) – escoamento superficial;

Q (m^3/s) – vazão de projeto.

I – declividade da bacia;