

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E
AMBIENTAL**

Jorge Angelo Cansian Battistella

**DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL A ACIDENTES
COM CARGAS LÍQUIDAS PÓLUIDORAS NA RODOVIA SC-114
– TRECHO: CONTORNO DE SÃO JOAQUIM – SC**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de
Santa Catarina para Conclusão do
Curso de Graduação em Engenharia
Sanitária e Ambiental.

Orientador: Prof., Dr. Cesar Augusto
Pompêo

Florianópolis
2012

Jorge Angelo Cansian Battistella


**DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL A ACIDENTES
COM CARGAS LÍQUIDAS POLUIDORAS NA RODOVIA SC-
114 – TRECHO: CONTORNO DE SÃO JOAQUIM – SC**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenheiro Sanitarista e Ambiental e aprovado em sua forma final pela banca examinadora.

Florianópolis, 02 de julho de 2012

Banca Examinadora:


Prof. Dr. Cesar Augusto Pompêo
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina


Profa. Dra. Catia Carvalho
Universidade Federal de Santa Catarina


Prof. MSc. Fabio Krueger
Universidade Federal de Santa Catarina

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E
AMBIENTAL

DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL A ACIDENTES COM
CARGAS LÍQUIDAS POLUIDORAS NA RODOVIA SC-114 –
TRECHO: CONTORNO DE SÃO JOAQUIM – SC

JORGE ANGELO CANSIAN BATTISTELLA

Trabalho submetido à Banca Examinadora como parte dos requisitos
para Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e
Ambiental–TCC II

BANCA EXAMINADORA :

Prof., Dr. Cesar Augusto Pompêo
(Orientador)

Profa., Dra. Catia Carvalho
(Membro da Banca)

Prof. MSc. Fábio Krueger
(Membro da Banca)

FLORIANÓPOLIS, (SC)
Julho/2012

RESUMO

O período que se encontra o Brasil, de intensa expansão econômica, social e tecnológica, requer ações eficazes a fim de fornecer a infraestrutura necessária, dando suporte ao desenvolvimento que o País almeja. Grande parte da logística nacional, tanto no transporte de cargas como de passageiros, está intrinsecamente ligada ao transporte rodoviário. Por este motivo, é de se ressaltar a importância de o País dispor de uma rede rodoviária de qualidade e que seja capaz de suprir as necessidades impostas ao setor. Neste contexto, o presente trabalho visa encontrar soluções de engenharia que venham enriquecer o projeto de implantação e restauração da rodovia SC-114, trecho Painel – São Joaquim com participação de seu autor na qualidade de estagiário junto à empresa responsável. A SC-114 é uma rodovia brasileira do Estado de Santa Catarina que tem grande importância no transporte de cargas e passageiros das mesorregiões Sul Catarinense e Serrana. Por esta estrada escoam as produções regionais como frutas, vinho e gado de corte. A rodovia é também um relevante elo entre o planalto e o litoral. O trecho objeto deste estudo inicia-se no km 307,93 da rodovia SC-114 e termina na cidade de São Joaquim-SC (km 315,50), é uma variante que contornará o centro urbano de São Joaquim com aproximadamente 8,00 km de extensão. Ao final do trabalho buscou-se avaliar o atual projeto de drenagem aplicado à implantação do trecho, propondo um possível sistema de proteção dos mananciais da área de influência do contorno da zona urbana da cidade de São Joaquim, sendo realizado também uma análise econômica das medidas propostas.

PALAVRAS-CHAVE: proteção de mananciais; drenagem pluvial de rodovias; prevenção de acidentes de trânsito.

ÍNDICE GERAL

1	INTRODUÇÃO	16
2	OBJETIVOS	20
2.1	Objetivo Geral	20
2.2	Objetivos Específicos	20
3	JUSTIFICATIVA.....	21
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	22
4.1	A Problemática da Drenagem.....	22
4.2	A Bacia Hidrográfica.....	25
4.3	A Poluição da Bacia Hidrográfica	25
4.4	A Drenagem em Rodovias.....	28
4.5	Acidentes com Cargas Perigosas	29
4.5.1	Dispositivos de Proteção	36
5	METODOLOGIA	49
5.1	Descrição e organização Geral do Trabalho.....	49
6	RESULTADOS.....	51
6.1	Caracterização da Área.....	51
6.1.1	Geomorfologia da Região	54
6.1.2	Vegetação da Região.....	55
6.1.3	Clima e Condições Meteorológicas.....	57
6.1.4	Características Climáticas da Região	64
6.1.5	Fluviometria	65
6.1.6	Estudos Hidrológicos	67
6.1.7	Pluviometria	71
6.2	PROJETO DE DRENAGEM SUPERFICIAL.....	Error!

Bookmark not defined.

6.3	DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL.....	94
6.3.1	Proteção dos Banhados.....	94
6.3.2	Proteção das Nascentes.....	97
6.3.3	Sinalização Específica para o Transporte de Produtos Perigosos	104
6.3.4	Sistemas de Comunicação de Emergência para o Usuário 106	
6.3.5	Desenvolvimento de Programa de Educação Ambiental.	107
6.3.6	Contenção de Sedimentos e Mitigação de Processos Erosivos.....	107
6.3.7	Caixa Coletora para Produtos Perigosos.....	110
6.3.8	Proteção na ponte do Rio Antoninha	113
7	ANÁLISE DE CUSTOS	114
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	115
9	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	117
	APÊNDICES	120
	APÊNDICE A – CARACTERÍSTICAS DOS DIVERSOS TIPOS DE DISPOSITIVOS EMPREGADOS	121
	APÊNDICE B – DADOS DE CHUVA MÉDIA MENSAL E ANUAL DA ESTAÇÃO SÃO JOAQUIM – 2849014.....	158
	APÊNDICE C – DADOS DE PRECIPITAÇÃO ESTAÇÃO SÃO JOAQUIM – 2849014.....	160
	APÊNDICE D – DIMENSIONAMENTO HIDROLÓGICO DO CONTORNO DE SÃO JOAQUIM.....	163
	APÊNDICE E – DELIMITAÇÃO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO CONTORNO DE SÃO JOAQUIM.....	166
	APÊNDICE F – DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO DE NASCENTES	168

APÊNDICE G – DETALHAMENTO DA CAIXA COLETORA DE PRODUTOS PERIGOSOS.....	170
APÊNDICE H – QUANTIDADES ORIGINAIS DO PROJETO	172
APÊNDICE I – NOVA TABELA DE QUANTIDADES PARA O TRECHO.....	174
APÊNDICE J – CARACTERÍSTICAS DOS BUEIROS EMPREGADOS	176
APÊNDICE K – PLANTAS DO PROJETO DE DRENAGEM SUPERFICIAL	178

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo de sinais de advertência relacionados ao transporte de produtos perigosos.....	41
Figura 2 – Sinal complementar de identificação de serviços.	42
Figura 3 – Sinal de advertência por legendas.	42
Figura 4 - Separador de Óleo e Areia.....	47
Figura 5 – Exemplo de banqueta gramada.	48
Figura 6 - Mapa de Situação do trecho em estudo.	53
Figura 7 - Geomorfologia de Santa Catarina.....	54
Figura 8 - Vegetação de Santa Catarina.	57
Figura 9 - Temperatura Média Anual (°C) para o Estado de Santa Catarina.	58
Figura 10 - Temperatura Média Anual (°C).	60
Figura 11 - Umidade Relativa Anual.....	61
Figura 12 - Insolação Anual.	63
Figura 13 - Precipitação Total Anual.	64
Figura 14 - Classificação Climática de Santa Catarina.	65
Figura 15 – Hidrografia de Santa Catarina.....	66
Figura 16 – Regiões Hidrográficas.....	67
Figura 17 – Mapa de Isozonas.....	69
Figura 18 – Sarjeta Triangular de Concreto - STC.....	86
Figura 19 – Meio-Fio de Concreto - MFC.	87
Figura 20 – Valetas de Proteção.	88
Figura 21 – Dissipador de Energia - DES.	90
Figura 22 – Descida d’água em Degraus - DAD.....	91
Figura 23 – Localização do ponto de captação de água de São Joaquim.	94
Figura 24 – Área de banhado próximo à faixa de domínio da rodovia. .	97
Figura 25 – Localização das prováveis nascentes ao longo da rodovia. .	99
Figura 26 – Localização das prováveis nascentes ao longo da rodovia.	100
Figura 27 – Localização das prováveis nascentes ao longo da rodovia.	100

Figura 28 – Localização das prováveis nascentes ao longo da rodovia.	101
Figura 29 – Localização das prováveis nascentes ao longo da rodovia.	101
Figura 30 – Localização das prováveis nascentes ao longo da rodovia.	102
Figura 31 – Localização das prováveis nascentes ao longo da rodovia.	102
Figura 32 – Localização das prováveis nascentes ao longo da rodovia.	103
Figura 33 – Sinalização de advertência que atenta para a proximidade da rodovia com áreas de mananciais.....	105
Figura 34 – Sinal complementar de indicação de serviços.	105
Figura 35 – Placa de advertência composta.	106
Figura 36 e Figura 37 – Exemplos de adoção de barreira de siltagem para contenção de sedimentos finos.	109
Figura 38 - Esquema de valeta de proteção de corte trapezoidal.	125
Figura 39 - Esquema de valeta de proteção de corte retangular.	126
Figura 40 - Esquema de valeta de proteção de corte triangular.	126
Figura 41 - Esquema de valeta de proteção de corte com descida d'água em degraus.	127
Figura 42 - Esquema de sarjeta trapezoidal com capa.	129
Figura 43 - Esquema de sarjeta retangular.	129
Figura 44 – Sarjeta com meio-fio simples.	131
Figura 45 – Meio-fio-sarjeta conjugados.	132
Figura 46 – Sarjeta do canteiro central.....	133
Figura 47 - Descida d'água tipo rápido.	135
Figura 48 - Saída d'água.....	137
Figura 49 – Esquema de um dissipador localizado.	140
Figura 50 – Esquema de um dissipador contínuo.	141
Figura 51 – Esquema de um escalonamento de talude.....	142
Figura 52 – Esquema de um corta-rios.	143
Figura 53 – Esquemas de um drenos em muros arrimo.	145
Figura 54 – Drenos espinhas de peixe.....	148
Figura 55 – Elementos de um dreno sub-horizontal.....	150

Figura 56 – Dreno sub-horizontal com controle na saída.....151
Figura 57 – Diferentes tipos de boca de lobo.155

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Temperaturas médias mensais (°C), para os municípios de Painel e São Joaquim.	59
Tabela 2 - Umidade Relativa Normal (%) - Período de 1961 a 1990. ...	61
Tabela 3 – Relação das Estações Pluviométricas. Error! Bookmark not defined.	
Tabela 4 – Sinopse da precipitação na Estação São Joaquim.	70
Tabela 5 - Distribuição estatística das isozonas em função dos tempos de recorrência.....	74
Tabela 6 - Posto Pluviométrico São Joaquim – Duração x Tempo de Recorrência.	75
Tabela 7 - Relação das durações de chuva com a precipitação estimada para 24h para a estação de São Joaquim.	76
Tabela 8 – Coeficiente K em função das características das bacias.....	80
Tabela 9 – Tempo de Recorrência.	80
Tabela 10 – Dimensões da STC.	86
Tabela 11 – Dimensões das Valetas de Proteção.	88
Tabela 12 - Características das valas coletoras principais.	93
Tabela 13 – Localização das prováveis nascentes.....	98
Tabela 14 – Chuva média mensal na Estação São Joaquim.	159
Tabela 15 – Dados de Precipitação da estação São Joaquim.	161
Tabela 16 - Vazão de Projeto (m ³ /s) das Bacias Hidrográficas do Contorno de São Joaquim pelo Método Racional e Racional Corrigido.	164
Tabela 17 - Vazão de Projeto (m ³ /s) das Bacias Hidrográficas do Trecho de Implantação da SC-114 pelo Método Hidrograma Triangular Sintético.	165
Tabela 18 - Quantidades originais do projeto.	173
Tabela 19 - Nova tabela de quantidades para o trecho.....	175
Tabela 20 – Características dos bueiros empregados.....	177

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um País em pleno desenvolvimento econômico, social e tecnológico. Tamaña expansão requer maneiras eficazes e que tenham plena capacidade de escoar as produções permitindo o deslocamento das pessoas com segurança e agilidade. Uma das alternativas de transporte, seja de carga ou não, é por via terrestre, por meio de estradas de rodagem.

Grande parte da logística nacional, tanto no transporte de cargas como de passageiros, está intrinsecamente ligada ao transporte por estradas de rodagem. Apesar do alto custo e da deficiência das estradas, o transporte rodoviário é o principal meio de transporte no Brasil. Por este motivo, é de se ressaltar a importância de o País dispor de uma rede rodoviária de qualidade e que seja capaz de suprir as necessidades impostas ao setor, já que, segundo a Pesquisa CNT de Rodovias, em 2010, circularam aproximadamente 60% do total de cargas transportadas pelo Brasil e mais de 90% dos passageiros.

Embora pesquisa elaborada pela Confederação Nacional do Transporte (CNT) em 2010, englobando 90.945 km de corredores rodoviários, entre rodovias federais e estaduais (de gestão pública ou concessionada), tenha mostrado uma melhora nas condições gerais das rodovias desde a última pesquisa em 2009, apenas uma pequena parcela da malha rodoviária abordada, 14,7%, pôde ser considerada como em estado geral ótimo. O restante foi enquadrado da seguinte maneira: 26,5% em bom estado, 33,4% em estado regular, 17,4% em estado ruim e 8,0% em péssimo estado.

Quando o mesmo tipo de pesquisa é feita para as condições gerais das rodovias, porém, separando-se os dados por tipo de gestão têm-se um comportamento oposto do anterior. De um total de quase 91.000 km de rodovias pesquisadas apenas 16,0% possuem gestão concessionada, cerca de 14.552 km. Nestas rodovias foram encontradas condições de trafegabilidade muito superiores quando comparadas às rodovias de administração pública. Os números são: 54,7% em estado

geral ótimo, 32,6% em bom estado, 11,3% em estado regular, 1,3% em estado ruim e apenas 19 km, ou seja, 0,1% em péssimo estado.

Isto evidencia a necessidade de políticas públicas que visem o direcionamento de investimentos e a implantação de sistemas de gestão que controlem a qualidade dos projetos elaborados para a readequação das estradas brasileiras.

Desta forma, é imprescindível que rodovias em boas condições façam parte da infraestrutura brasileira. Pois, se traduz em melhores situações operacionais aos transportadores e proveitosas alternativas em termos de desempenho e de custo para que possamos formular sistemas gerenciais que garantam o escoamento das produções regionais, fortalecendo e consolidando a economia nacional.

Neste contexto o presente trabalho de conclusão de curso visa realizar um estudo de caso do projeto de drenagem da restauração da SC-114 e desenvolver um sistema de segurança para proteger o meio ambiente na faixa de domínio do contorno da zona urbana da cidade de São Joaquim, caso ocorra um derramamento de carga poluidora que possa contaminar os mananciais da região.

A totalidade do projeto é de autoria Empresa Engevix S/A. Empresa esta a qual o presente autor realiza estágio em caráter obrigatório e participou das diversas etapas que compreendem o desenvolvimento projeto como um todo, desde a fase de Estudo de Corredores até o Projeto Executivo.

O trecho objeto deste estudo inicia-se na interseção de acesso à cidade de Painel-SC (km 263,50) e termina na cidade de São Joaquim-SC (km 315,50), onde está prevista a implantação de uma variante que contornará o centro urbano de São Joaquim com aproximadamente 8,00 km de extensão, totalizando 60,00 km de trecho restaurado e pavimentado. A rodovia em questão trata-se da antiga SC-438, também conhecida como Rodovia Daniel Bruning.

Em 2010, com o lançamento do Programa BID V, que é uma parceria entre o Estado de Santa Catarina e o Banco Interamericano de Desenvolvimento, A SC-438 foi englobada à já existente SC-114. Nesta edição do Programa estão previstas a pavimentação de cerca de 50 km de rodovias estaduais e aproximadamente 50 km de reabilitação com aumento da capacidade, através da incorporação de faixas adicionais de tráfego.

A SC-114 é uma rodovia brasileira do Estado de Santa Catarina que tem grande importância no transporte de cargas e passageiros das mesorregiões Sul Catarinense e Serrana. Por esta estrada escoam as produções oriundas da região, como frutas, vinhos e gado de corte. A rodovia é também um relevante elo de ligação entre as regiões do planalto e o litoral.

A SC-114 (antiga SC-438) inicia-se em Lages, seguindo por São Joaquim, Bom Jardim da Serra, descendo a Serra do Rio do Rastro, e continuando por Lauro Müller, Orleans, São Ludgero, Braço do Norte e Gravatal, até atingir Tubarão. Sua extensão total é de 215,0 km sendo o mais importante elo rodoviário entre as mesorregiões Sul Catarinense e Serrana.

A área de influência da rodovia SC-114, no segmento em questão, abrange os municípios de Paineira (27°55'44" S e 50°06'18" O), com 2.353 habitantes, e São Joaquim (28° 17' 38" S e 49° 55' 54" O), com 24.812 habitantes (IBGE 2010). Ambos fazem parte da mesorregião Serrana que tem como referência a cidade de Lages, com 156.737 habitantes.

Em decorrência da necessidade de obtenção de informações a respeito do trecho e da área de influência foram congregados dados, estudos e projetos existentes, essenciais para obtenção de uma concepção abrangente do conhecimento do problema local e regional.

Os dados disponíveis estão abaixo relacionados:

- Anuários Estatísticos de Tráfego - DEINFRA: 2008, 2009,

2010;

- Contagens automatizadas de Trafego do DEINFRA;
- Cartas Cartográficas do IBGE na escala de 1:100.000;
- Imagens de satélite software Google Earth;
- Projeto de Engenharia da Rodovia SC-438, trecho: São Joaquim – Rio Lava Tudo, elaborado pela empresa SOTEPA, em 1980;
- Projeto de Engenharia da Rodovia SC-438, trecho: Lages – Paineira – Lava Tudo, elaborado pelo DER/SC, em 1980;

Com este TCC busca-se de apresentar alternativas para mitigar eventuais impactos ambientais causados ao meio ambiente do entorno da rodovia quando da ocorrência de um acidente de trânsito envolvendo cargas líquidas potencialmente poluidoras, sem que estas alternativas influenciem negativamente no projeto de drenagem da rodovia SC-114. Pois, caso o projeto de drenagem não atenda aos parâmetros mínimos da rodovia, todo o restante estará defasado. Uma vez que a rodovia não irá operar com qualidade satisfatória, causando impactos ambientais relevantes e colocando em risco a saúde dos usuários.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver um projeto de drenagem que contemple a concepção de dispositivos de proteção aos mananciais da área de influência da rodovia SC-114 no trecho onde será implantado o contorno da zona urbana da cidade de São Joaquim.

2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são:

- Realizar um projeto de engenharia capaz de minimizar uma possível degradação do meio ambiente na faixa de domínio do contorno da zona urbana de São Joaquim caso ocorra um acidente com cargas líquidas poluidoras;
- Caracterizar através de pesquisa bibliográfica as duas cidades que fazem parte área de influência da rodovia;
- Quantificar e avaliar economicamente o sistema de drenagem a ser implantado.

3 JUSTIFICATIVA

De acordo com a 14ª Pesquisa Rodoviária Nacional, realizada pela CNT em 2010, de 2007 a agosto de 2010, o Governo Federal investiu R\$ 27,71 bilhões em infraestrutura de transportes. Entretanto, as cifras astronômicas ainda não são capazes de mudar a realidade cotidiana incorporada à vida das pessoas que dependem do transporte rodoviário. O problema “Acidentes de Trânsito”, seja relacionado à incompetência dos motoristas ou à falta de estrutura nas estradas brasileiras, está causando perdas sociais, econômicas e ambientais assustadoras ao Brasil. Deste modo, é urgente a tomada de decisões e a implementação de ações que visem uma melhora substancial nas condições das estradas de rodagem.

Disponibilizar a população estradas capazes de suportar a demanda com segurança e agilidade requer projetos de engenharia competentes que englobem todos os fatores relacionados à problemática da concepção de uma rodovia. Uma parte fundamental para o sucesso do projeto como um todo é o correto dimensionamento dos dispositivos de drenagem da pista. Pois, caso o projeto de drenagem não atenda aos parâmetros mínimos da rodovia, todo o restante estará defasado. Uma vez que a rodovia não irá operar com qualidade satisfatória, causando impactos ambientais relevantes e colocando em risco a saúde dos usuários.

A finalidade deste trabalho é aplicar os conhecimentos adquiridos durante a graduação enriquecendo o projeto atual realizado pela Empresa Engevix S/A com participação de seu autor na qualidade de estagiário, agregando valor ao mesmo e mostrando comprometimento com um desenvolvimento social, cultural e econômico sustentados a políticas que privilegiam a prevenção e a observação dos interesses ambientais dentro das decisões econômicas e setoriais.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 A Problemática da Drenagem

A ocupação humana causa diversos impactos no terreno natural ao, cada vez mais, invadir áreas de natureza virgem para sustentar sua necessidade constante de espaço e recursos. Um dos impactos causados é a alteração do ciclo da água da região ocupada desordenadamente.

Quando o solo é ocupado e passa a ter grande parte de sua área revestida por cimento, asfalto, ruas calçadas, edificações e etc., existe uma alteração no comportamento do escoamento da água superficial, que passa a infiltrar menos. Uma vez que as novas superfícies são impermeáveis ou quase impermeáveis.

A ampliação dessas áreas impermeabilizadas favorece o escoamento superficial, a concentração das enxurradas e a ocorrência de ondas de cheia e afeta também o funcionamento do ciclo hidrológico, podendo, em áreas urbanizadas, promover a ocorrência de diversas enchentes (CHRISTOFOLETTI, 1993).

As alterações do ciclo hidrológico devido, principalmente, à alteração da superfície e a canalização do escoamento, causam cada vez mais a supressão dos “caminhos” pelos quais a água costumava escoar antes da intervenção humana, produzindo alterações significativas no transporte das águas de chuva e no curso dos rios. Os reflexos negativos dos impactos causados ficam evidentes quando observamos o aumento da frequência e magnitude das inundações e conseqüentemente a degradação ambiental.

As inundações podem causar uma diversidade de malefícios à população, dentre eles estão: os prejuízos de perdas materiais e humanos, a interrupção da atividade econômica das áreas inundadas, a contaminação por doenças de veiculação hídrica como leptospirose, cólera, a contaminação da água pela inundações de depósito de materiais tóxicos, estações de tratamento, entre outros.

Para que possamos minimizar e prevenir os efeitos que causamos na drenagem natural das águas de chuva, devemos adotar obras de infraestrutura baseada em conceitos de drenagem sustentável, que possam mitigar os possíveis transtornos ocasionados por cheias e inundações.

A respeito das medidas atuais de controle adotadas no Brasil enfatiza Tucci (2003): A política existente de desenvolvimento e controle dos impactos quantitativos na drenagem se baseia no conceito de *escoar a água precipitada o mais rápido possível*. Este princípio foi abandonado nos países desenvolvidos no início da década de 1970. A consequência imediata dos projetos baseados neste conceito é o aumento das inundações a jusante devido à canalização. Na medida em que a precipitação ocorre, e a água não é infiltrada, este aumento de volume, da ordem de seis vezes, escoar pelos condutos. Para transportar todo esse volume, é necessário ampliar a capacidade de condutos e canais ao longo de todo o seu trajeto dentro da cidade até um local onde o seu efeito de ampliação não atinge a população. A irracionalidade dos projetos leva a custos insustentáveis, podendo chegar a ser dez vezes maior do que o custo de amortecer o pico dos hidrogramas e diminuir a vazão máxima para jusante através de uma detenção.

Em nosso País a tendência de controle das cheias urbanas segue o princípio higienista “*Tout à L’égout*”. Ou seja, a intervenção é realizada, na maioria das vezes, através da simples canalização dos trechos críticos. Esta visão particular do controle de cheias de uma bacia apenas transfere o problema para o próximo trecho crítico da bacia.

As medidas de controle de inundações podem ser classificadas em estruturais e em não estruturais. No primeiro caso, estão as medidas de controle através de obras hidráulicas, tais como barragens, diques e canalização, entre outras. No segundo caso, encontram-se medidas do tipo preventivo, tais como zoneamento de áreas de inundação, alerta e seguros.

As ações estruturais têm um grande custo de implantação e atualmente são cada vez mais difíceis de serem executadas pelo fato da intensa ocupação das cidades, sem um planejamento, isto acaba diminuindo os espaços físicos disponíveis para tais obras. Estas obras têm uma eficiência que depende da manutenção oferecida e também da densidade populacional que fará uso destes serviços. São elas: redes de galerias pluviais; reservatórios de armazenamento temporário; sistemas de controle da geração do escoamento; sistemas de infiltração; sistemas de tratamento de água da chuva.

As principais medidas de controle de enchentes não estruturais são: zoneamento de áreas de inundação, sistema de alerta ligado à defesa civil e seguros. O zoneamento é baseado no mapeamento das áreas de inundação dentro da delimitação da cheia de 100 anos ou maior registrada. Dentro dessa faixa, são definidas áreas de acordo com o risco e com a capacidade hidráulica de interferir nas cotas de cheia a montante e a jusante. A regulamentação depende das características de escoamento, topografia e tipo de ocupação dessas faixas. O zoneamento é incorporado pelo Plano Diretor Urbano da cidade e regulamentado por legislação municipal específica ou pelo Código de Obras. Para as áreas já ocupadas, o zoneamento pode estabelecer um programa de transferência da população e/ou convivência com os eventos mais frequentes. O sistema de alerta tem a função de prevenir com antecedência de curto prazo, reduzindo os prejuízos, pela remoção, dentro da antecipação permitida. Além disso, o sistema de alerta é fundamental para os eventos que atingem raramente as cotas maiores, quando as pessoas sentem-se seguras.

Um conceito bem atual da drenagem é aquele no qual preconiza resolver os problemas das inundações urbanas com uma ação local sobre a região urbanizada, utilizando-se de projetos concebidos de maneira a contemplar a situação da bacia hidrográfica em toda sua complexidade e de uma maneira sustentável ecológica, social e economicamente. Sem apenas transferir o problema para outras áreas ou para o futuro.

4.2 A Bacia Hidrográfica

É de grande importância para qualquer projeto de drenagem a delimitação correta da área de influência a qual irá contribuir para as descargas que iremos conduzir com os diferentes tipos de dispositivos que compõe o sistema drenante. Esta área de influência é a Bacia Hidrográfica, que pode ser definida como a área na qual ocorre a captação da água que escoar por toda a superfície e converge, geralmente, para um rio principal e seus afluentes devido às características topográficas e geográficas influenciadas, é claro, pela ação da gravidade.

Os componentes principais de uma bacia hidrográfica são os divisores de água ou “cristas” (partes altas), “talvegues” ou “fundos de vale” (partes baixas), sub-bacias (bacias menores), nascentes, áreas de descarga e recarga.

A bacia hidrográfica é caracterizada com relação a uma seção do rio principal. Considerando esta seção, a área que contribui por gravidade para o rio principal ou seus afluentes que escoam para a seção principal é definida pela bacia hidrográfica da mesma. Esta área é definida pela topografia da superfície, no entanto, a geologia do subsolo pode fazer com que parte do escoamento escoar para fora da área delimitada superficialmente. Esta diferença pode ser significativa para bacias pequenas e para formações geológicas específicas como o Karst. (Tucci e Silveira, 2001).

4.3 A Poluição da Bacia Hidrográfica

Para Von Sperling (2005) “poluição das águas é a adição de substâncias ou de formas de energia que, direta ou indiretamente, alterem a natureza do corpo d’ água de uma maneira tal que prejudique os seus legítimos usos”.

A qualidade das águas pluviais que escoam pela bacia hidrográfica tende a ser extremamente variável. Esta qualidade é relativa a fatores como a intensidade de chuva que atinge os diversos pontos da bacia hidrográfica. Estas variações na intensidade da chuva afetam a taxa de escoamento, taxa de “lavagem” do poluente, e deposição de sedimentos e re-suspensão no canal.

A qualidade do efluente escoado pela drenagem pluvial depende também do tamanho das áreas e inúmeros outros fenômenos que determinam coletivamente as concentrações de poluentes, as formas de poluentes e vazão de águas pluviais observados em uma dada a localização de monitoramento a qualquer momento. Além disso, a natureza imprevisível de fontes poluentes e muitos mecanismos de liberação (por exemplo, derrames, vazamentos, a atividade de construção, escoamento de irrigação, lavagem de veículos), e diferenças no intervalo de tempo entre eventos de tempestade também contribuem para a variabilidade.

Diversos estudos realizados durante o final dos anos 1970 e início de 1980 mostram que o escoamento de águas pluviais de áreas urbanas e industriais são uma fonte potencialmente significativa de poluição (EPA 1983; Driscoll et al. 1990).

Segundo Schueller (1987) “a quantidade de material suspenso na drenagem pluvial apresenta uma carga muito alta considerando a vazão envolvida. Esse volume é mais significativo no início das enchentes. Os primeiros 25 mm de escoamento superficial geralmente transportam grande parte da carga poluente de origem pluvial”.

Na publicação: Urban Drainage Design Manual, Hydraulic Engineering Circular 22, publicado pelo órgão Americano Federal Highway Administration no ano de 2009, os autores ressaltam a importância do uso de alguns modelos computacionais a fim de ajudar na caracterização do efluente gerado pelo escoamento de cargas poluidoras no sistema de drenagem das rodovias, estes softwares são:

- Stormwater Management Model (SWMM);
- Storage, Treatment, Overflow, Runoff-Model (STORM);
- Hydrologic Simulation Program, Fortran (HSPF);
- Virginia Storm Model (VAST).

Para o controle da poluição podemos adotar diversas práticas, uma delas são as chamadas BMP's (Best Management Practice). Como

diz a tradução, estas medidas visam aplicar as melhores práticas de gerenciamento, a fim de mitigar e reduzir ao máximo a os impactos causados ao ciclo hidrológico.

Segundo EPA (2002) BMP`s são: um dispositivo, prática ou método para remover, reduzir, retardar ou impedir constituintes de águas pluviais alvo escoamento, poluentes, e contaminantes de alcançar águas receptoras.

A maior parte dessas medidas prevê também a redução do volume total escoado, o que já é previsto pelo controle de enchentes. Algumas se baseiam em práticas como educação da população e cuidados gerais com a limpeza da cidade, enquanto que outras baseiam-se em estruturas de controle, para que se ganhe na eficiência e minimizem-se os custos, visto que não há uma medida que por si só resolva todo o problema (FCTH, 1999).

A toxicidade do efluente desempenha um papel importante na avaliação do tipo de monitoramento realizado em um local. Bem como, o período de tempo que deve ser usado para analisar a eficiência. Constituintes específicos que são altamente tóxicos podem exigir uma análise de curto prazo. Onde o fator diluição é significativo e / ou um componente é tóxico em uma base crônica de longo prazo de análise, que demonstra a remoção de materiais em uma soma de cargas.

A monitorização do estado da qualidade da água inclui medir um atributo físico, químico, concentração, ou condição biológica e pode ser utilizado para avaliar as condições de base, tendências, ou o impacto do tratamento sobre a água receptora. Monitorização do estado da qualidade da água pode ser o método mais eficaz para avaliar o impacto da medida de gestão implementadas, mas a sensibilidade pode ser baixa (EPA, apud Coffey e Smolen 1990).

Muitos contaminantes podem ter efeitos agudos e crônicos no ambiente aquático. Estes contaminantes devem ser avaliadas em ambos os períodos de tempo. Da mesma forma, as condições hidráulicas mérito dos exames de curto e longo prazo. Vazão de pico são exemplos de

dados a curto prazo, enquanto as variações sazonais do ciclo hidrológico devido a padrões climáticos são exemplos de dados de longo prazo (EPA, 2002).

4.4 A Drenagem em Rodovias

O transporte, como meio de suporte à produção de bens e serviços é essencial para o aproveitamento do potencial produtivo de um país, e está diretamente relacionado ao progresso econômico das nações. Portanto, é de grande importância o investimento de recursos financeiros para o incremento da infraestrutura viária de um país. Todavia, é necessário que os recursos sejam investidos em projetos capazes de suprir as necessidades de operação sem causar grandes impactos ao meio natural. A drenagem de uma rodovia tem papel fundamental para que uma rodovia seja funcional e ofereça segurança aos usuários.

Segundo DNIT (2006) em sua função primordial, a drenagem de uma rodovia deve eliminar a água que, sob qualquer forma, atinge o corpo estradal, captando-a e conduzindo-a para locais em que menos afete a segurança e durabilidade da via.

Para o correto dimensionamento dos dispositivos de drenagem em rodovias deve-se considerar, além do grau de degradação que possa ocorrer devido a longas exposições da estrada aos efeitos da precipitação, fatores relevantes como o tipo de carga predominantemente transportado, a geologia e pedologia da região, o tipo de clima ao qual a rodovia está inserida e etc.

Ressalta DNIT (2006): “é fundamental que o técnico responsável pelo projeto de uma rodovia tenha ampla consciência da importância da drenagem na garantia da estabilidade da via a ser construída e, em consequência, estabeleça de maneira coerente, técnica e economicamente, o correto dimensionamento das obras de drenagem a serem implantadas”.

No estabelecimento das descargas de projeto, embora sejam adotados diversos procedimentos simplificadores, perfeitamente justificáveis para a natureza das obras dimensionadas, deve-se dar tanta

importância às características fisiográficas das bacias que independem das condições climáticas, como das características pedológicas, que indicam o comportamento dos cursos d'água em função dos solos e da cobertura vegetal destas bacias (DNIT, 2005).

Os diversos dispositivos empregados no projeto de drenagem podem ser: bueiros, sarjetas, pontilhões e pontes, dissipadores de energia, bocas de lobo e outros. Estes dispositivos tem a função de controlar o escoamento das águas pluviais.

No caso dos bueiros, pontilhões e pontes, por exemplo, a função é a transposição de talwegues que, por imperativos hidrológicos e do modelado do terreno, devem atravessar a água proveniente da bacia hidrológica sem comprometer a estrutura da estrada. Os dissipadores de energia, como o próprio nome traduz, devem diminuir a velocidade do escoamento para que o mesmo não cause erosão de aterros ou do terreno natural. As sarjetas funcionam como canalizações a céu aberto que conduzem o escoamento até os bueiros através das bocas de lobo e caixas coletoras.

Existe uma infinidade de outros dispositivos que podem ser empregados em projetos de drenagem. No item: APÊNDICE A – CARACTERÍSTICAS DOS DIVERSOS TIPOS DE DISPOSITIVOS EMPREGADOS foi realizada uma pesquisa e foram listados e descritos sucintamente os principais mecanismos indicados no Manual de Drenagem de Rodovias fornecido pelo DNIT (2006).

4.5 Acidentes com Cargas Perigosas

A definição de carga perigosa, segundo DNIT (2005), é a reunião formada por diversos produtos perigosos compatíveis, embalados ou a granel, (o artigo 7º, Parágrafo Único, do Decreto no 96.044/1988, define compatibilidade entre produtos), segregados por conteúdos externos (contêineres) ou compartimentados (compartimentos de carga), termo também comum em transporte terrestre e normalmente usado em transporte marítimo pelas normas internacionais da OMI (IMO / ONU), adotadas pelo Brasil, onde é comum uma mesma embarcação -

navio-tanque, levar sempre mais de um produto perigoso (gasolina, óleo Diesel, etc.).

Ainda citando DNIT (2005) “os acidentes envolvendo produtos perigosos ocorrem cada vez mais em nossas rodovias e afetam, não só os seus usuários, mas também atingem as populações lindeiras, o comércio, a indústria o meio ambiente e, muitas vezes alcançam outras regiões levando a contaminação e a poluição, liberadas através dos ventos e dos rios, a regiões mais distantes com conseqüências catastróficas, requerendo, portanto, medidas de alcance imediato não só corretivas por ocasião dos sinistros, mas também preventivas, visando todas a redução possível de riscos e das conseqüências impactantes”.

Entretanto, produtos perigosos, enquanto devidamente acondicionados e armazenados de maneira adequada, apesar de possuírem um potencial de dano toxicológico, passam a apresentar um perigo real somente quando saem da embalagem apropriada rompida por choque ou quando é realizado algum procedimento inadequado relacionado ao aspecto da segurança.

Com a justificativa de que o transporte de cargas no Brasil ainda é feito essencialmente através de rodovias, aumentando nossa responsabilidade na questão, abaixo apresenta-se o Gráfico 1, que apesar de retratar a realidade do Estado de São Paulo no período de 1978 até 2003, acredita-se que possa ser representativo também para o resto do País.

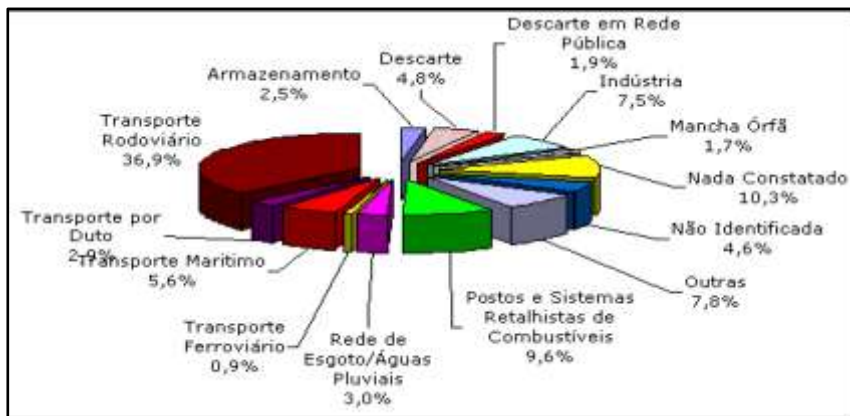


Gráfico 1 – Situação do transporte de produtos perigosos no Estado de São Paulo, entre 1978 e 2003.

Fonte: Adaptado CETESB (2004).

A afirmativa de que o modal rodoviário é realmente o maior responsável pelo transporte de produtos perigosos no Brasil é confirmada quando analisamos o gráfico exposto acima. Onde confirma-se que o transporte por meio rodoviário ainda é detentor da maior parte do deslocamento de produtos perigosos, com larga margem de quantidades: 36,9%. Frente a 5,6% do transporte marítimo, 2,9% através de dutos e 0,9% do modal ferroviário.

Também se verificou nos estudos promovidos pelo levantamento da situação do transporte de produtos perigosos no Brasil, realizado pela CETESB em 2004, que o tráfego é mais intenso nas rodovias federais das regiões brasileiras - Sudeste (São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo), Nordeste (Bahia) e Sul (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul), que incluem o trecho em estudo neste projeto.

Considera-se que mais importante do que dar respostas rápidas aos acidentes ocorridos com cargas poluidoras, é evitar que os mesmos aconteçam. Deste modo serão expostas neste trabalho, além de medidas estruturais, medidas de caráter preventivo, específicas para produtos

perigosos, que possam ser implementadas na fase de projeto ou de melhorias das obras rodoviárias.

Os acidentes envolvendo cargas perigosas, frequentemente, extrapolam o local do sinistro, conseqüentemente atingem rios, mananciais, baías e até o oceano. Ou seja, um acontecimento localizado nos limites da área de influência direta da rodovia pode acabar tomando dimensões maiores e causar impactos ambientais graves e de grande proporção.

No cenário atual da SC-114 é sabido que, cada vez mais, aumenta o tráfego de veículos que utilizam a rodovia e com o acréscimo do trânsito está atrelado o crescimento do número de acidentes ocorridos na rodovia. Englobado neste montante estão os veículos que transportam cargas potencialmente perigosas, já que a região por si só concentra o transporte deste tipo de produto. Pois, a expansão da produção agrícola, a evolução do turismo na região e o crescimento econômico da mesma fomentam o transporte de produtos como combustíveis e agrotóxicos, que em caso de acidente são potenciais poluidores do meio ambiente.

Na mesma pesquisa citada anteriormente, realizada pela CETESB no ano de 2004, foi verificado que a maioria dos acidentes envolvendo cargas perigosas ocorreram fora da zona urbana, em rodovias rurais. Seja pelo aumento da velocidade dos veículos nas rodovias fora dos centros urbanos, seja pelas péssimas condições de segurança apresentadas por essas, ou ainda por falhas na condução dos veículos é importante ressaltar que grande parte do trecho da rodovia SC-114 caracteriza-se justamente como zona rural.

Abaixo segue o Gráfico 2, que nos mostra que num total de 1950 acidentes ocorridos entre os anos de 1983 e 2003, aproximadamente 80%, 1556 ocorreram em zonas rurais.

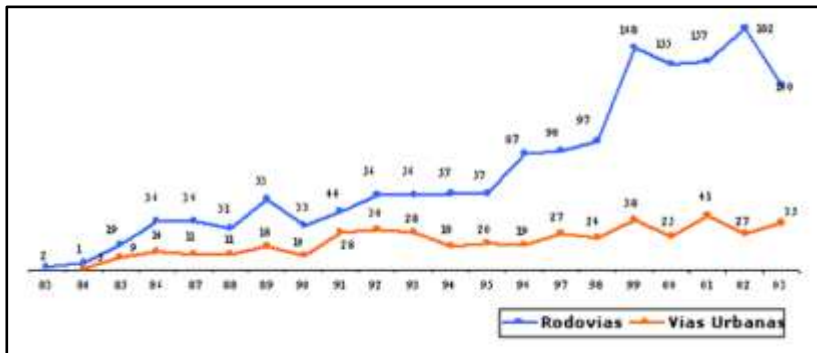


Gráfico 2 – Acidentes com produtos perigosos por tipo de via no Estado de São Paulo, no período de 1983 até o ano de 2003.

Fonte: Adaptado CETESB (2004).

A mesma pesquisa ainda nos traz uma informação importante quanto ao tipo de produto transportado que mais se envolveu em acidentes. O gráfico abaixo demonstra que os produtos perigosos e potencialmente poluidores mais envolvidos em sinistros foram líquidos inflamáveis (combustíveis em geral) com 35,6 % dos casos, seguido por compostos corrosivos e produtos não classificados com, respectivamente, 23,2% e 10,2%.

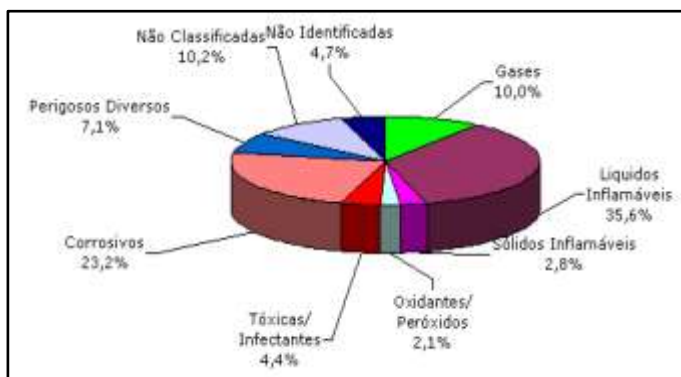


Gráfico 3 – Acidentes por classe dos produtos transportados, no período de 1983 até o ano de 2003.

Fonte: Adaptado CETESB (2004).

Os impactos ambientais causados por acidentes com cargas potencialmente poluidoras estendem-se, por vezes, muito além das áreas lindeiras das estradas, atingindo vários ecossistemas sensíveis e, conseqüentemente, dando grandes dimensões a um problema que poderia ser evitado com a adoção de um plano com medidas, estruturais ou não. Deixando o ecossistema vulnerável e contaminado por longos períodos.

Alguns dos principais impactos ambientais gerados com em consequência de acidentes com produtos perigosos na área de influência de uma rodovia são:

- Degradação da qualidade da água de rios, lençol subterrâneo, lagoas e mar;
- Degradação da qualidade do ar atmosférico;
- Degradação da qualidade dos solos;
- Prejuízos à saúde humana;
- Destruição e depreciação do patrimônio público e privado;
- Prejuízo para as atividades econômicas.

Para a definição dos diversos impactos que uma rodovia está sujeita, quando da ocorrência de um acidente com cargas perigosas, DNIT (2005) indica que é necessário promover a definição adequada de áreas de influência das rodovias, considerando-se para isso todo o meio ambiente físico, biológico e antrópico existente na região e, em seguida, com base em parâmetros preestabelecidos, projetar de forma adequada os principais riscos, avaliando-se o provável alcance das possíveis consequências que ocorrerão em caso de acidentes, tomando-se como base os produtos perigosos mais frequentes transportados ao longo da rodovia ou do trecho estudado.

Quanto aos instrumentos legais que regem ou foram importantes na implementação de medidas relacionadas à normatização do transporte de produtos perigosos podemos citar:

- Decreto - Lei no 2.063/83 que dispôs sobre multas a serem aplicadas por infrações;
- Portaria do Ministério dos Transportes no 204 / 1997, hoje revogada, que apresentou a classificação de produtos perigosos pelos critérios da ONU. Em seguida, foi promulgado o Decreto Federal n.º 96.044, de 18 de maio de 1988, que aprovou o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos – RTPP, até hoje em vigor;
- Portaria do MT no 349 / 2002, que versa sobre Fiscalização do Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos;
- Resolução ANTT no 420/2004, revogando as portarias: 261/89; 204/97; 409/97; 101/98; 409/98; 490/98; 342/2000; 170/2001; 254/2001. Esta Resolução introduziu instruções complementares ao Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos, dando nova estrutura para a plaquetagem e rotulagem dos produtos; A mesma Resolução foi atualizada pela Resolução ANTT no 701 de 25 de agosto de 2004;
- O Decreto Federal no 2.866/1998 estabeleceu o Regime de Sanções e Penalidades para o MERCOSUL; e a Portaria no 22/2001, por sua vez aprovou as Instruções de Fiscalização do Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos para o MECOSUL.

A regulamentação brasileira imposta a esse modal de transporte obriga todos os envolvidos com essas cargas a se adaptarem às condições exigidas, e, até mesmo criar, para sua segurança, mecanismos de controle e sistemas próprios de apoio. Porém, a falta de fiscalização e a impunidade, velhos conhecidos dos brasileiros, ainda deixam lacunas, expondo ainda mais os cidadãos e o meio ambiente a desastres que comprometem a integridade dos mesmos.

Algumas concessionárias operadoras de rodovias, por própria iniciativa, implantaram bases operacionais de atendimentos em geral, incluindo o atendimento emergencial a acidentes com produtos

perigosos. Nesses sistemas, são por vezes, usados equipamentos de última geração de resgate e atendimento emergencial de pronta resposta. Todavia, iniciativas como esta ainda são minoria nas rodovias brasileiras.

Entretanto, o transporte rodoviário de produtos perigosos, quanto à sua segurança, necessita também de itens estruturais como banco de dados de acidentes, medidas como sinalização, barreiras de proteção em rios, avisos em encostas acentuadas e precipícios, ou ainda a criação de postos de emergência. Estes itens são regulamentos por lei e deveriam ser seguidos e contemplados em todos os projetos de restauração ou implementação de rodovias em todo o território brasileiro.

4.5.1 Dispositivos de Proteção

Apesar de ainda serem pouco empregados no Brasil, dispositivos de segurança a fim de proteger o meio ambiente no caso de um acidente envolvendo cargas potencialmente poluidoras, vêm sendo estudados nos últimos anos com a função de fornecer subsídios para a elaboração de projetos capazes de melhorar a segurança das estradas de rodagem tanto para os transeuntes como para o meio ambiente.

Para promover uma visão geral das práticas mais usuais no controle da qualidade da água recolhida pelo sistema de drenagem pluvial em rodovias, foi realizada uma ampla pesquisa bibliográfica sobre o assunto. A seguir serão descritos algumas intervenções que podem ser aplicadas com o intuito de mitigar os impactos causados por um possível derramamento de líquidos perigosos no meio ambiente:

4.5.1.1 Medidas de Proteção de Caráter Preventivo

Abaixo serão descritos algumas medidas estruturais de segurança de caráter preventivo citadas no *Manual para Implementação de Planos de Ação de Emergência para Atendimento a Sinistros Envolvendo o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos* desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Rodoviárias no ano de 2005:

- Barreiras de Proteção ao Longo da Faixa de Domínio

São elementos físicos de alta resistência contra choques de viaturas, que são colocadas na lateral das rodovias com a finalidade de proteção de áreas sensíveis, as mais empregadas no Brasil são compostas por concreto.

As áreas sensíveis podem ser citadas: comunidades situadas muito próximas da rodovia ou em altura inferior em relação ao eixo das pistas; margeando florestas de preservação; corpos d'água de mananciais à jusante da rodovia, e outros ecossistemas que, por sua qualidade ambiental, devam merecer uma proteção efetiva contra possíveis impactos ambientais provocados por derramamentos de produtos perigosos.

Quando da ocorrência de ecossistemas naturais, florestas de preservação, rios de mananciais, lagos, etc., a proteção deverá ser desenvolvida em ambos os lados da rodovia.

➤ Barreiras de Proteção na Transição de Pavimentos de Pontes

A barreira de proteção em ambos os lados de obras de arte, na transição de pavimentos, principalmente de pontes, entre a seção de pavimento flexível da rodovia e o pavimento rígido da ponte, formado pelo concreto da laje das pontes, é um fato que, frequentemente, gera com o tempo, um ressalto, acompanhado de um solavanco, que ao ser transposto, pode ocasionar um acidente.

No caso do caminhão portando carga perigosa, o ressalto pode provocar um desvio de direção e a carga poderá cair no corpo hídrico, que se coincidir com um ecossistema altamente sensível, rio de manancial, por exemplo, poderá redundar num impacto ambiental de grande monta.

A fim de evitar este problema deve ser prevista a instalação de barreiras nas laterais vulneráveis das pistas de acesso junto das pontes e cruzamentos em áreas ecologicamente sensíveis, dando continuidade à segurança. Geralmente as barreiras são colocadas pelos 30 metros

anteriores e posteriores às muretas das laterais já existentes das obras de arte, que normalmente se situam somente sobre a laje do piso.

➤ Postos de Atendimento de Emergência

Postos para atendimento de emergência ou bases de apoio operacional para socorro do usuário em tempo de resposta hábil são construções instaladas no segmento do tráfego da via para guarda de viaturas, pessoal e equipamentos de atendimento emergencial pré-hospitalar móvel, resgate de vítimas de acidentes, e combate a derramamentos de produtos perigosos, que se acrescentam ao sistema de atendimento emergencial, cujas necessidades já são bastante reconhecidas.

Os referidos postos devem estar providos de: viaturas especializadas, equipamentos de resgate, de proteção individual, de combate a acidentes com derramamentos, guinchos mecânicos, equipes médicas e paramédicos, todos para fazer frente a eventos com necessidade de primeiros socorros no local do sinistro, dando pronta resposta.

A localização dos postos é estratégica e devendo estar posicionados sempre na margem das rodovias, preferencialmente próximo aos locais de maior risco de acidentes. A escolha da localização se dá em função de um espaçamento previsto na rodovia, em que o deslocamento medido pelo tempo de atendimento não seja excessivo, dentro dos padrões recomendáveis, em velocidade permitida.

A estrutura do atendimento pré-hospitalar móvel é regulada pelo Ministério da Saúde através da Portaria no 1863 / GM, de 29 de setembro de 2003, que regula a normalização dos serviços de atendimento pré-hospitalar móvel de urgência já existente, bem como dos que venham a ser criados no país.

Ainda seguindo o Manual os postos de atendimento de emergência, além do plantão 24 horas, podem ser dimensionados, no mínimo, com a seguinte estrutura de equipamentos:

- Viatura de inspeção;
- Ambulância de resgate;
- Viatura de resgate mecânico;
- Viatura de atendimento especializada para produtos perigosos;
- Guinchos;
- Caminhão alto bomba;
- Garagem de guarda.

Para o bom funcionamento de um Plano de Ação de Emergência em rodovias, estabelece-se à necessidade da existência de um mínimo de postos de atendimento de emergência.

➤ Estacionamento para Viaturas com Cargas Perigosas

A construção de estacionamentos específicos para viaturas portando cargas perigosas deve ser prevista em locais segregados, isolados tanto quanto possível, aprovados previamente pelo DNIT (UNIT) e outras autoridades competentes, seguindo a Norma ABNT – NBR - nº 14095/98.

Deverão ser sempre designadas áreas especiais em vias rurais para o estacionamento desses veículos, principalmente se forem consideradas para uma permanência maior (pernoite, estadia de espera mecânica, ou outra qualquer razão); devendo ser áreas visando especialmente o pernoite, com infraestrutura para dormitório, refeições e necessidades fisiológicas básicas dos condutores e ajudantes dos veículos, bem como o uso da área para pequenos reparos eletromecânicos e de emergência.

Os estacionamentos dessa natureza deverão ser construídos em áreas com no mínimo 1.000 m² de acordo com a Norma ABNT. Em princípio deve-se procurar dividi-la (pátio de estacionamento) em segmentos aproximadamente equivalentes, espaçados adequadamente das facilidades de infraestrutura. Além disso, precisam estar afastados de

áreas urbanas, povoados, escolas, hospitais áreas de mananciais e de proteção ambiental, de acordo com a Norma ABNT- NBR – 14095 /1998.

A área deverá ser cercada e possuir drenagem estanque com vedação periférica adequada. A capacidade de armazenagem do tanque estanque deve ser no mínimo igual ao volume do pior caso de vazamento (maior capacidade volumétrica de caminhão – tanque). A drenagem pluvial (em casos de chuva) deve ser encaminhada através de operação de comando a distância com *bypass* no tanque de armazenagem estanque, escoando para a drenagem natural do terreno (rio, etc.). A retirada do produto vazado dentro do tanque de armazenagem deverá ser efetuada por bombeamento sob a responsabilidade do expedidor / fabricante / transportador / recebedor. Além disso, a drenagem deve possuir caixas separadoras de areia e de óleo (SAO) padrão ABNT, na rede de drenagem, a montante do tanque.

➤ Escritórios de Fiscalização de Produtos Perigosos

Os escritórios de fiscalização (ou postos) de cargas em viaturas contendo produtos perigosos são locais designados para parada obrigatória dos veículos, com intuito de exercer fiscalização sobre os mesmos, cargas, equipamentos e condutores, com a finalidade de conformidade com a legislação sobre a regulamentação do transporte rodoviário de produtos perigosos vigente no país e MERCOSUL, bem como atendimento às portarias do Ministério dos Transportes e resoluções da ANTT.

A fiscalização do transporte de cargas contendo produtos perigosos é da competência, em rodovias federais, do Ministério da Justiça, e hoje são desenvolvidas pela Polícia Rodoviária Federal - PRF, e eventualmente com parcerias com organismos militares estaduais (PRE) e de Controle ambiental OEMA estaduais e municipais interessadas.

➤ Sinalização Específica para Produtos Perigosos

Deve ser sempre prevista a colocação de sinalização específica para produtos perigosos na rodovia nos seus trechos críticos, de acordo com o Plano Geral de Sinalização do DNIT através de placas informativas, restritivas ou orientadoras; sonorizadores; olhos de gato e outros sinalizadores reflexivos, nos locais críticos onde há maior probabilidade de acidentes, e nos locais onde há problemas ambientais frequentes (ventos, neblina, chuva frequente, etc.).

As placas de sinalização específicas para esse caso poderão seguir os padrões e normas contidas no *Manual de Sinalização Rodoviária* (DNIT, 2010), tanto no que se refere ao tipo construtivo e seus desenhos, frases e cores, como quanto à localização ao longo do trecho, nos pontos citados pelo Manual, como travessias urbanas, áreas de preservação e mananciais, locais de estacionamento e locais de restrições de parada, circulação e velocidade, ou somente para educação dos condutores. Ver exemplos abaixo:



Figura 1 – Exemplo de sinais de advertência relacionados ao transporte de produtos perigosos.

Fonte: Adaptado DNIT (2010).



Figura 2 – Sinal complementar de identificação de serviços.

Fonte: Adaptado DNIT (2010).



Figura 3 – Sinal de advertência por legendas.

Fonte: Adaptado DNIT (2010).

➤ Sistemas de Comunicação de Emergência para o Usuário

Este sistema de emergência para atendimento do usuário em situações emergência na via são essenciais para diminuir o tempo de resposta do atendimento em casos de acidentes.

Os sistemas de comunicação de emergência para a rodovia deverão estar sempre ativados e sofrer manutenção contínua. Diversos dispositivos são disponíveis, tais como:

- Caixas de chamada de emergência;
 - Sistemas de fiscalização contínua por viaturas e/ou motos;
 - Telefones de acesso gratuito do tipo 0800-XXXX.
- Desenvolvimento de Programa de Educação Ambiental

É aconselhado o desenvolvimento periódico de programas de educação ambiental voltados para segurança do trânsito na rodovia, com ênfase em de produtos perigosos, direcionando-se para um público alvo de:

- Caminhoneiros;
- População lindeira;
- Usuários da rodovia, etc.

A campanha educativa poderá envolver a distribuição de um folheto específico para motoristas de cargas perigosas contendo informações relacionadas assuntos como: importância e periculosidade de produtos perigosos, seus impactos e consequências, normas e legislação do tráfego de produtos perigosos, segurança no trânsito de pedestres, de tráfego de bicicletas e animais nas pistas laterais, passarelas, travessias e cruzamentos perigosos, conhecimentos da legislação e procedimentos em caso de emergência com produtos perigosos (Planos de Emergência, Auxílio Mútuo e de Contingência). A entrega deve ser gratuita nos estacionamentos, postos da PRF, pedágios, etc.

4.5.1.2 Medidas de Segurança de Caráter Corretivo

As medidas de segurança com caráter corretivo estão relacionadas com a criação de sistemas ou planos com o intuito de corrigir os danos causados pelo acidente com cargas líquidas poluidoras o mais rápido possível.

➤ Planos de Ação

Os planos de ação devem ser implementados através de ações de entidades operacionais localizadas na área de influência da via, com respostas programadas em tempos adequados. Para que isso ocorra de maneira satisfatória deve ser especificada toda a logística necessária de atendimento, serviços, equipamentos, orientação às ações de isolamento, sistema de resgate de vítimas, operações de neutralização da agressividade do produto, disposição e transbordo de produtos, operação

de rescaldo e recuperação ambiental com ações efetuadas para eliminar ou minimizar as consequências acidente com produto poluidor. .

Segundo DNIT (2005) a principal medida de segurança de caráter corretivo a ser implementada é a confecção de um **Plano de Ação de Emergência**. Esta deve ser complementada de um sistema de **Banco de Dados** com informações históricas dos acidentes ocorridos na referida rodovia com dados que forneçam informações sobre o local de maior incidência de acidentes, o tipo de carga mais envolvida em sinistros, o destino da carga e etc.

O Plano de Ação que contém um adequado sistema de informações é capaz de fornecer respostas rápidas aos incidentes ocorridos, este é um ponto crucial no atendimento aos desastres. Pois, quanto mais rápida e acertada for a tomada de decisão, melhor será o resultado das ações sequenciais que visam mitigar os impactos causados pelo vazamento de produtos perigosos.

Denomina-se tempo de resposta do sistema o intervalo de tempo entre o recebimento da informação do evento acidental, no Centro de Controle de Operações - CCO e a chegada da equipe de atendimento (resgate) no local (DNIT 2005).

O tempo de resposta é formado pela soma de dois intervalos de tempo: tempo de avaliação e despacho – que é o intervalo de tempo entre o instante que a comunicação do acidente é recebida no CCO e o momento em que é recebida na base de atendimento; O outro componente do tempo de resposta é o tempo de deslocamento da equipe de resgate para o local do acidente.

Quanto mais postos de atendimento locados estrategicamente ao longo da rodovia, maior é a chance do acidente ocorrer nas proximidades do posto, condicionando assim menores tempos médios de deslocamento das viaturas até o local do acidente. Porém, o número de postos de atendimento não influencia no tempo médio de avaliação e despacho.

Como consta no *Manual para Implementação de Planos de Ação de Emergência para Atendimento a Sinistros Envolvendo o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos*, DNIT (2005), o tempo médio de atendimento emergencial a produtos perigosos não deve exceder 30 minutos.

➤ Lagoas de Detenção

Lagoas de detenção são reservatórios que, além de atenuar os picos de cheia das chuvas, permitem a remoção de poluentes sedimentáveis. Estas depressões armazenam temporariamente parte do volume escoado para as mesmas, geralmente esse volume é armazenado por até 48 horas após a precipitação.

➤ Lagoas de Retenção

Nestes reservatórios a água fica retida (na forma de espelhos d'água) e tem dois objetivos principais: controlar o volume de cheia e tratar o efluente escoado removendo uma parcela dos poluentes.

Este sistema é considerado como sendo a melhor prática de gestão quando se tem em conta os aspectos do custo, desempenho e manutenção (Debo e Reese, 1995).

➤ Trincheiras de Infiltração

Se constituem em um reservatório subterrâneo, armazenando parte das águas de chuva e permitindo que se infiltrem para o solo. Seu uso é factível apenas quando o solo for permeável, e o nível médio do lençol freático ficar abaixo do fundo da valeta (IMAP 2010).

➤ Lagoas de Infiltração

As lagoas de infiltração são dispositivos onde o escoamento permanece armazenado temporariamente antes de se infiltrar gradualmente no solo. Podem ser incorporadas na paisagem como espaços abertos ou áreas recreativas. Segundo Santos (2000), são muito efetivas na remoção de poluentes, sendo as mais adequadas para os climas com uma estação seca prolongada.

➤ Filtros de Areia

Os filtros de areia promovem um tratamento para o escoamento, que é filtrado ao passar por um leito arenoso antes de retornar ao sistema de condução das águas pluviais. São comumente utilizados em trechos urbanos e particularmente empregados na proteção de aquíferos e mananciais subterrâneos onde a infiltração no solo não é admitida.

Uma das principais vantagens dos filtros de areia é a sua adaptabilidade. Eles podem ser usados em áreas com solos finos, taxas de evaporação elevada, baixas taxas de infiltração do solo e espaço limitado. Filtros de areia também têm altas taxas de remoção de sedimentos e traços de metais, e tem um baixo índice de falhas. Desvantagens associadas com filtros de areia incluem a necessidade de manutenção freqüente para garantir o funcionamento adequado, superfícies sem atrativos, e problemas de odor (FHWA, 2009).

➤ Separadores de Óleo e Areia - “Water Quality Inlets”

São caixas de passagem, geralmente pré-moldadas, que removem sedimentos, óleos, graxas e grandes particulados antes que estes atinjam os sistemas de drenagem comum ou áreas onde o escoamento possa infiltrar. Geralmente servem locais onde há o conhecimento de grande geração dos resíduos, como: postos de gasolina, estacionamentos, oficinas de reparos de automóveis e áreas de carga e descarga.

Podem ser usados como um sistema de pré-tratamento do efluente que visa à retirada de areia e hidrocarbonetos.

Um separador de óleo e areia é composto por três câmaras, como mostrado na Figura 4, uma câmara de aprisionamento de sedimento, uma câmara de separação de óleo, e uma câmara final acoplada à saída d'água. A câmara de armazenamento de sedimentos possui um volume permanente de água e se estabelece com areia e sedimentos, também aprisionando detritos flutuantes. Um orifício protegido por uma tela, conecta esta câmara à câmara de separação de óleo. Esta, também mantém um volume permanente de água. Um

cotovelo invertido liga a câmara de separação para a terceira câmara, que é o último estágio de passagem do efluente.

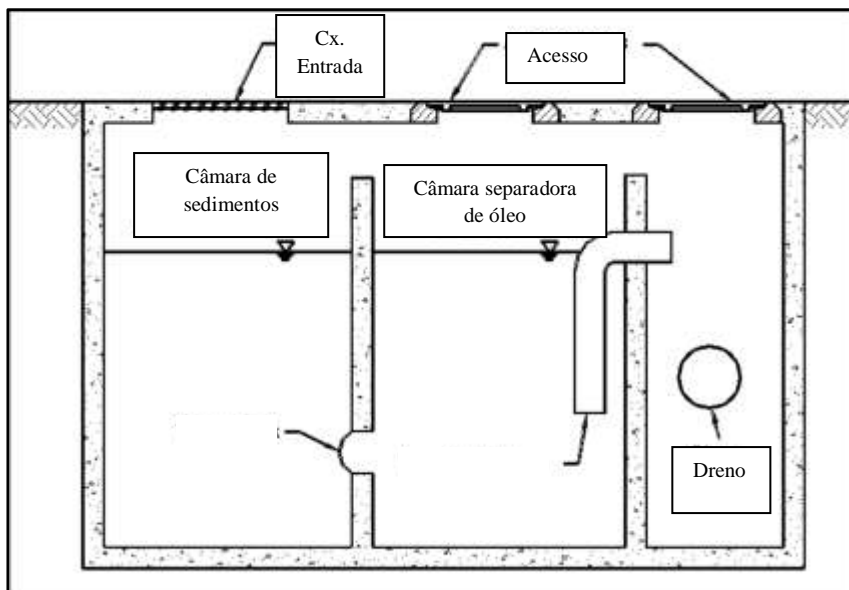


Figura 4 - Separador de Óleo e Areia.

Fonte: FHWA (2009).

➤ Banqueta Gramada ou “Grassed Swales”

São tipicamente aplicados na América do Norte e Austrália, geralmente em rodovias de porte mediano e travessias urbanas, como uma alternativa ao meio-fio e as sarjetas. Podemos descrever como um canal raso e linear, de formato trapezoidal ou parabólico, recoberto de vegetação (gramíneas) tolerantes a inundações constantes e resistentes à erosão.

Segundo FHWA (2009), Alguns estudos de campo indicam que este dispositivo pode filtrar partículas de poluentes sob certas condições de determinado local. No entanto, estas valas geralmente não são capazes de remover poluentes solúveis, tais como nutrientes. Em alguns casos, traços de metais lixiviados de bueiros e nutrientes lixiviado de

fertilização do gramado pode realmente aumentar a concentração de poluentes solúveis. Estes dispositivos são geralmente mais baratos do que o meio-fio e sarjeta.

Abaixo, na Figura 5, é possível visualizar um exemplo do dispositivo supracitado:



Figura 5 – Exemplo de banquetta gramada.

Fonte: Streams.org (2011).

➤ Wetlands

Os Wetlands ou Pântanos são sistemas ecológicos definidos como áreas inundáveis e saturadas, com capacidade de assimilar grandes quantidades de materiais suspensos e dissolvidos (Debo e Reese, 1995 e EPA, 1997). Os pântanos convertem alguns poluentes, como fósforo e metais pesados, em biomassa (EPA, 1997).

5 METODOLOGIA

5.1 Descrição e organização Geral do Trabalho

A metodologia empregada para a elaboração do trabalho foi baseada nos levantamentos realizados pela Empresa ENGEVIX S/A das características locais e regionais relevantes ao projeto de drenagem da rodovia. Desta maneira serão apresentados os aspectos principais que deram subsídios para a concepção do projeto de drenagem, bem como, os procedimentos de cálculos em sistemas de drenagem. Para que seja possível realizar um estudo de caso do projeto elaborado, apresentando os critérios de dimensionamento e também as informações que possibilitem a escolha de um sistema de proteção de mananciais em situações de acidentes com cargas poluidoras, foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre a região.

Em decorrência da necessidade de obtenção de informações a respeito do trecho e da área de influência foram congregados dados, estudos e projetos existentes, essenciais para obtenção de uma concepção abrangente do conhecimento do problema local e regional.

Os dados disponíveis estão abaixo relacionados:

- Anuários Estatísticos de Tráfego - DEINFRA: 2008, 2009, 2010;
- Contagens automatizadas de Trafego do DEINFRA;
- Cartografia do IBGE na escala de 1:100.000;
- Mapa Geológico de Santa Catarina do convênio DNPM/ Governo do Estado de Santa Catarina na escala 1:500.000 de 1986
- Mapa de Solos do Estado de Santa Catarina, da Embrapa Solos na escala 1:250.000.
- Imagens de satélite do software Google Earth;
- Dados climatológicos do Instituto Nacional de Metereologia – INMET;

- Dados pluviométricos das estações próximas ao trecho;
- Projeto de Engenharia da Rodovia SC-438, trecho: São Joaquim – Rio Lava Tudo, elaborado pela empresa SOTEPA, em 1980;
- Projeto de Engenharia da Rodovia SC-438, trecho: Lages – Paineis – Lava Tudo, elaborado pelo DER/SC, em 1980;

Os estudos hidrológicos estão baseados em coleta de dados como clima, pluviometria, fluviometria e geomorfologia, com o objetivo de caracterizar a região onde está inserido o projeto, a fim de determinar as vazões das principais bacias hidrográficas que interferem no trecho do contorno de São Joaquim. Esses serão desenvolvidos em conformidade com a Instrução de Serviço DER IS – 08/98 das Instruções de Serviço para Estudo Hidrológico.

O Projeto de Drenagem tem o objetivo de verificar a capacidade hidráulica e funcional de cada dispositivo de obra de arte corrente, a fim de permitir a transposição do corpo estradal das águas que possam atingir o mesmo.

Na situação apresentada o projeto foi integrado pelas seguintes análises:

- Verificação hidráulica da seção das pontes;
- Verificação hidráulica da seção dos bueiros;
- Verificação e qualificação das obras em campo;
- Redimensionamento e quantificação das obras deficientes;
- Complemento do projeto de sarjetas, valas e descidas.

Os dispositivos de proteção foram elaborados seguindo as orientações da bibliografia consultada, apresentando propostas e medidas, preventivas e mitigadoras, dos impactos ambientais indesejados que pudessem ser efetivamente somadas ao projeto original sem impactar fortemente no custo do projeto e com soluções facilmente executáveis em campo.

6 RESULTADOS

6.1 Caracterização da Área

O trecho em estudo SC-114 / Painel – São Joaquim situa-se na microrregião de Campos de Lages, que será diretamente afetada pela reabilitação do trecho. Esta microrregião é pertencente à mesorregião Serrana de Santa Catarina.

A microrregião de Campos de Lages, que tem como polo o município de Lages, se destaca através da pecuária, agricultura, indústria madeireira, indústria metal-mecânica e turismo rural, sendo a maior em território do Estado. Diretamente afetada pela reabilitação deste trecho, esta microrregião é composta de 18 municípios. Destes 18 municípios, dois deles se destacam por se situarem nas extremidades do trecho em estudo, e serão substancialmente influenciados pela reabilitação da rodovia. Estes municípios são Painel e São Joaquim.

Localizado em uma das extremidades do trecho, o município de Painel teve sua emancipação em 7 de agosto de 1994 e tem uma economia baseada na fruticultura, turismo rural, piscicultura, apicultura e pecuária. Sendo grande parte da sua população ligada ao meio rural, o município não possui grandes fábricas ou indústrias. Deste modo, os residentes precisam, constantemente, deslocar-se a Lages, que é o polo comercial da região.

Na outra extremidade do trecho, e situada a 1.353 metros de altitude, São Joaquim é uma das cidades mais altas do país e tem a economia basicamente concentrada na agropecuária. Tendo a produção de frutas de clima temperado como principal fonte de renda, o município conta com baixa densidade de indústrias, comércio em desenvolvimento e atividade rural forte. A produção de maçã tem elevado potencial e novas culturas estão sendo adequadas e implantadas no município. Destaca-se a vitivinicultura, concentrada na produção de vinhos finos, que traz para o povo são-joaquinoense um novo patamar de desenvolvimento. O turismo também é importante para a cidade, por

conta do clima frio e da possibilidade de precipitações de neve, algo inexistente em grande parte do Brasil.

A seguir, na Figura 6, é exposto um mapa de situação da rodovia:

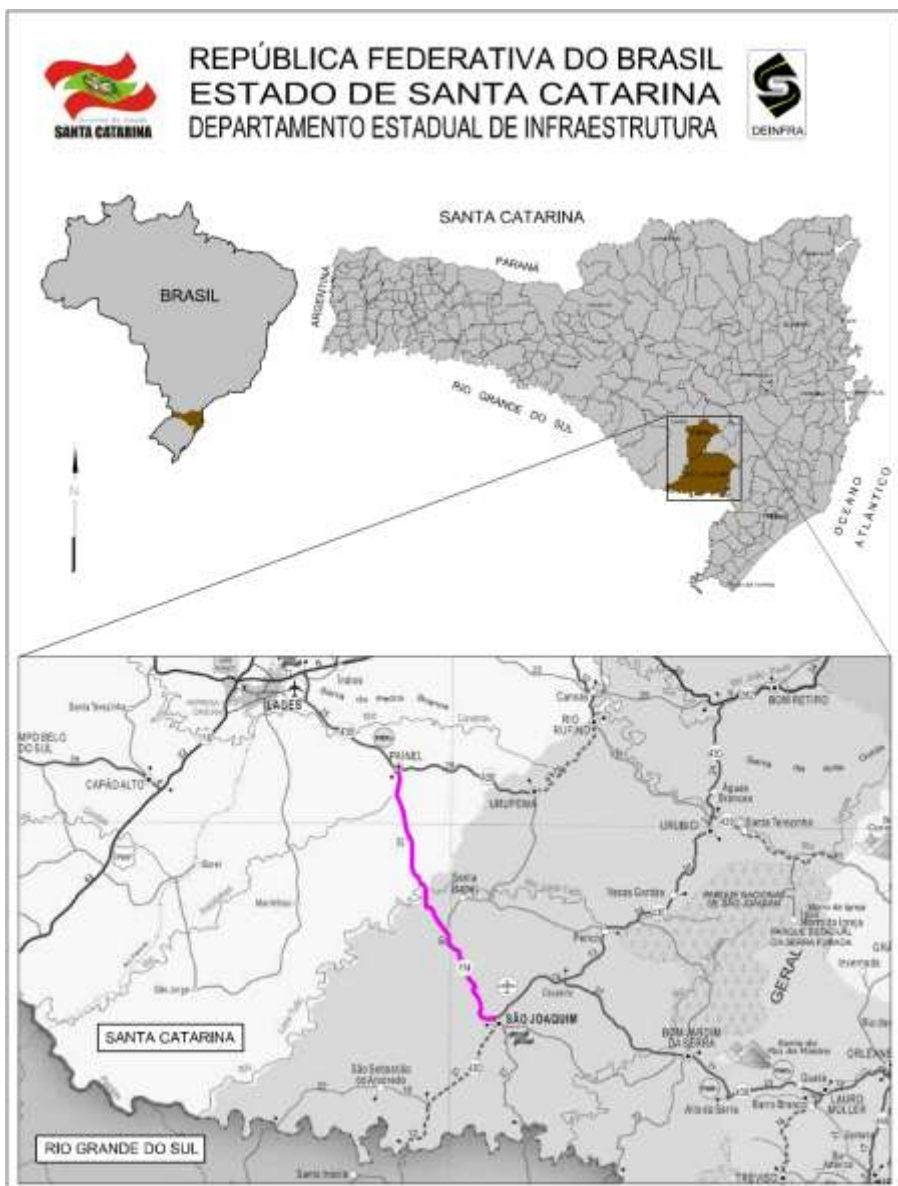


Figura 6 - Mapa de Situação do trecho em estudo.

Fonte: Adaptado ENGEVIX S/A (2011).

6.1.1 Geomorfologia da Região

Com 77% de seu território acima de 300 metros de altitude e 52% acima de 600 metros, Santa Catarina figura entre os estados brasileiros de mais forte relevo. No total são treze unidades que compõem o seu quadro morfológico: Planície Costeira, Planície Fluvial, Planalto Dissecado Rio Iguaçú/Rio Uruguai, Planalto dos Campos Gerais, Serra Geral, Patamares da Serra Geral, Depressão da Zona Carbonífera Catarinense, Patamares do Alto Rio Itajaí, Planalto de Lages, Patamar de Mafra, Planalto de São Bento do Sul, Serra do Mar e Serra do Leste Catarinense.

Por meio da Figura 7 pode-se observar que o trecho da SC-114 em estudo atravessa a predominância de três compartimentos de relevo, sendo estes correspondentes ao Planalto de Lages, ao Planalto dos Campos Gerais e ao Planalto Dissecado Rio Iguaçú/Rio Uruguai.

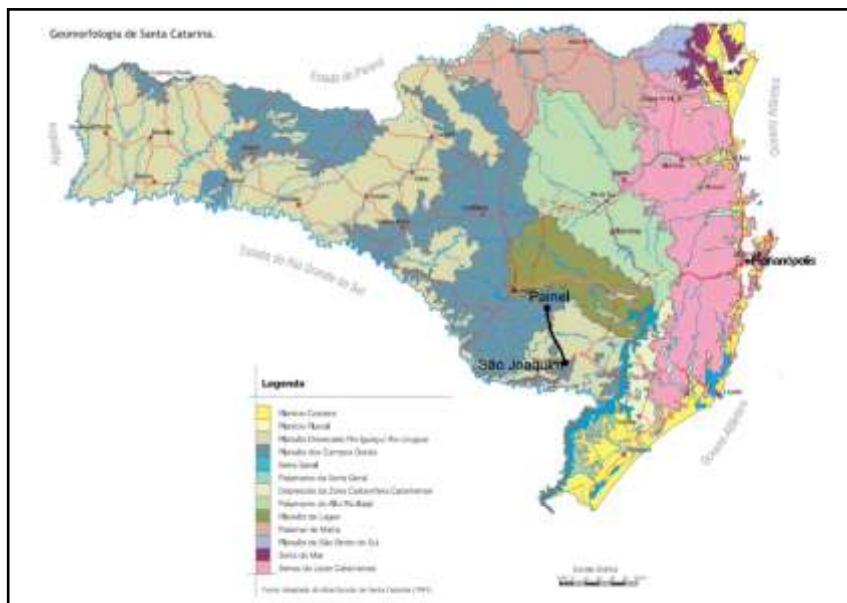


Figura 7 - Geomorfologia de Santa Catarina.

Fonte: Adaptado do Atlas Escolar de Santa Catarina (1991).

A seguir apresenta-se uma pequena explanação dos principais compartimentos de relevo de interesse para a execução do estudo hidrológico em questão:

- Planalto de Lages: Esse compartimento é modelado principalmente em rochas sedimentares, embora em alguns casos também aflorem rochas vulcânicas (basalto). Seu relevo apresenta forma de colinas com topos mais ou menos alongados e encostas suaves, mas em alguns lugares aparecem elevações maiores.
- Planalto dos Campos Gerais: Apresenta-se distribuída em blocos isolados pela unidade geomorfológica Planalto Dissecado Rio Iguaçu/Rio Uruguai, estando topograficamente acima desta unidade circundante. Corresponde a restos de uma superfície de aplainamento e à fragmentação em blocos ou compartimentos, e é consequência de processos de dissecção desenvolvidos ao longo dos principais rios como o Canoas, o Pelotas e o Uruguai.
- Planalto Dissecado Rio Iguaçu/Rio Uruguai: Esta unidade geomorfológica apresenta-se disseminada em áreas descontínuas e caracterizada por um relevo muito dissecado, com vales profundos e encostas em patamares. Possui cotas altimétricas que ultrapassam os 1.000m na borda leste e decaem até cerca de 300m na parte oeste e nordeste, em direção ao eixo central da bacia sedimentar do rio Paraná. Os principais solos identificados na área desta unidade pertencem às classes Terra Bruna/Roxa Estruturada, Cambissolo, Terra Roxa Estruturada e Solos Litólicos.

6.1.2 Vegetação da Região

A vegetação varia de acordo com o relevo, com o clima e com o tipo de solo nele existente, sendo que no Estado de Santa Catarina pode se encontrar seis formações vegetais distintas: Estepe (Campos de Planalto), Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica), Floresta Ombrófila Mista (Mata de Araucária), Floresta Estacional Decidual (Mata Caducifólia), Formações Pioneiras (herbácea, fluvial, restinga e

mangue) e Tensão Ecológica (contato). (Levantamento e Reconhecimento dos Solos do Estado de Santa Catarina, ISSN 1415 – 3750, dezembro de 1998).

Uma análise detalhada da Figura 8 mostra que o trecho em estudo da SC-114 compreende as seguintes associações vegetais:

- Estepe (Campos de Planalto): Desenvolveu-se principalmente nos arredores do município de Lages, uma cobertura vegetal dominada por espécies de gramíneas, os campos naturais do planalto. No interior dos campos também podem ser encontrados matas galerias, geralmente ao longo dos vales dos rios, e capões de mata, ao redor das nascentes.
- Mata araucária: Essa cobertura vegetal se desenvolve em regiões nas quais predomina o clima subtropical, que apresenta invernos rigorosos e verões quentes, com índices pluviométricos relativamente elevados e bem distribuídos durante o ano. A araucária é um vegetal da família das coníferas que podem variar entre 25 e 50 metros e troncos com 2 metros de espessura. Os fatores determinantes para o desenvolvimento dessa planta é o clima e o relevo, uma vez que ocorre principalmente em áreas de relevo mais elevado.

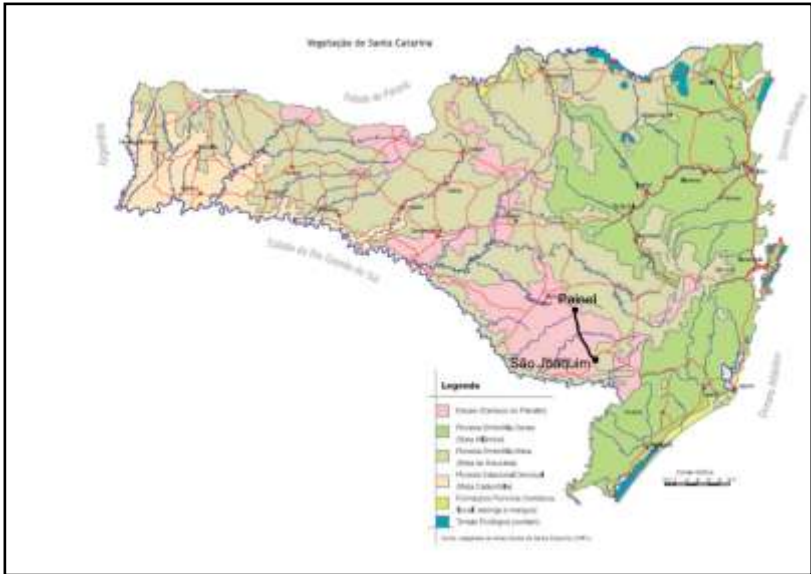


Figura 8 - Vegetação de Santa Catarina.

Fonte: Adaptado do Atlas Escolar de Santa Catarina (1991).

6.1.3 Clima e Condições Meteorológicas

a) Circulação atmosférica regional

O clima em Santa Catarina é determinado pelo mecanismo geral da circulação atmosférica no Sul do Brasil e do comportamento das massas de ar produzindo os vários tipos de tempo.

Os sistemas atmosféricos que atuam no Sul do Brasil são controlados pela ação das massas de ar intertropicais (quentes) e polares (frias), sendo estas últimas responsáveis pelo caráter mesotérmico do clima, temperaturas amenas e chuvas bem distribuídas ao longo do ano. Apesar de seu efeito acentuado as massas polares atuam em ondas esparsas, pois são parcialmente dominadas pelas massas intertropicais - Tropical Atlântica, de ação mais persistente e Equatorial Continental, de ação complementar.

Algumas das principais características climáticas do Estado de Santa Catarina, como por exemplo, a instabilidade do tempo e a elevada pluviosidade no decorrer do ano, são decorrentes das oscilações da Frente Polar no Sul do Brasil, que atinge o Estado de Santa Catarina o ano todo.

b) Temperatura

Pela análise da Figura 9, percebe-se que a temperatura média anual ao longo do Estado de Santa Catarina encontra-se entre uma zona de 12°C a 22°C. Cabe ressaltar ainda que a área de estudo, trecho da SC-114, encontra-se numa região onde apresenta uma temperatura média anual em torno de 16°C.

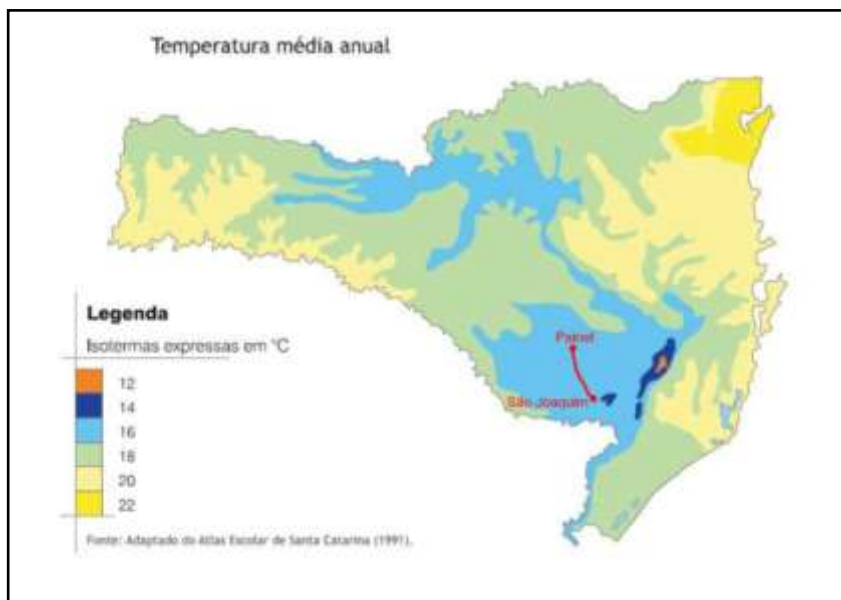


Figura 9 - Temperatura Média Anual (°C) para o Estado de Santa Catarina.

Fonte: Adaptado do Atlas Escolar de Santa Catarina (1991).

A Tabela 1 mostra os valores de temperaturas médias estimadas para o Município de São Joaquim a partir da Temperatura das Isotermas dos mapas normais climatológicos.

Tabela 1- Temperaturas médias mensais (°C), para os municípios de Paineira e São Joaquim.

MÊS	TEMPERATURA (°C)
Janeiro	21,5
Fevereiro	25,3
Março	19,8
Abril	16,8
Mai	13,5
Junho	11,3
Julho	10,0
Agosto	11,5
Setembro	14,8
Outubro	15,0
Novembro	17,5
Dezembro	18,3

Fonte: Atlas Climatológico (1961-1990) - Instituto Nacional de Meteorologia-INMET.

Nota-se que as estações do ano apresentam-se bastante diferenciadas e o período de frio dura aproximadamente quatro meses. Durante os meses de inverno, é comum a ocorrência de geadas e ocasionalmente, nos dias de frio mais intenso, ocorrem precipitações de neve, que, no entanto não aparecem muitas vezes ao ano e poucas vezes são intensas, pois sua latitude é relativamente baixa para propiciar precipitações de neve mais abundantes e com maior frequência.

Observa-se que Santa Catarina possui alguns municípios considerados entre os mais frios do Brasil, além de possuir uma amplitude térmica anual relativamente alta.

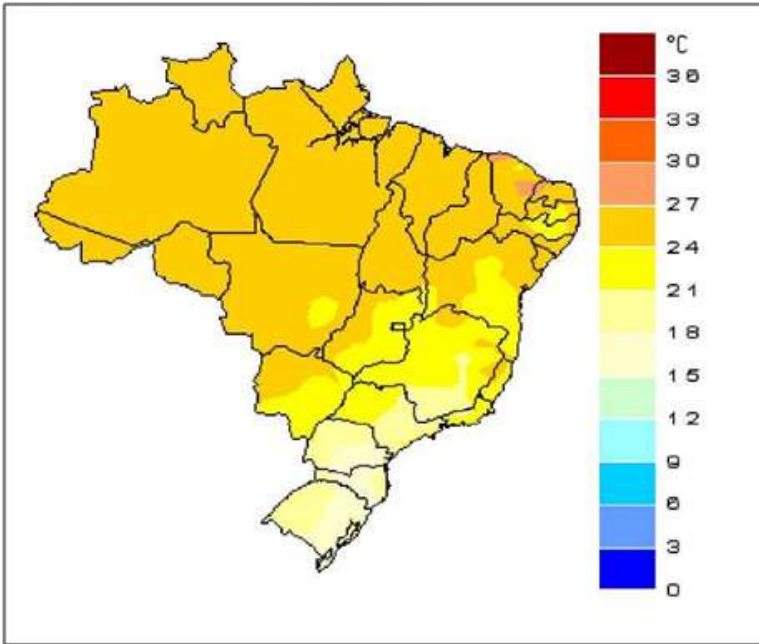


Figura 10 - Temperatura Média Anual (°C).

Fonte: Atlas Climatológico (1961-1990) - Instituto Nacional de Meteorologia-INMET.

c) Umidade relativa do ar

A umidade do ar é definida pela quantidade de vapor de água existente na atmosfera. Os valores podem ser expressos em números absolutos (g/m^3) ou em forma relativa (%) ao seu ponto de saturação. A umidade relativa do ar indica quão próximo o ar está da saturação. Seus valores médios no Estado de Santa Catarina ficam, geralmente, entre 73,4 e 85%.

A umidade relativa do ar, sendo uma função da temperatura, reflete também, a influência do fator altitude. Assim, as zonas de índice mais elevado de umidade relativa do ar são aquelas em que a temperatura local não é suficientemente elevada para diminuir a umidade. Na distribuição das isoígras (linhas de mesma umidade relativa do ar) o extremo oeste é o que apresenta a menor percentagem no

Estado, com 75%, seguido do oeste e planalto, com 80% e litoral com os maiores valores, 85%.

A Tabela 2, a seguir, mostra a distribuição anual da umidade relativa do ar, em porcentagem, que prevalece na região.

Tabela 2 - Umidade Relativa Normal (%) - Período de 1961 a 1990.

MESES												
J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
90,0	85,0	95,0	85,0	90,0	85,0	85,0	80,0	85,0	80,0	80,0	85,0	

Fonte: Atlas Climatológico (1961-1990) - Instituto Nacional de Meteorologia-INMET.

Pode-se observar que, a umidade relativa do ar mantém-se alta (acima de 80% praticamente o ano todo), mostrando que há suficiente umidade no ar para sofrer o processo de conversão em água precipitável, caso haja o mecanismo desencadeador do processo.

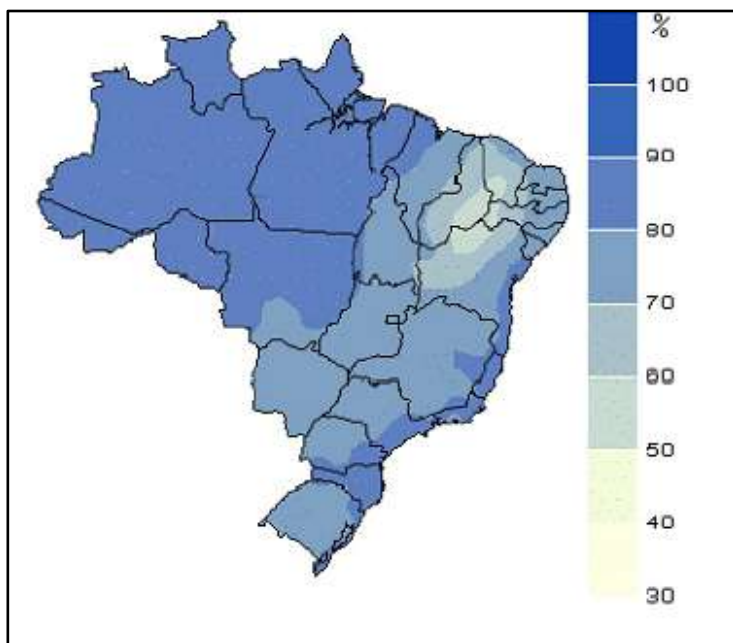


Figura 11 - Umidade Relativa Anual.

Fonte: Atlas Climatológico (1961-1990) - Instituto Nacional de Meteorologia-INMET.

d) Ocorrência de ventos

No Estado de Santa Catarina, no verão, sopram os ventos alísios vindos do Sudeste, que por serem quentes e úmidos, provocam baixas temperaturas, seguidas de fortes chuvas; no inverno, as frentes frias são geralmente seguidas de massas de ar vindas do Polo Sul e trazem um vento frio chamado de minuano ou pampeiro. No litoral, principalmente em Florianópolis, é comum ocorrer o vento sul, que traz para a atmosfera a umidade oceânica, tornando o inverno úmido.

e) Insolação

Em Santa Catarina esta variação sazonal do clima é bastante definida por causa da localização geográfica. No verão, quando os raios solares estão chegando com maior intensidade, a quantidade de radiação solar global recebida chega a 502 cal/cm^2 ; no inverno, esse fluxo é bem menor e fica em torno de 215 cal/cm^2 . No trecho em que se encontra a SC-114, há cerca de 1.800h de insolação total anual, como podemos observar na Figura 12.

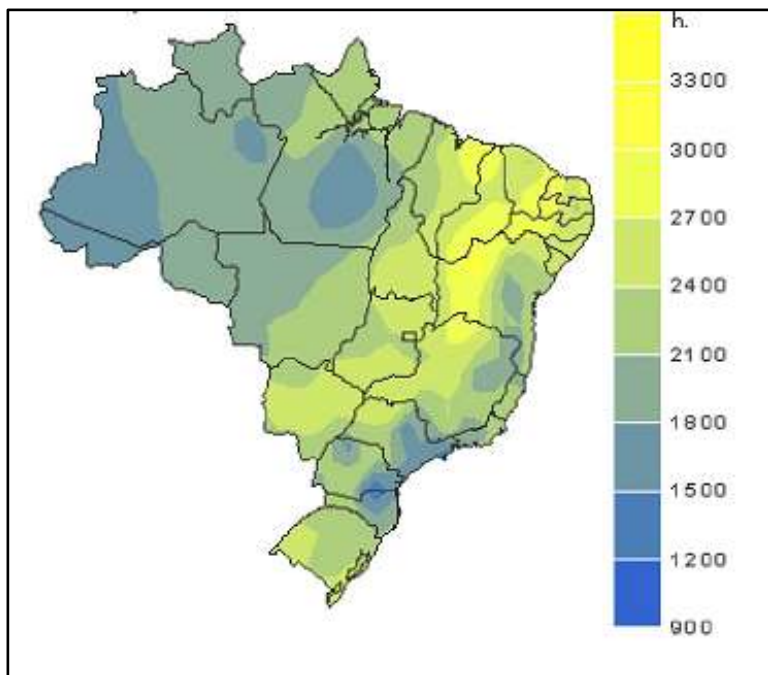


Figura 12 - Insolação Anual.

Fonte: Atlas Climatológico (1961-1990) - Instituto Nacional de Meteorologia-INMET.

f) Precipitação

As chuvas são bem distribuídas no Estado, não havendo estação seca definida. Tal fato é devido à atuação de massas de ar intertropicais e polares úmidas, e principalmente pelos mecanismos que os encontros entre as mesmas ocasionam. As variações climáticas diurnas da radiação, temperatura, umidade e nebulosidade, assim como a influência que a topografia exerce na direção dos ventos, produzem importantes variações da pluviosidade local. Em todo o Estado de Santa Catarina, a pluviosidade anual é superior a 1.400 mm e atinge a média de 2.000 mm.

A distribuição espacial dos totais anuais de precipitação no Estado revela que as Isoietas (linha de mesmo valor de precipitação) de

maiores valores ocorrem no oeste, e as de menores valores, no sul do Estado.

Pela análise da Figura 13, percebe-se que a área de entorno da rodovia em questão, possui pluviosidade anual entre 1.400 mm até 1.600 mm.

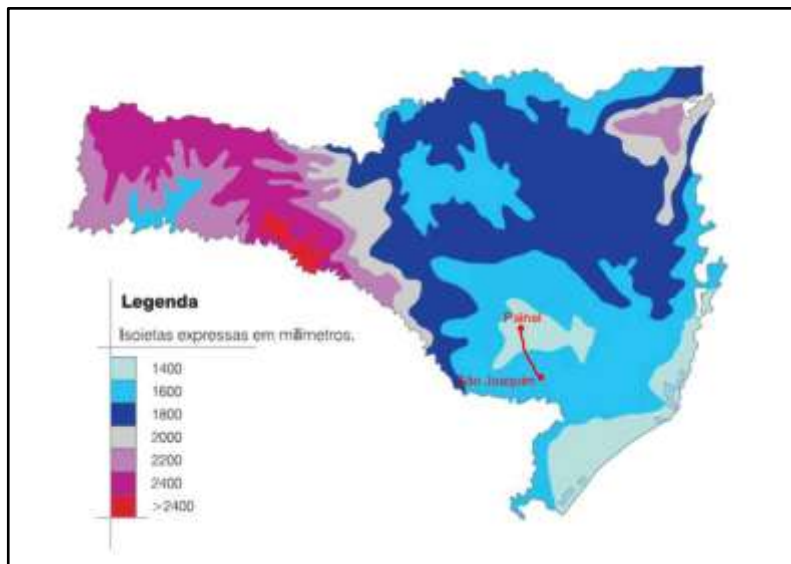


Figura 13 - Precipitação Total Anual.

Fonte: Adaptado do Atlas Escolar de Santa Catarina (1991).

6.1.4 Características Climáticas da Região

As temperaturas médias do mês mais frio (julho) estão abaixo dos 10 °C e acima dos 5 °C segundo o INMET, a Umidade Relativa do ar mais baixa ocorre no mês de agosto e atinge valores mínimos de até 80 % e os índices pluviométricos médios mensais são superiores a 90 mm em todos os meses, sem evidenciar estações secas no ano, pertencendo ao tipo úmido (f).

Como a rodovia abrange uma zona com fator de altitude variável, ainda pode-se classificar a mesma climaticamente como sendo,

segundo Köppen, Mesotérmica Úmida com verões quentes do tipo Cfa e Mesotérmica Úmida com verão morno do tipo Cfb, conforme Figura 14. Nas zonas mais elevadas do planalto norte, o verão é fresco e o inverno frio.

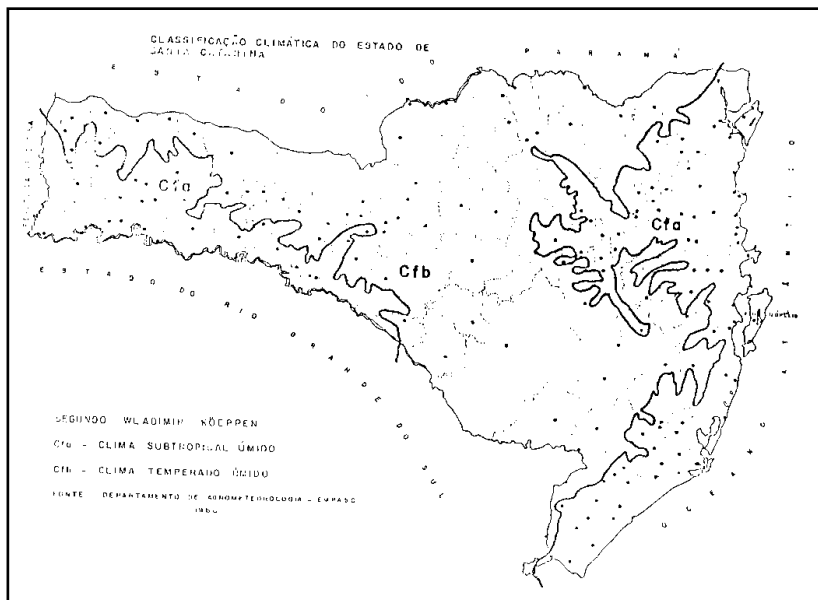


Figura 14 - Classificação Climática de Santa Catarina.

Fonte: Departamento de Agrometeorologia – EMPASC 1986.

6.1.5 Fluviometria

Os rios que correm pelo território catarinense pertencem a dois sistemas independentes, que têm como divisores de águas a Serra Geral e a Serra do Mar. O sistema da vertente do Atlântico é formado por bacias isoladas entre si, como as dos rios Itajaí-Açu, Tubarão, Araranguá, Itapocu, Tijucas, Mampituba, Urussanga, Cubatão do Norte, Cubatão do Sul e d’Una. Já no sistema de vertente do Interior, correspondente a Bacia do Prata, a formação se dá pela união da Bacia do Rio Uruguai, cujos afluentes mais importantes são o rio Pelotas, o

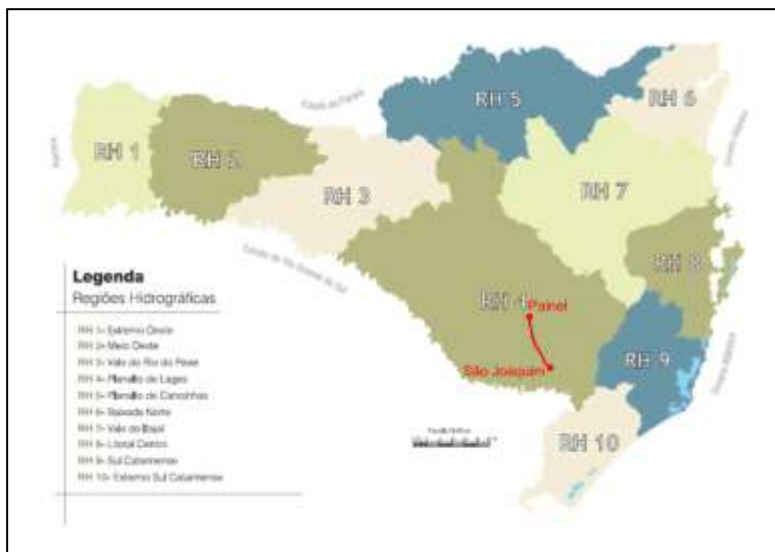


Figura 16 – Regiões Hidrográficas.

Fonte: Adaptado do Atlas Escolar de Santa Catarina (1991).

Como se pode observar na Figura 16, o traçado da rodovia SC-114 se encontra na região hidrográfica RH 4 compondo a vertente do interior. Salienta-se ainda que os rios transpostos pela SC – 114 são: Rio Lava Tudo, Rio Antoninha, Rio Sumidouro.

6.1.6 Estudos Hidrológicos

6.1.6.1 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, o autor fez um inventário das estações hidrometeorológicas de Santa Catarina, que localizam-se na região a qual a Rodovia SC-114, trecho Paineiras – São Joaquim está inserida. O resumo das estações está apresentado a seguir na Tabela 3

Tabela 3 – Relação das Estações Pluviométricas.

N.º	NOME DA ESTAÇÃO	MUNICÍPIO/ ESTADO	ÓRGÃO CONTROLADOR	INÍCIO DA ATIVIDADE	FIM DA ATIVIDADE
1	RIO BONITO - 2749009	LAGES/SC	ANA/CPRM	1959	2010
2	VILA CANOAS - 2749031	LAGES/SC	ANA/CPRM	1957	2010
3	BOCAINA DO SUL - 2749035	LAGES/SC	ANA/CPRM	1976	2010
4	PAINEL - 2750007	LAGES/SC	ANA/CPRM	1958	2010
5	BOM JARDIM DA SERRA - 2849009	BOM JARDIM DA SERRA/SC	ANA/CPRM	1969	2010
6	SÃO JOAQUIM - 2849014	SÃO JOAQUIM/SC	INMET	1961	2010
7	URUBICI - 2849021	URUBICI/SC	ANA/CPRM	1943	2010
8	DESPRAIADO - 2849023	BOM JARDIM DA SERRA/SC	ANA/CPRM	1973	2010
9	COXILHA RICA - 2850004	LAGES/SC	ANA/CPRM	1958	2010

ANA – Agência Nacional de Águas

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

Conforme o inventário das estações, a região da rodovia SC-114 está inserida em uma região que possui nove estações hidrometeorológicas. Como a rodovia está localizada em duas diferentes isozonas, adotou-se as estações de Paineel – 2750007 e São Joaquim - 2849014 como fonte de dados para o estudo hidrológico, por estarem localizadas próximas ao trecho em estudo e também por serem detentoras das séries mais longas e com menos interrupções nos registros.

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 entre as zonas C e D. A Figura 17, a seguir, apresenta o mapa utilizado:

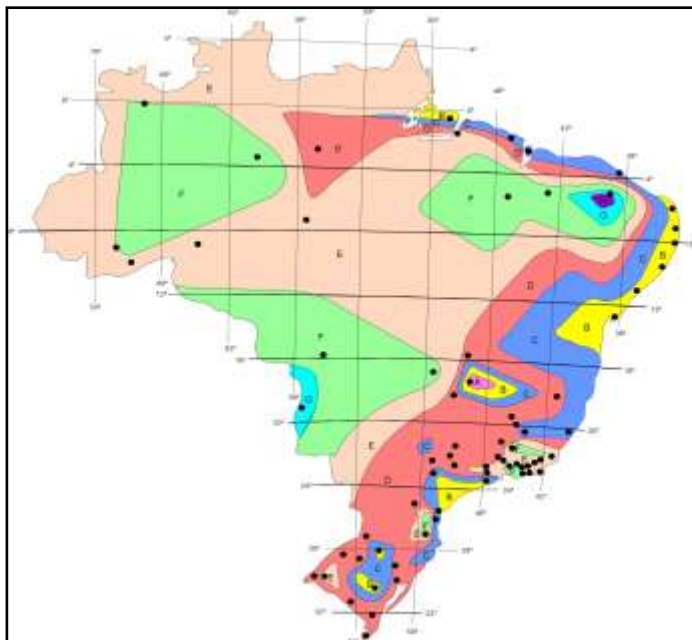


Figura 17 – Mapa de Isozonas.

Fonte: Taborga Torrico (1974).

As características gerais das estações pluviométricas adotadas encontram-se relacionadas a seguir:

- Estação 2750007 – PAINEL – Município de Paineel / SC:
- Localizada entre as coordenadas geográficas $-27^{\circ}55'20''S$ e $-50^{\circ}05'57''W$ e altitude de 1.196,00m;
- Série Histórica de dados – 1959 até 2010.
- Estação 2849014 – SÃO JOAQUIM – Município de São Joaquim / SC:

- Localizada entre as coordenadas geográficas -28°16'28''S e -49°55'50''W e altitude de 1.408,00m;
- Série Histórica de dados – 1961 até 2010.

Como o escopo deste trabalho se restringe ao contorno da cidade de São Joaquim e este trecho é mais bem caracterizado pela estação pluviométrica 2849014 - São Joaquim os estudos apresentados a seguir tratam apenas da referida estação.

Na Tabela 4 se apresenta uma sinopse dos dados de chuva, no período de 1961 a 2010 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 2849014 em São Joaquim, SC.

Tabela 4 – Sinopse da precipitação na Estação São Joaquim.

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.	377,5	215,9	48,5	23	18,9	6
Fev.	360,5	198,9	16,4	24	18,4	4
Mar.	251,1	158,9	37,3	21	15,6	5
Abr.	257,2	127,4	10,3	22	12,6	2
Mai.	345,5	141,7	2,7	20	12,4	2
Jun.	277,9	144,8	21,2	16	12,3	0
Jul.	736,7	176,9	0,1	22	12,9	1
Ago.	513,1	179,1	7,0	18	12,6	1
Set.	342,7	198,6	34,4	17	13,7	2
Out.	382,8	199,4	55,1	21	15,1	5
Nov.	353,3	172,7	28,3	22	14,8	3
Dez.	325,1	161,6	32,6	19	15,1	3

Fonte: Autor, 2012.

6.1.7 Pluviometria

A variação interanual da precipitação na isozona C pode ser observada na Estação 02849014 – SÃO JOAQUIM, localizada no município de São Joaquim.

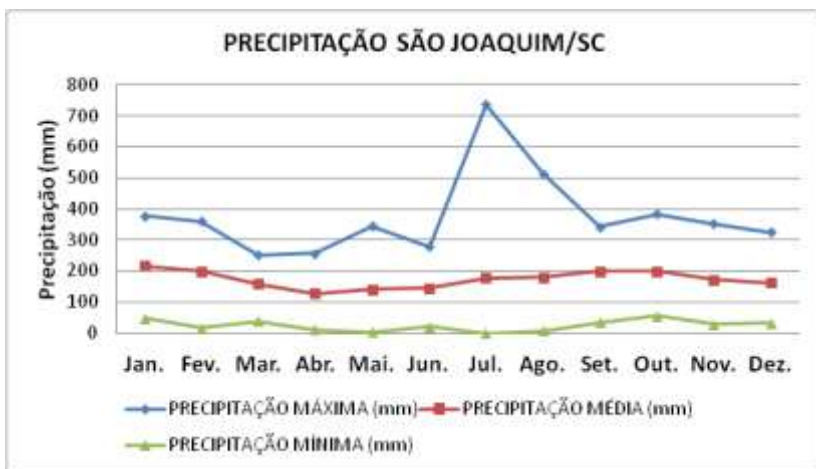


Gráfico 4 - Precipitação na Estação São Joaquim.

Fonte: Autor, 2012.

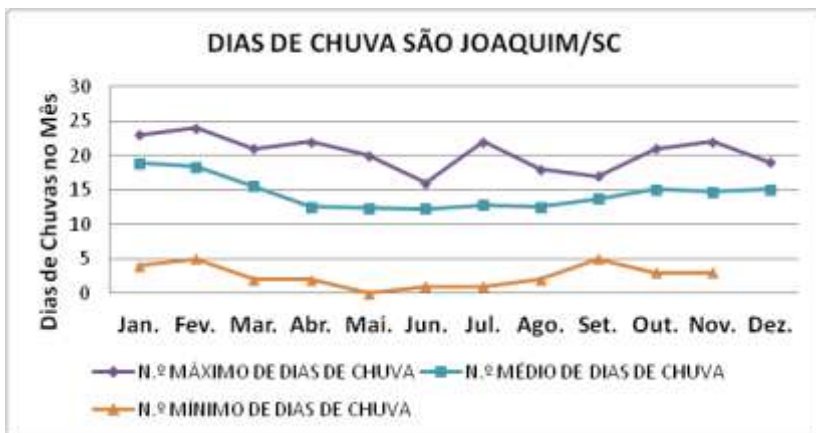


Gráfico 5 - Dias de chuva na Estação São Joaquim.

Fonte: Autor, 2012.

O Gráfico 4 e o Gráfico 5, ilustram a variação da precipitação e dias de chuva mensais durante o ano para a estação São Joaquim. 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 (maio, junho e julho) com temperaturas mais baixas, menores precipitações e menor número de dias de chuva. A Tabela 14, ilustrada no APÊNDICE B – DADOS DE CHUVA MÉDIA MENSAL E ANUAL DA ESTAÇÃO SÃO JOAQUIM – 2849014, apresenta resumo dos dados de chuva da estação São Joaquim.

6.1.7.1 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 15, apresentada no APÊNDICE C – DADOS DE PRECIPITAÇÃO ESTAÇÃO SÃO JOAQUIM – 2849014 tem-se um resumo das máximas precipitações, no período compreendido entre 1961 e 2010, totalizando 50 anos de série histórica para a Estação Painel.

Posteriormente foram calculadas as alturas de precipitação para cada tempo de recorrência considerado, a partir da fórmula:

$$x = \bar{x} + K\sigma$$

Onde:

- x - altura pluviométrica esperada para o período de retorno desejado;
- \bar{x} - média aritmética das chuvas máximas anuais;
- K - fator de frequência em função do período de recorrência e número de eventos;
- σ - desvio padrão da amostra;

- n - número de anos considerados.

Dados:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

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 séries históricas disponíveis. Os valores atribuídos a variável K são tabelados e obtidos através do ANEXO 1 da Instrução de Serviço DER IS-06/98 – DEINFRA. Por isso, foram utilizados valores de K de acordo com os dados recorrentes de 50 anos, para a estação de São Joaquim.

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

- H 5 anos = 103,303mm;
- H 10 anos = 121,142mm;
- H 15 anos = 131,111mm;
- H 25 anos = 143,704mm;
- H 50 anos = 160,439mm;
- H 100 anos = 177,036mm;

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, como indica o Instrução de Serviço IS-06.

Deste modo, para a Estação São Joaquim têm-se:

- H 5 anos = 98,722mm x 1,095 = 113,116mm;
- H 10 anos = 114,723mm x 1,095 = 132,651mm;
- H 15 anos = 123,629mm x 1,095= 143,567mm;
- H 25 anos = 134,917mm x 1,095= 157,356mm;
- H 50 anos = 149,926mm x 1,095 = 175,680mm;
- H 100 anos = 164,811mm x 1,095 = 193,854m.

6.1.7.2 *Determinação da Precipitação x 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 Taborga 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 do tratamento dos dados dos postos pluviométricos 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 Taborga Torrico, conforme a Tabela 5, apresentada a seguir:

Tabela 5 - 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 – Taborga Torrico.

No estudo referente à estação São Joaquim fez-se a correlação com os dados do posto pluviográfico, cujos dados são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Posto Pluviométrico São Joaquim – Duração x Tempo de Recorrência.

Método das Isozonas		ZONA C	
TR (anos)	Tempo de Duração (h)	Coef.	Precipitação (mm)
5	0,1	0,098	11,085
	1	0,401	45,360
	24	1,095	113,116
10	0,1	0,098	13,000
	1	0,397	52,662
	24	1,095	132,651
15	0,1	0,098	14,070
	1	0,395	56,709
	24	1,095	143,567
25	0,1	0,098	15,421
	1	0,392	61,683
	24	1,095	157,356
50	0,1	0,098	17,217
	1	0,388	68,164
	24	1,095	175,680
100	0,1	0,098	18,998
	1	0,384	74,440
	24	1,095	193,854

Fonte: Autor, 2012.

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 o posto pluviógrafo em análise, foi possível calcular relações das chuvas de diversas durações. Estas relações podem ser visualizadas na Tabela 7.

Tabela 7 - Relação das durações de chuva com a precipitação estimada para 24h para a estação de São Joaquim.

TR (anos)	Tempo de Duração (min.)	Precipitação (mm)
5	6	1,848
	60	0,756
	1440	0,079
10	6	2,167
	60	0,878
	1440	0,092
15	6	2,345
	60	0,945
	1440	0,100
25	6	2,570
	60	1,028
	1440	0,109
50	6	3,369
	60	1,136
	1440	0,122
100	6	3,166
	60	1,241
	1440	0,135

Fonte: Autor, 2012.

Feito isso pode-se traçar os gráficos que ilustram as curvas de intensidade para cada tempo de duração. O Gráfico 6 e o Gráfico 7 apresentam, respectivamente, a intensidade e a altura de precipitação para os diferentes tempos de duração da estação estudada.

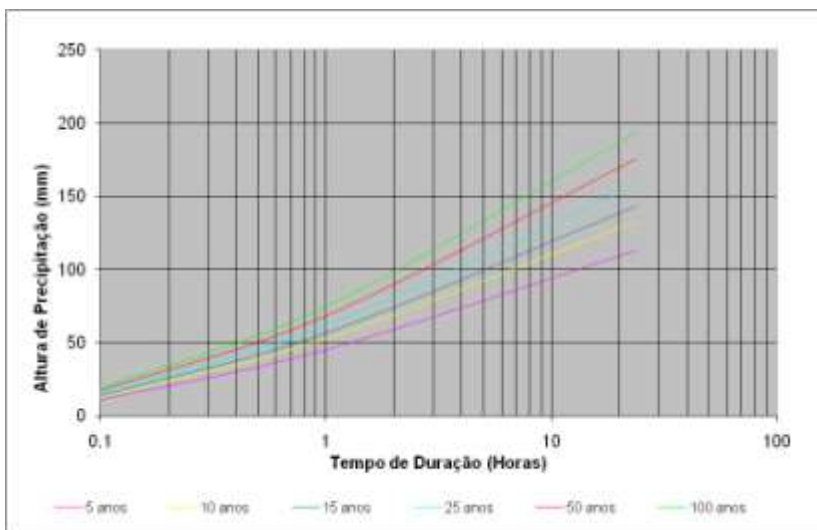


Gráfico 6 - Curva de Altura de Precipitação x Duração – Estação São Joaquim.

Fonte: Autor, 2012.

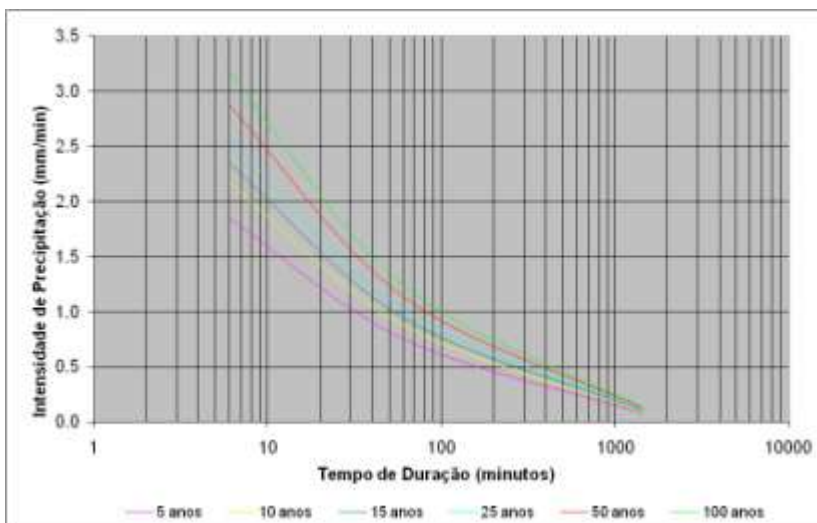


Gráfico 7 - Curva de Intensidade de Precipitação x Duração – Estação São Joaquim.

Fonte: Autor, 2012.

6.1.7.3 Método de Avaliação das Vazões

Para a determinação das vazões das bacias de contribuição, dois enfoques básicos podem ser utilizados: Método Racional e Método do Hidrograma Triangular Sintético.

- Para as obras de drenagem será empregado o Método Racional, mas devido a sua natureza simplificada da tradução do fenômeno, não é recomendável para o cálculo de contribuições de bacias com áreas superiores a 10 km²;
- Para bacias de drenagem com áreas superiores a 10 km² justifica-se uma análise mais acurada, pois a simplificação dos cálculos poderá acarretar em obras super ou subdimensionadas do ponto de vista hidráulico. Recomenda-se, para obras de drenagem de áreas de contribuição superiores a 1000 hectares, que seja utilizado o Hidrograma Triangular Sintético, desde que a elaboração do mesmo seja baseada em dados obtidos através de análises da área em estudo;

O tempo de concentração das bacias foi avaliado por metodologia e modelos usuais, e que apresentem resultados compatíveis e que considerem:

- Área da bacia;
- Comprimento e declividade do talvegue principal;
- Recobrimento vegetal;
- Uso da terra.
- As bacias foram caracterizadas com base nos seguintes dados:
- Cartas topográficas da região na escala 1:50.000;
- Fotos de Satélite;
- Levantamentos topográficos;
- Inspeções em campo.

➤ 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:

$$tc = \frac{10 \times A^{0,3} \times L^{0,2}}{K \times i^{0,4}}$$

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 na Tabela 8

Tabela 8 – Coeficiente K em função das características das bacias.

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: IS 06 – DEINFRA (1998).

➤ **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 9, apresenta o tempo de recorrência para cada tipo de obra.

Tabela 9 – Tempo de Recorrência.

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

Fonte: IS 06 – DEINFRA (1998).

➤ 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:

$$Q = \frac{C \times I \times A}{360}$$

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 na IS-06/98 do DEINFRA:

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.

➤ Método do Hidrograma Unitário Sintético Triangular

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.

$$Q_p = \frac{0,208 \times A \times q}{t_p},$$

Onde:

- Q_p = Descarga máxima, em m^3/s ;
- q = volume de escoamento produzido pelo excesso de chuva de duração De , em mm;
- t_p = Tempo de pico, em horas;
- A = Área da bacia, em km^2 .

O excesso de chuva é calculado pela formula:

$$De = 2 \times \sqrt{tc}, \text{ como}$$

$$t_p = \sqrt{tc} + 0,6 \times tc, \text{ então temos que:}$$

$$t_p = \frac{De}{2} + 0,6 \times tc,$$

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.

➤ Cálculo da Vazão das Bacias Hidrográficas

Após o processamento dos dados pluviométricos e a análise da topografia da rodovia SC-114 da área do trecho do Contorno – São Joaquim, foi possível determinar as vazões das principais bacias que interferem nesse trecho.

Posterior ao levantamento topográfico e da reconstituição do eixo, juntamente com as adequações geométricas propostas no projeto geométrico foi provisionado o levantamento das bacias de contribuição conforme estabelecido na instrução de serviço do DER/SC IS-06/98.

Na Tabela 16 e na Tabela 17 encontram-se as vazões das principais bacias hidrográficas calculadas respectivamente pelo Método Racional e pelo Método do Hidrograma Triangular Sintético, estas estão expostas no APÊNDICE D – DIMENSIONAMENTO HIDROLÓGICO DO CONTORNO DE SÃO JOAQUIM. A delimitação das bacias hidrográficas pode ser visualizadas no APÊNDICE E – DELIMITAÇÃO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO CONTORNO DE SÃO JOAQUIM.

Com exceção da bacia nº 12 que possui uma área de 2.740,067 ha., que corresponde à área de contribuição da bacia do Rio Antoninha, todas as demais possuem área inferior a 10 km² (1000 ha.).

Para as bacias hidrográficas calculadas pelo Método Racional foram utilizados tempos de recorrência de 25 anos e para as calculadas pelo Método do Hidrograma Triangular Sintético foram adotados tempos de 25, 50 e 100 anos.

Como já mencionado, este trecho está compreendido entre duas Isozonas, sendo assim, para o cálculo das intensidades de precipitação das obras localizadas entre o Município de Paineal até o Rio Lavatudo (Km 283+300), obedecem a equação de chuvas provenientes da estação 2750007 – Paineal, já as obras entre o Rio Lavatudo até o Município de São Joaquim, incluindo o trecho do contorno da Cidade de São Joaquim, obedecem a equação de chuva proveniente da análise de dados da estação 2849014 – São Joaquim. No APÊNDICE D – DIMENSIONAMENTO HIDROLÓGICO DO CONTORNO DE SÃO JOAQUIM, segue o dimensionamento hidrológico utilizando o Método Racional e o Método do Hidrograma Unitário.

O objetivo deste estudo é projetar elementos básicos para promover de forma satisfatória o escoamento das águas das áreas lindeiras da Rodovia SC-114 sujeitas a inundações, assegurando o trânsito e protegendo a rodovia, as propriedades e os mananciais dos efeitos danosos que das chuvas.

O projeto de drenagem nesta parte da rodovia visa, além da prevenção de acidentes que possam ser ocasionados pelo confinamento da água no bordo elevado da pista, resguardar os corpos hídricos situados na faixa de domínio do contorno da cidade de São Joaquim caso ocorra um acidente com cargas líquidas potencialmente poluidoras.

Nesse trecho, a drenagem foi tratada de forma mais específica e detalhada, não se aplicando a sistemática adotada em trechos rurais, uma vez que além de promover a segurança do veículo e do seu usuário, também levou-se em consideração toda a população urbana que se locomove às margens da rodovia.

Os dispositivos utilizados são:

- STC – sarjeta triangular de concreto;
- MFC – meio-fio simples de concreto;
- VPC – valeta de proteção de corte;
- VPA – valeta de proteção de aterro;
- BSTC – bueiro simples tubular de concreto;
- DES – dissipador de energia;
- DAD – descidas d'água em degraus;
- CCS – caixa coletora de sarjeta;
- Canal Trapezoidal em concreto;
- CCPP – caixa coletora para produtos perigosos.

Abaixo segue uma breve explanação dos dispositivos supracitados:

➤ Sarjeta Triangular de Concreto

As sarjetas foram projetadas em concreto, com seção transversal triangular, junto ao acostamento e nas banquetas de corte, visando uma maior proteção do maciço. Os dispositivos preferencialmente adotados foram denominados como STC.

A capacidade de vazão dos dispositivos foi estudada considerando-se a declividade do segmento e a altura do talude acima da banqueteta.

A vazão a ser conduzida pelas sarjetas pode ser avaliada através da utilização do Método Racional, aliado a equação da continuidade. As áreas de contribuição foram avaliadas através do programa Bentley Microstation, considerando a largura da plataforma contribuinte e a projeção do talude adjacente.

Os tipos projetados foram, de acordo com as dimensões do álbum de dispositivos do DNIT são os seguintes:

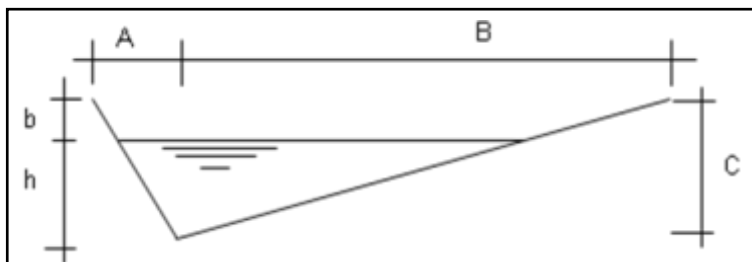


Figura 18 – Sarjeta Triangular de Concreto - STC.

Fonte: Adaptado DNIT (2006).

Tabela 10 – Dimensões da STC.

Tipo	A	B	C
STC01	0,25	0,50	0,25
STC02	0,25	0,75	0,25
STC03	0,25	1,00	0,25

Fonte: Autor, 2012.

➤ Meio-fio Simples de Concreto

Os meios-fios, denominados MFC nas plantas anexas, foram utilizados exclusivamente nos locais não atendidos pelas sarjetas e locados imediatamente após o término da área de acostamento. Esta medida foi tomada a fim de resguardar o entorno da rodovia no caso do

derramamento atingir também a parte mais alta da seção transversal da pista. Tendo a função de conduzir o escoamento até a sarjeta adjacente ou, em caso de sua capacidade hidráulica atingida, até o canal trapezoidal que fará ligação com CCPP mais próxima.

O dimensionamento do referido dispositivo deu-se em função do volume de chuva no local, levando em consideração, quando necessário, a continuidade do volume escoado pela sarjeta à montante e a possibilidade de alagamento de $2/3$ da área do acostamento.

Na Figura 19, abaixo, o dispositivo é exemplificado:

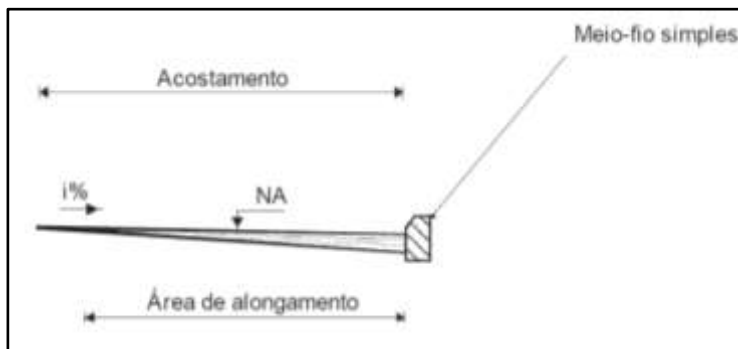


Figura 19 – Meio-Fio de Concreto - MFC.

Fonte: Adaptado DNIT (2006).

➤ **Valeta de Proteção de Corte**

As valetas de proteção de corte têm a função de interceptar e conduzir as águas que demandam aos taludes de corte para locais adequados, tais como talvegues, descidas d'água em degraus, valas e bueiros. Esses dispositivos são posicionados a uma distância entre 2,00 a 3,00 m do offset.

Optou-se pela utilização de valetas trapezoidais a maior eficiência hidráulica e também revestidas em concreto evitando que infiltração provoque instabilidade no talude de corte.

Seu dimensionamento seguiu as orientações do Manual de Drenagem de Rodovias (DNIT 2006) e ocorreu em função das áreas de aporte contribuintes para cada dispositivo.

➤ **Valeta de Proteção de Aterro**

As valetas de proteção de pé de aterro têm a função de proteger o talude de aterro da erosão, recebendo as águas das sarjetas e valetas de corte, conduzindo-as com segurança ao dispositivo de transposição de talvegues.

São recomendadas quando a declividade transversal do terreno natural está voltada em direção ao talude. Foram posicionadas, no mínimo, a 1,00 m de distância e paralelamente ao offset, de forma a coletar e conduzir as águas para locais que não tragam prejuízo aos taludes.

Assim como para as valetas de proteção de corte, no caso de aterros se optou pela utilização de valetas trapezoidais devido a maior eficiência hidráulica e também revestidas em concreto evitando que infiltração provoque instabilidade no talude. E seu dimensionamento também seguiu as orientações do Manual de Drenagem de Rodovias (DNIT 2006).

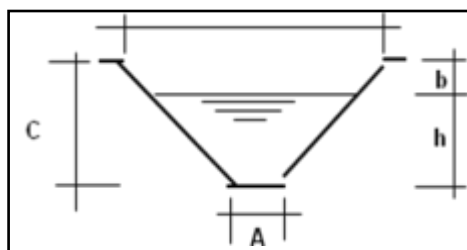


Figura 20 – Valetas de Proteção.

Fonte: Adaptado DNIT (2006).

Tabela 11 – Dimensões das Valetas de Proteção.

Tipo	A	B	C
VPA	0,30	1,00	0,35
VPC	0,30	1,00	0,35

Fonte: Autor, 2012.

➤ **Bueiro Simples Tubular de Concreto**

Os bueiros têm por objetivo permitir a passagem das águas que escoam pelo terreno natural de um lado a outro do corpo estradal.

De acordo com o Estudo Hidrológico, aplicou-se o método racional para verificação da vazão de projeto para as bacias hidrográficas com áreas inferiores a 10 km² e para a superior (bacia nº12) foi empregado o Método do Hidrograma Triangular Sintético.

Conforme apresentado nos estudos hidrológicos, as vazões de dimensionamento foram obtidas mediante aplicação do método racional, em função da precipitação, da área e das características de recobrimento da bacia.

Os coeficientes de escoamento superficial foram definidos em função das características apresentadas pelas bacias contribuintes, conforme anteriormente apresentado.

Para o cálculo de bueiros de concreto foi utilizado um coeficiente de rugosidade de $n = 0,017$. Por este princípio, já está considerado o aumento da rugosidade que ocorre com o passar do tempo. Na determinação das seções dos bueiros, foram respeitado as dimensões comerciais para facilitar a utilização de pré-moldados.

As dimensões dos bueiros foram calculadas se considerando um tempo de recorrência de 25 anos para a vazão Q_{25} e a declividade média do talvegue i .

O detalhamento de todos os dispositivos previstos está representado graficamente no APÊNDICE K – PLANTAS DO PROJETO DE DRENAGEM SUPERFICIAL, deste volume.

As características do bueiros empregados no trecho do Contorno da Cidade de São Joaquim são apresentados na Tabela 20, no APÊNDICE J – CARACTERÍSTICAS DOS BUEIROS EMPREGADOS

➤ Dissipador de Energia

Estes dispositivos são projetados com o intuito de dissipar energia do fluxo d'água e assim reduzir a velocidade da água evitando a erosão.

Os dissipadores de energia foram projetados na saída de das caixas coletoras, bueiros, descidas d'água e sarjetas, em cortes e aterros, evitando assim erosão do talude e terreno natural. Os dispositivos preferencialmente adotados recebem, no Álbum de Projetos Tipo de Dispositivos de Drenagem do DNIT - 2011, a denominação de DES quando ligados a sarjetas e DEB quando ligados a bueiros.

Na Figura 21, exemplo de um dissipador de energia:

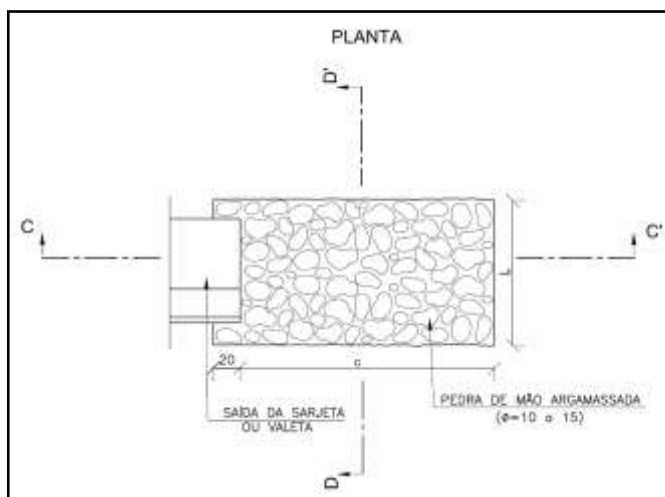


Figura 21 – Dissipador de Energia - DES.

Fonte: Adaptado DNIT (2006).

➤ Descida d'Água em Degrau

As descidas d'água têm o objetivo de conduzir as águas captadas por outros dispositivos de drenagem. Estas foram posicionadas nos taludes de aterro seguindo as suas declividades e podem ser do tipo rápido ou em degraus. A escolha do tipo de descida d'água adotada é em função da velocidade limite de escoamento a fim de não causar erosão nos taludes e terreno natural.

As descidas d'água de aterro em degraus foram previstas, nas saídas de bueiros mais elevados e que deságuam no talude de aterro, com o intuito de conduzir a água até o terreno natural ou ainda até dissipadores de energia.

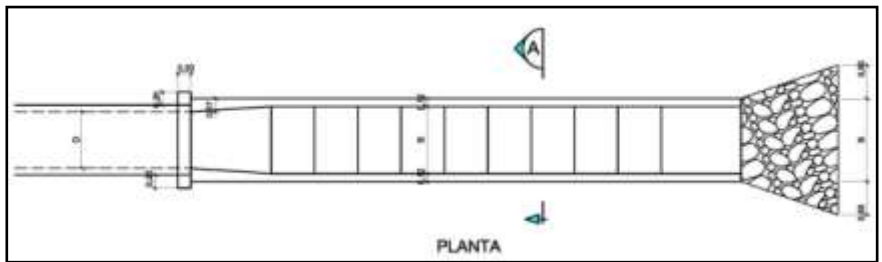


Figura 22 – Descida d'água em Degraus - DAD.

Fonte: Adaptado DNIT (2006).

➤ Caixa Coletora de Sarjeta

As caixas coletoras têm como objetivo coletar as águas provenientes das sarjetas, descidas d'água de corte, entre outros, destinando-as aos bueiros de transposição de talvegues, bueiros de greide ou ainda para o canal trapezoidal que conduzirá o escoamento às caixas de retenção.

As dimensões das caixas projetadas variaram de acordo com o tipo e tamanho do bueiro projetado, foram denominadas de CCS.

➤ Canal Trapezoidal em Concreto

Utilizou-se canal trapezoidal revestido com concreto, denominado VZC por DNIT (2011), para conduzir o volume escoado dos dispositivos a montante, longitudinalmente a rodovia, até as caixas coletoras para produtos perigosos.

A adoção desse tipo de canal se deu em função do dispositivo suportar pequenas deformações e, portanto se adequar melhor ao meio que será inserido. Optou-se pela utilização do revestimento em argamassa para permitir a redução da seção transversal do canal devido à diminuição do coeficiente de Manning(n). Essa alternativa proporciona redução nas escavações, diminuição da quantidade de gabião, além de melhorar as questões relacionadas à autolimpeza do canal.

A vazão a ser conduzida pelo canal foi avaliada através da utilização do Método Racional, aliado a equação da continuidade.

Abaixo segue tabela com o resumo das características dos dispositivos empregados:

Tabela 12 - Características das valas coletoras principais.

Vala	Caixa de Retenção à Jusante	Dispositivos de Contribuição	Comprimento (m)	Vazão Transportada (m³/s)
1	C.R. 01	MFC01+OAC01+MFC02+MFC03+OAC02+OAC03+MFC05+MFC07+OAC04+OAC05	386,6	2,736
2	C.R. 02	MFC08+OAC06+OAC07+MFC12+OAC08+MFC13+OAC09	367,17	3,416
3	C.R. 03	OAC10+OAC11+PONTE+MFC16	155,54	1,309
4	C.R. 04	GABIÃO COLCHÃO	18,00	0,365
5	C.R. 05	OAC14+MFC18+OAC15+MFC20+OAC16	410,56	5,045
6	C.R. 06	OAC17+MFC23+OAC18+OAC19+MFC25+OAC20	675,42	5,636
7	C.R. 07	OAC21+MFC26+MFC27+MFC28+MFC29+OAC22+OAC23+MFC33+MFC34+MFC35+MFC36+MFC37+MFC38+OAC24+OAC25+OAC26+MFC39	455,88	5,937
8	C.R. 08	OAC27+MFC41+OAC28+MFC42+MFC43+MFC44+OAC29+MFC46+OAC30+MFC47+MFC49+OAC31+MFC52+OAC32+OAC33+MFC53+OAC34	1.110,39	9,257
9	C.R. 09	OAC35+MFC55+MFC56+MFC57+MFC58+MFC59+MFC60+OC36+OAC37	507,7	1,646

Fonte: Autor, 2012.

➤ Caixa Coletora de Produtos Perigosos

Como a rodovia em questão está inserida em uma região próxima ao principal manancial de abastecimento da água da Cidade de São Joaquim optou-se por um plano de ação de emergência para atendimento a sinistros envolvendo o transporte rodoviário de produtos perigosos. Para isto, dentre outras medidas, implantou-se de um dispositivo para captar e reter os líquidos perigosos com o objetivo de evitar a contaminação dos mananciais.

Este dispositivo receberá as águas conduzidas pelos canais e sarjetas, desaguando em dissipadores de energia ou em descidas d'água em degraus.

O detalhamento deste dispositivo, bem como os locais de implantação encontram-se no item: **6.2.7 Caixa Coletora para Produtos Perigosos**.

6.2 DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

Conforme descrito anteriormente, a área de influência diretamente afetada pela rodovia possui características de regiões sensíveis sobre o ponto de vista ambiental, em especial os seus recursos hídricos. Além da presença de locais brejosos, nascentes e corpos d'água, a rodovia se desenvolve a montante do principal ponto de captação de água para o abastecimento da cidade de São Joaquim, o Rio Antonina.

Na figura abaixo apresentamos foto de satélite onde pode-se observar a localização do ponto de captação de água da CASAN:



Figura 23 – Localização do ponto de captação de água de São Joaquim.

Fonte: Adaptado Google Earth.

6.2.1 Proteção dos Banhados

Banhados são locais estratégicos de conservação, devido à sua alta biodiversidade e produtividade que resultam das relações estabelecidas entre a água, solo, vegetação e fauna. Esses banhados que foram identificados ao longo do trecho, localizam-se em altitude que

varia de 900 a 1.200 m acima do nível do mar, enquadrando-se no dispositivo da lei (Lei 14675/ 2009), razão pela qual há que ter especial atenção no desenvolvimento dos estudos ambientais, e no projeto ambiental e técnico desta rodovia.

Os banhados e nascentes encontrados no decorrer do trecho requerem atenção por sua função ambiental, sobretudo porque o impacto sobre essas áreas pode estender-se por grande extensão da bacia hidrográfica. Assim, a implantação da rodovia é viável desde que os dispositivos de drenagem da rodovia permitam o fluxo natural das águas e os aterros por onde os cursos d'água se desenvolvem sejam protegidos com vegetação adequada, visando evitar os processos erosivos relacionados a problemas ocasionados por falta ou insuficiência dos dispositivos de drenagem.

Áreas úmidas são encontradas ao longo de toda área de influência direta do trecho e possuem grande importância como área de captação das águas de drenagem natural. Integrante de um importante conjunto de banhados de altitude e cursos d'água, os impactos sobre essas áreas podem desenvolver-se por grande extensão da bacia hidrográfica. Assim sendo, os dispositivos de drenagem da rodovia devem permitir o fluxo natural das águas, e os aterros por onde se desenvolve devem ser protegidos com vegetação adequada para evitar os processos erosivos e conter os sedimentos.

Legalmente, segundo as Resoluções do CONAMA 302 e 303/2002 determinam que sejam protegido 50 metros de nascente ou olho d'água, intermitente ou perene, independente da situação da cobertura vegetal. Ainda regulamenta estas resoluções que as áreas de brejo, com presença de solos hidromórficos bem com presença de vegetação típica, também são passíveis do mesmo afastamento de seu perímetro (50 metros).

Tendo em vista que a implantação da rodovia não será viável sem a ocorrência de impactos em grande parte destas áreas, a consultora orienta que a obra deverá prever “compensações ambientais” por danos a

estas áreas protegidas, pois a opção da não construção da mesma não é viável, haja vista que trata-se de um empreendimento de interesse público e fundamental para mitigar problemas no meio socioeconômico da região, bem como qualquer outra alternativa de implantação se demonstrou mais impactante do que a definida no projeto elaborado, como é previsto na Lei 4.771/65, alterada pela 7.803/89 e pela Medida Provisória 2.166/67/2001, ou seja, *“A supressão de vegetação em área de preservação permanente somente poderá ser autorizada em caso de utilidade pública ou de interesse social, devidamente caracterizados e motivados em procedimento administrativo próprio, quando inexistir alternativa técnica e locacional ao empreendimento proposto”*.

Como solução técnica mitigadora para as regiões mais alagadiças indica-se a execução dos corpos de aterro em material de 3ª categoria. Este tipo de aterro permite que as áreas ocupadas pelo empreendimento mantenham suas características hidráulicas, permitindo que as águas percolem internamente pela estrutura do corpo estradal, logicamente calculando o nível de água de maneira a resguardar uma distância segura da água com a camada final da Sub-base e da Base.

A Figura 24, abaixo, exemplifica o conteúdo supracitado:



Figura 24 – Área de banhado próximo à faixa de domínio da rodovia.

Fonte: Adaptado Engevix S/A.

6.2.2 Proteção das Nascentes

Ao longo do trecho do Contorno da Travessia Urbana de São Joaquim podem ser encontradas diversas nascentes. Estas originam e abastecem pequenos cursos d'água e mananciais da região como, por exemplo, o Rio Antoninha que tem importante função no abastecimento de água da cidade de São Joaquim.

Conforme levantamento cadastral preliminar realizado, um total de 20 (vinte) pontos foram caracterizados como prováveis áreas de nascentes, para a confirmação da ocorrência destas nascentes devem ser realizadas inspeções a campo, bem como, estudo hidrológico detalhado da região em estudo.

A Tabela 13, abaixo, localiza a ocorrência dos pontos supracitados, sendo que os mesmos foram nomeados e ordem crescente a partir do km inicial do trecho:

Tabela 13 – Localização das prováveis nascentes.

Nascente	Coordenadas LTM	
	N	E
N 1	1873282,8618	252328,5208
N 2	1873264,0828	252417,3206
N 3	1873192,6662	252451,1645
N 4	1873312,7404	252724,2077
N 5	1873862,7146	253112,9702
N 6	1874034,9736	253308,6433
N 7	1874171,9652	253186,3100
N 8	1874223,4663	253177,0533
N 9	1874385,4616	253166,4715
N 10	1874444,1648	253211,6597
N 11	1874622,8362	253931,2977
N 12	1874367,0578	255012,2240
N 13	1873947,0448	255404,1237
N 14	1873640,8871	255408,5027
N 15	1872189,6021	256781,9236
N 16	1871964,5397	257126,7794
N 17	1871817,6076	257177,3197

Nascente	Coordenadas LTM	
	N	E
N 18	1871696,9871	257249,8870
N 19	1871547,0052	257366,7173
N 20	1871644,0845	257407,0947

Fonte: Autor, 2012.

Conforme orientações do Código Florestal Brasileiro, que institui como área de preservação permanente as florestas e demais formas de vegetação, é considerado como APP toda a vegetação a um raio de 50 m de largura das nascentes.

As figuras a seguir representam, em planta, os locais das prováveis nascentes com a delimitação de uma área de 50 m de raio em torno destes pontos.

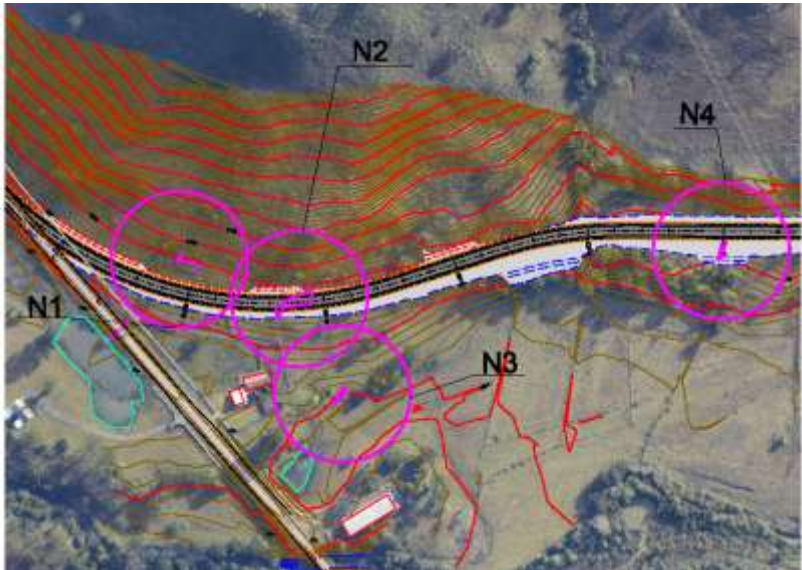


Figura 25 – Localização das prováveis nascentes ao longo da rodovia.

Fonte: Adaptado Google Earth.

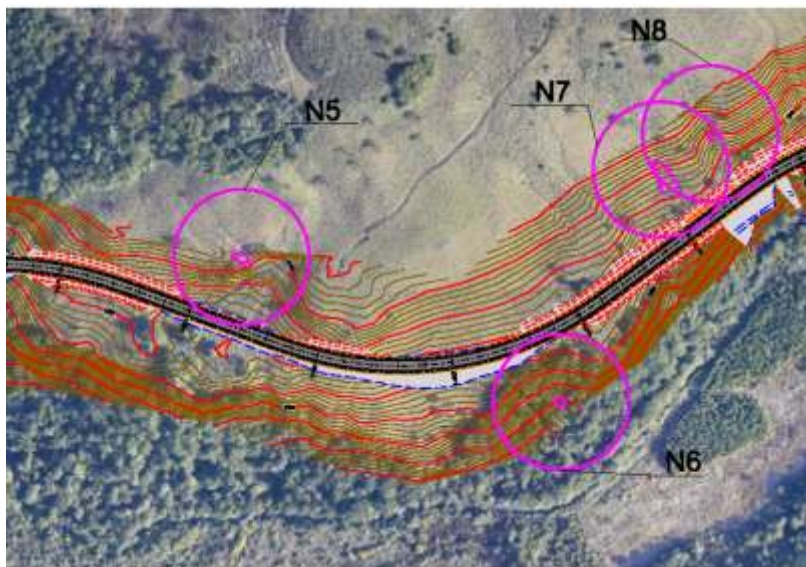


Figura 26 – Localização das prováveis nascentes ao longo da rodovia.

Fonte: Adaptado Google Earth.

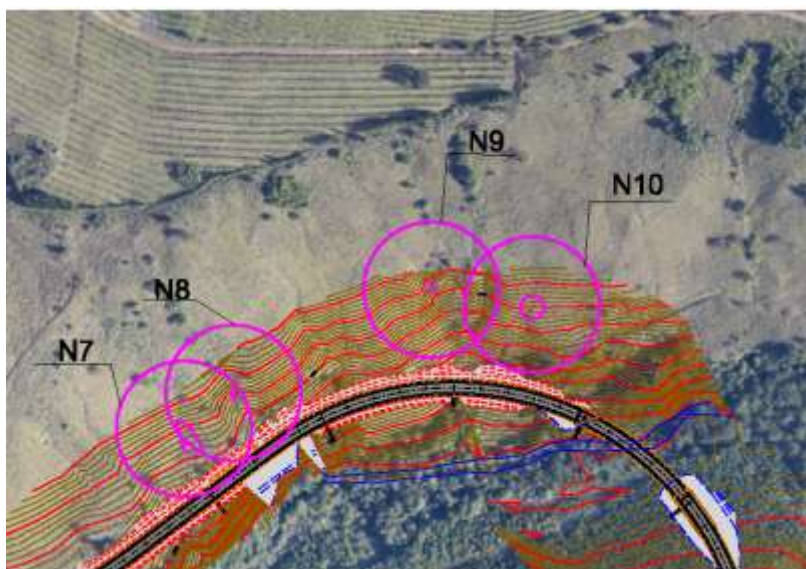


Figura 27 – Localização das prováveis nascentes ao longo da rodovia.

Fonte: Adaptado Google Earth.

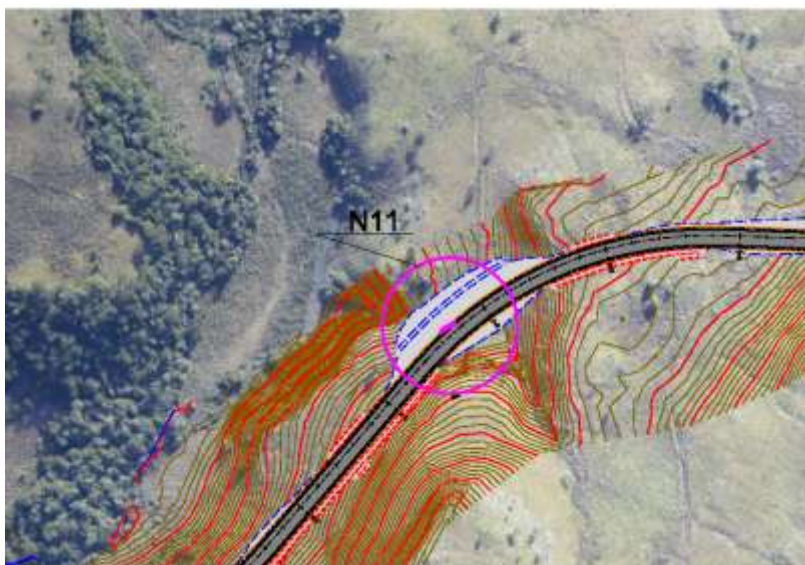


Figura 28 – Localização das prováveis nascentes ao longo da rodovia.

Fonte: Adaptado Google Earth.

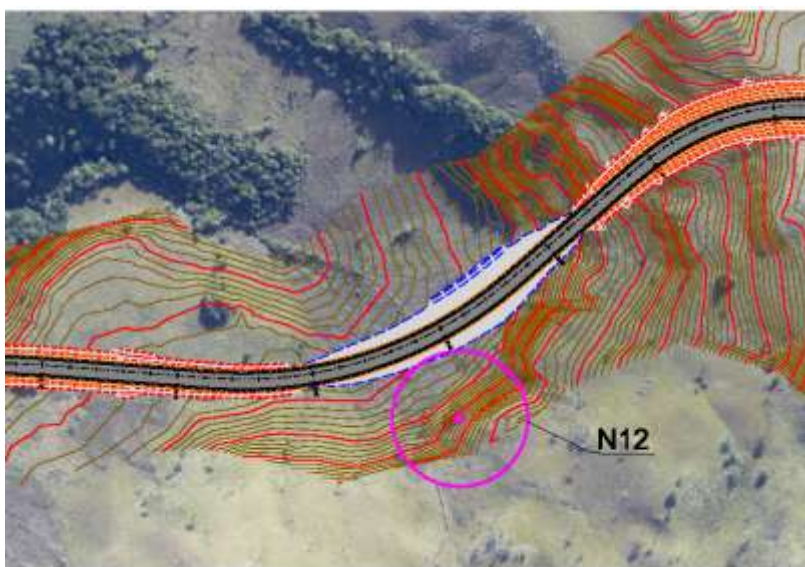


Figura 29 – Localização das prováveis nascentes ao longo da rodovia.

Fonte: Adaptado Google Earth.

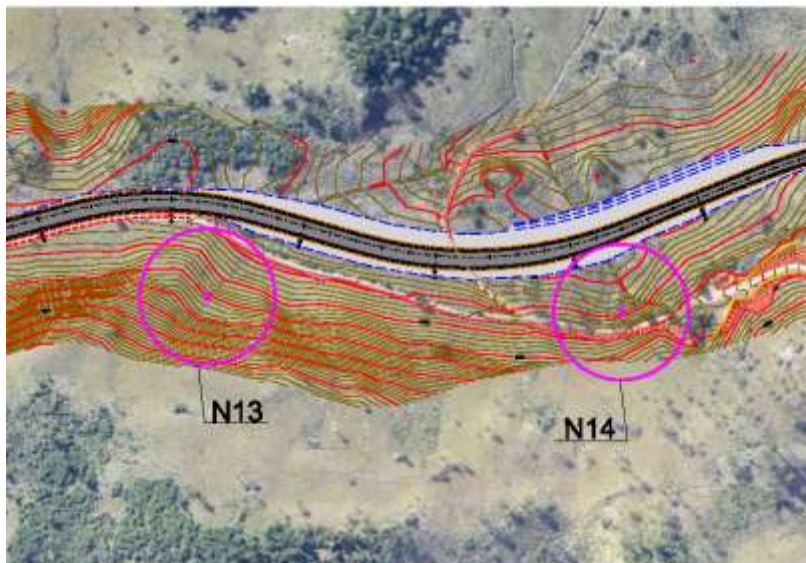


Figura 30 – Localização das prováveis nascentes ao longo da rodovia.

Fonte: Adaptado Google Earth.



Figura 31 – Localização das prováveis nascentes ao longo da rodovia.

Fonte: Adaptado Google Earth.

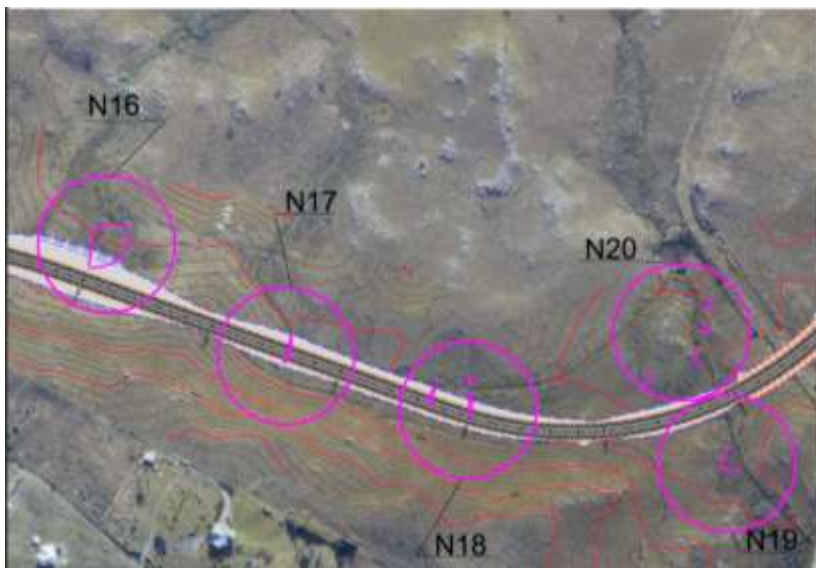


Figura 32 – Localização das prováveis nascentes ao longo da rodovia.

Fonte: Adaptado Google Earth.

Para mitigar impactos negativos às possíveis nascentes, tanto à qualidade quanto à quantidade da água do manancial da região, foram projetados dispositivos de proteção às nascentes que por ventura sejam afetadas pela rodovia. Tais dispositivos seguem orientações construtivas que podem ser encontradas no manual: *Preservação e Recuperação das Nascentes (de água e de vida)*, publicado pelo Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, no ano de 2004.

Assim, o manejo das nascentes afetadas deverá contemplar, além da preservação e manutenção da qualidade da água tendo em vista estratégias de cuidado aos pontos básicos comuns, como: controle da erosão dos solo, minimização de contaminação química e/ou biológica, ações mitigadoras de perda de água e também encontrar a forma mais adequada de manipular a vazão de água na vertente, para que a mesma não comprometa o corpo estradal.

O dispositivo empregado para a proteção das nascentes trata-se de uma adaptação ao *Protetor de Fonte Modelo Caxambu*, que foi uma estrutura desenvolvida e apresentada pela EPAGRI, SC (EPAGRI, 2002), como sendo um dispositivo de baixo custo de construção e que dispensa limpeza periódica da fonte.

Trata-se de um ou mais tubos de concreto alinhados longitudinalmente (até vencer a distância ocupada pelo perfil da estrada) com diâmetro de 60 cm contendo quatro saídas constituídas por tubos de PVC de 25 mm de diâmetro. Esta estrutura deve ser recoberta com pedras e pedregulhos de diversos diâmetros, provenientes da detonação das rochas dos cortes ao longo do trecho, a fim de dar sustentação ao corpo estradal ou a estrutura de proteção, sem comprometer a nascente, permitindo o escoamento da água que aflora no solo.

O detalhamento deste dispositivo encontra-se no APÊNDICE F – DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO DE NASCENTES.

6.2.3 Sinalização Específica para o Transporte de Produtos Perigosos

É prevista a colocação de sinalização específica para produtos perigosos na rodovia nos seus trechos críticos, de acordo com o Plano Geral de Sinalização do DNIT através de placas informativas, restritivas ou orientadoras; sonorizadores; olhos de gato e outros sinalizadores reflexivos, nos locais críticos onde há maior probabilidade de acidentes, e nos locais onde há problemas ambientais frequentes (ventos, neblina, chuva frequente, etc.).

As placas de sinalização específicas para esse caso seguirão os padrões e normas contidas no *Manual de Sinalização Rodoviária* (DNIT, 2010), tanto no que se refere ao tipo construtivo e seus desenhos, frases e cores, como quanto à localização ao longo do trecho, nos pontos citados pelo Manual, como travessias urbanas, áreas de preservação e mananciais, locais de estacionamento e locais de restrições de parada, circulação e velocidade, ou somente para educação dos condutores. Ver os tipos empregados abaixo:



Figura 33 – Sinalização de advertência que atenta para a proximidade da rodovia com áreas de mananciais.

Fonte: DNIT (2010).

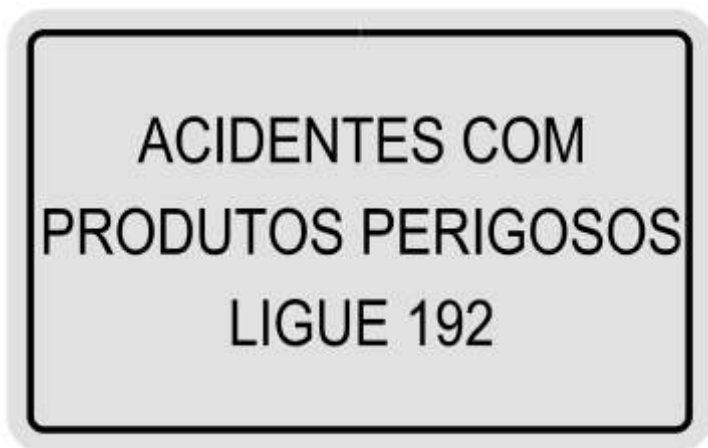


Figura 34 – Sinal complementar de indicação de serviços.

Fonte: Adaptado DNIT (2010).

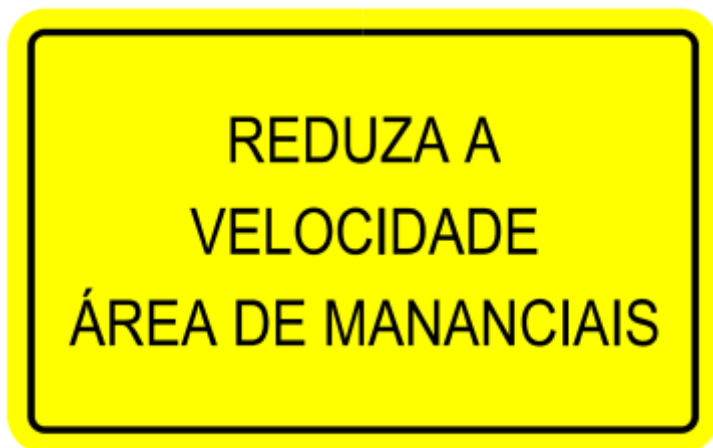


Figura 35 – Placa de advertência composta.

Fonte: Adaptado DNIT (2010).

6.2.4 Sistemas de Comunicação de Emergência para o Usuário

O sistema para atendimento do usuário em situações emergência na via é essencial para diminuir o tempo de resposta do atendimento em casos de acidentes.

Segundo DEINFRA (2005) diversos meios de comunicação entre os usuários e órgãos competentes devem estar disponíveis, tais como:

- Caixas de chamada de emergência;
- Sistemas de fiscalização contínua por viaturas e/ou motos;
- Telefones de acesso gratuito do tipo 0800-XXXX.

No presente projeto admitiu-se que, pela proximidade da área urbana de São Joaquim onde está sediado o Corpo de Bombeiros, da curta extensão do trecho, e da presença do posto da Polícia Rodoviária Estadual, não existe a necessidade da criação de um canal direto específico de ligação entre usuários e órgãos competentes. Deste modo, indica-se que, quando da ocorrência de sinistros envolvendo cargas

potencialmente poluidoras, a entidade notificada seja o próprio posto da Polícia Rodoviária, possuindo como canal direto o número 192.

6.2.5 Desenvolvimento de Programa de Educação Ambiental

É aconselhado o desenvolvimento periódico de programas de educação ambiental voltados para segurança do trânsito na rodovia, com ênfase em de produtos perigosos, direcionando-se para um público alvo de:

- Caminhoneiros;
- População lindeira;
- Usuários da rodovia, etc.

A campanha educativa poderá envolver a distribuição de um folheto específico para motoristas de cargas perigosas contendo informações relacionadas assuntos como: importância e periculosidade de produtos perigosos, seus impactos e consequências, normas e legislação do tráfego de produtos perigosos, segurança no trânsito de pedestres, de tráfego de bicicletas e animais nas pistas laterais, passarelas, travessias e cruzamentos perigosos, conhecimentos da legislação e procedimentos em caso de emergência com produtos perigosos (Planos de Emergência, Auxílio Mútuo e de Contingência). A entrega deve ser gratuita nos estacionamentos, postos da PRF, pedágios, barreiras policiais e etc.

6.2.6 Contenção de Sedimentos e Mitigação de Processos Erosivos

Verificou-se a possibilidade de, nos períodos de chuva, haver a sedimentação de partículas sólidas que poderão assorear cursos d'água e dispositivos de drenagem e proteção ambiental.

O referido projeto tem como foco as condições ambientais dos terrenos expostos que sofreram alterações no relevo e no sistema natural de drenagem, haja vista que a retirada da vegetação protetora e a movimentação de solos e rochas das áreas impactadas resultam em alterações nos processos do meio físico, que podem se manifestar em

erosões laminares e lineares intensas, assim como em desestabilização de encostas e maciços.

Tem-se por objetivo definir elementos de projeto com o intuito de promover o controle dos processos erosivos decorrentes da obra, no sentido de evitar problemas de desestabilização de encostas e maciços enfocando, principalmente na faixa de domínio, as áreas de taludes de cortes e aterros, jazidas, caixas de empréstimo, bota-foras, áreas de canteiros de obras e de caminhos de serviço, dentre outras.

➤ Implantação de Dispositivos de drenagem Provisória

Para a mitigação de passivos de erosão deve ser adotado um conjunto de medidas que visam eliminar as causas e reduzir a suscetibilidade dos corpos de aterro em fase de execução. Dentre estes conjuntos está a implantação de dispositivos provisórios de drenagem como as valas para desvio das águas pluviais, descidas d'água, caixas coletoras, todos executados a caráter provisório, ou seja, serão desmontados e substituídos por dispositivos permanentes.

➤ Revestimento Vegetal

Com o corpo estradal devidamente protegido da ação direta das águas pluviais provenientes da pista de rolamento, ainda encontramos um problema quanto às águas e ventos que atuam diretamente sobre a superfície das banquetas e taludes. Estas águas não são conduzidas aos dispositivos citados e tendem a ser percolados no solo, vindo a enfraquecer a estrutura do mesmo. Para evitar a erosão do corpo de aterro devido este processo, é indicado o revestimento destes taludes com coberturas vegetais tipo hidrossemeadura (para cortes) e grama em leiva (para aterros).

Para a execução de grama em leiva, deverá ser seguida a ES-MA-03 – Gramas em Placa ou Enleivamento do DEINFRA.

➤ Barreiras de Siltagem

As barreiras de siltagem são dispositivos adotados na contenção de sedimentos e partículas sólidas finas. Estas partículas poderiam ser carreadas para os rios, para a drenagem da rodovia, talvegues, mananciais, açudes, e propriedades lindeiras, sendo que a barreira de siltagem viria a conter esta ocorrência.

Essa barreira deverá ser executada através da fixação de estacas de madeira (guia de madeira de 2,5 cm x 7,0 cm) e sobre estas a colocação de manta de geotêxtil não tecido agulhado, 100% poliéster, com 1,8 mm de espessura, numa altura de 1,00m e mais 0,50m disposto sobre o terreno natural, distanciado em 0,60m do pé do talude. Considera-se a possibilidade de um aproveitamento mínimo da barreira de siltagem em pelo menos duas vezes.

As demais especificações poderão ser adquiridas na ES – MA – 06 – Barreira de Siltagem.

As barreiras de siltagem não devem ser aplicadas como solução de contenção de erosões, pois as mesmas não apenas serão ineficazes, como também poderão potencializar problemas de erosões devido à cravação dos suportes.



Figura 36 e Figura 37 – Exemplos de adoção de barreira de siltagem para contenção de sedimentos finos.

Fonte: DEINFRA - Inspeção Ambiental – SC-422 – Trecho Rio Negrinho / BR-280.

6.2.7 Caixa Coletora para Produtos Perigosos

As caixas de retenção, ou Caixas Coletoras de Produtos Perigosos – CCPP desenvolvidas para o presente projeto tem por função primordial reter os líquidos escoados pela drenagem superficial da pista por tempo suficiente para que uma equipe especializada desloque-se até o local e recolha, em caso de um acidente com cargas potencialmente poluidoras na rodovia, o líquido contaminante, evitando que o mesmo atinja diretamente os corpos hídricos da faixa de domínio da rodovia.

Tais dispositivos foram projetados para que sua função seja desempenhada de forma automática. Ou seja, estes reservatórios não necessitam de operação prévia, como abertura ou fechamento de válvulas e comportas. Pois, ao invés de serem totalmente estanques, as CCPPs possuem fundo semipermeável, desta maneira o líquido irá percolar de forma lenta diminuindo a probabilidade de que o contaminante cause impactos negativos aos mananciais da região, pois, aumentará o tempo de resposta ao acidente.

Ao todo serão instaladas, de modo independente umas das outras, 9 caixas coletoras estrategicamente posicionadas levando em conta a topografia do terreno e a distância entre as mesmas, para que se utilizasse o mínimo número possível de caixas ao longo do trecho.

Para o dimensionamento das caixas de retenção utilizou-se como líquido padrão a água. Desta maneira o tempo em que o líquido ficará retido, inicialmente calculado para 4 horas, pode variar de acordo com a densidade do produto ou da mistura entre o poluente e a água, no caso de um acidente em dia chuvoso.

O material escolhido para compor o fundo da caixa foi areia fina, em função de seu baixo custo e por ser um material de fácil obtenção no local da obra. Após a camada de areia fina estarão dispostos no fundo da caixa drenos profundos compostos por tubos de PVC perfurados e revestidos com manta geotêxtil, conforme indica DNIT (2011) no Álbum de Projetos-tipo de Dispositivos de Drenagem.

Para o cálculo do volume da caixa coletora partiu-se da premissa de que a maior capacidade de carga analogada pela Agência Nacional de Transportes (ANTT) no modal rodoviário é de aproximadamente 45.000 litros, este equipamento é constituído por dois semirreboques tracionados por caminhão trator 6x2 também chamado de “*bitrem tanque*”.

Como existe também a preocupação de que o dispositivo possua um baixo custo de execução não impactando economicamente no projeto, o mesmo foi concebido com uma capacidade de reservação aproximada de 40.000 litros. Pois, para tal volume já existe composição unitária de serviços no Referencial de Preços de Obras Rodoviárias do DEINFRA (2010). Para tanto as dimensões escolhidas para a caixa são: 4,50 m de lado e altura de 2,00 m.

Para a concepção do “filtro de areia” que compõe o fundo caixa utilizou-se dos princípios da Lei de Darcy. A referida lei ilustra os fatores que regem a percolação da água no solo obtidos experimentalmente por 30 anos de pesquisa do engenheiro francês H. Darcy, que ao final de seu trabalho conclui que a percolação da água através de uma camada de determinado material é regida pela equação:

$$Q = k \times i \times A$$

Onde:

- Q = Vazão, em cm³/s;
- k = Coeficiente de permeabilidade, cm/s;
- i = Gradiente hidráulico, adimensional;
- A = Área de contribuição, em cm².

Sendo que:

$$i = \frac{h}{L}$$

Onde:

- h = altura da caixa, em cm;
- L = espessura da camada filtrante, em cm.

Encontramos:

$$i = \frac{200 - L}{L}$$

Admitindo-se que: para um tempo de retenção de 4 horas (14.400 segundos) a vazão escoada é de 2812,5 cm³/s, que Segundo Braja M. Das (2011), o coeficiente de permeabilidade da areia fina, função de sua granulometria e número de vazios, fica em torno de 0,001 cm/s e que a área da caixa é de 202.500 cm² encontramos L = 13,44 cm.

Lembrando que a dinâmica do escoamento neste caso, calculada acima como carregamento constante, a rigor ocorre de forma variável. Desta forma a espessura da camada de material drenante diminuiria de forma drástica para aproximadamente 4,00 cm.

Porém, em função do material drenante escolhido ter uma baixo custo e de que a areia fina irá funcionar como um filtro para contaminantes sólidos e também como filtro biológico a camada de areia fina **adotada foi de 15,00 cm.**

Adjacente à camada de areia estão dispostos os drenos profundos que irão conduzir o líquido percolado aos dissipadores de energia posicionados externamente à CCPP. O tipo de dreno escolhido foi, segundo nomenclatura adotada no *Álbum de Projetos-tipo de Dispositivos de Drenagem*, DNIT (2011), o dreno longitudinal profundo para corte em solo DPS 08. Trata-se de um tubo de PVC com diâmetro de 0,15 m com parede perfurada, envolto por uma manta geotêxtil (para evitar a colmatação dos orifícios) e recoberto por material drenante. Cada caixa possui um total de 8 drenos locados com espaçamento de 0,50 m e comprimento longitudinal de 4,50 m. O dimensionamento destes drenos seguiu as orientações do *Manual de Drenagem de Rodovias*, (DNIT 2006).

O detalhamento deste dispositivo encontra-se no APÊNDICE G – DETALHAMENTO DA CAIXA COLETORA DE PRODUTOS PERIGOSOS

6.2.8 Proteção na ponte do Rio Antoninha

A ponte sobre o Rio Antoninha é uma obra de arte especial que constitui um ponto crítico no caso de um acidente com carga potencialmente poluidora, portanto, foi analisado com cuidado. Pois, de nada adiantaria proteger o restante da rodovia sem levar em consideração o ponto mais delicado que é onde o corpo estradal intercepta o curso natural do principal manancial de abastecimento da cidade de São Joaquim.

A ponte possui drenos transversais à sua seção que têm a função de drenar a água captada sobre a mesma. Em uma situação normal os drenos escoariam a água da chuva captada sobre a superfície da ponte e a liberariam diretamente sobre o rio. Indica-se então um sistema de coleta com calhas galvanizadas de seção trapezoidal, dimensionadas em função da área de contribuição da ponte, que farão a coleta do líquido escoado pelos drenos transversais, conduzindo o escoamento até a VZC locada na cabeceira da obra de arte especial, destinando o líquido até a caixa de retenção 03.

Outro ponto importante são as cabeceiras da ponte. Pois, no caso de um acidente com um veículo portando carga perigosa nas imediações da ponte a carga poderá cair no corpo hídrico.

A fim de evitar este problema está prevista a instalação de barreiras do tipo “*new jersey*” nas laterais vulneráveis da pista, junto ao acesso da ponte. Geralmente as barreiras são colocadas a pelo menos 30 metros anteriores e posteriores às muretas das laterais das obras de arte. Neste projeto, a fim de ampliar a proteção no local, as barreiras foram posicionadas a 60 metros de cada lado da pista a partir das muretas da ponte.

7 ANÁLISE DE CUSTOS

A simplificada análise contida no presente item trata-se de uma comparação entre as quantidades globais dos serviços e materiais envolvidos no projeto de autoria da empresa Engevix S/A e os serviços e materiais propostos no presente projeto pelo autor do trabalho.

Foram incluídos os serviços de implantação de drenos longitudinais, complementação da área resguardada por meio fios de concreto, caixas de retenção, valas trapezoidais de concreto, inclusão de dois bueiros celulares com diâmetro de 0,80 m e redução da aplicação de barreira “*new jersey*” (antes distribuídas ao longo de todo o trecho).

Portanto, o preço global do projeto sofreu decréscimo de 3,66%. Reduzindo o custo de implantação da rodovia de R\$ 40.527.139,71 para R\$ 39.042.222,99.

A Tabela 18 ilustra as quantidades originais das áreas Drenagem e Obras Complementares, que são as disciplinas afetadas pelo presente projeto, e a Tabela 19 demonstra (grifado em amarelo) os serviços que sofreram alterações:

Ambas as tabelas encontram-se, respectivamente, no APÊNDICE H – QUANTIDADES ORIGINAIS DO PROJETO e no APÊNDICE I – NOVA TABELA DE QUANTIDADES PARA O TRECHO.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modal rodoviário deu suporte ao ciclo de desenvolvimento voltado para o mercado interno e externo. Com sua flexibilidade e devidamente interligado a outros modais de transporte, consolidou a industrialização e a redistribuição da atividade econômica pelo território brasileiro. Nesta linha, este trabalho vem a contribuir para o desenvolvimento de alternativas que agreguem, acima de tudo, consciência ambiental aliada a técnicas que tragam segurança aos usuários e ao meio ambiente do entorno da rodovia SC-114.

A expansão da infraestrutura de transporte deve contar com a cooperação entre iniciativa privada e governo. Através de parcerias público privadas é plausível implantarmos medidas, tanto estruturais quanto não estruturais, enriquecendo projetos e gerenciando melhor o desenvolvimento que almejamos.

Todavia, precisamos consolidar ações de forma mais eficiente nas medidas não estruturais, que é quando encontramos medidas do tipo preventivas. Evidentemente estas medidas envolvem menores custos de implantação.

O trabalho de conclusão de curso aqui apresentado pode, neste contexto, representar uma contribuição efetiva para a preocupação com a questão dos acidentes rodoviários envolvendo cargas perigosas, à medida que desenvolve um estudo concreto em situação real, abordando medidas estruturais e não estruturais no projeto do entorno da rodovia SC-114.

Um fator condicionante para o correto funcionamento das medidas sugeridas é a manutenção periódica dos sistemas implantados. Isto irá garantir que sejam aumentadas as chances de minimizar um possível impacto ao meio ambiente do entorno, em caso de um acidente com carga líquida poluidora na faixa de domínio do contorno da cidade de São Joaquim.

Dentre as medidas sugeridas, a implantação das caixas coletoras para retenção de produtos perigosos apresenta-se adequada por trazer maiores benefícios ao projeto. Pois, irá promover também um tratamento primário para a água de chuva que escoar pela pista, mesmo na inexistência de um acidente. Haja vista que a água da chuva escoada pela pista traz consigo poluentes que podem ser nocivos aos corpos hídricos da região.

Neste estudo, o projeto das caixas de retenção utilizou-se de conhecimentos teóricos, pois, não foram encontradas evidências do emprego de dispositivos semelhantes em situações práticas. Desta forma, entende-se que existe necessidade de realização de ensaios de laboratório a fim de comprovar a eficiência destes dispositivos para as finalidades previstas.

Acredita-se que grande trunfo deste trabalho foi desenvolver uma alternativa mais barata e eficiente à medida anteriormente adotada para resguardar os corpos hídricos da região. A adoção de barreiras do tipo “*new jersey*” ao longo da totalidade do trecho pode ser simples, porém, com alto custo de implantação e eficácia limitada.

Apesar deste trabalho promover um complemento valioso ao projeto original, o impacto econômico foi pequeno. Desta forma, mostrando-se passível de ser implantado e incorporado à próxima fase do cronograma do projeto, que é a fase de Projeto Executivo.

Os objetivos desenvolvidos neste trabalho foram alcançados de forma satisfatória. Apesar dos resultados apresentados serem concretos e exequíveis, podem ainda ser refinados e complementados contribuindo cada vez mais para a concepção de projetos de engenharia inteligentes e que cumpram seu papel com um mínimo de recursos financeiros investidos.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CALHEIROS, R de OLIVEIRA *et al.* **Preservação e Recuperação das Nascentes (de água e de vida)**. – 1. ed. Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ – CTRN. Piracicaba, 2004. 53p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Impactos no meio ambiente ocasionados pela urbanização no mundo tropical**. In: SOUZA, M. A. A.; SANTOS, M.; SCARLATO, F. C.; ARROYO, M. **Natureza e Sociedade de Hoje: uma leitura Geográfica**. São Paulo: Hucitec, 1993. p. 127-38.

DAS, Braja M. **Fundamentos de Engenharia Geotécnica**. – 7. ed. São Paulo: Thomson Learning, 2011. 560p.

Debo, T. N. e Reese, A. J. **Municipal Stormwater Management**. Boca Raton, Flórida: Lewis Publishers, 1995.

DELGADO, A. N.; PERIAGO, E. L.; VIQUEIRA, F. D. **Vegetated filter strips for wastewater purification: A review. Bioresource Technology**. Great Britain. v. 94. p. 13 – 22. 1995. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com>. Acesso em 10 de jan. 2012.

DNIT. **Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem**. – 2. ed. - Rio de Janeiro, 2005. 137p. (IPR. Publ, 715).

DNIT. **Manual de Drenagem de Rodovias**. – 2. ed. - Rio de Janeiro, 2006. 333p. (IPR. Publ., 724).

DNIT. **Manual para Implementação de Planos de Ação de Emergência para Atendimento a Sinistros Envolvendo o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos**. Rio de Janeiro, 2005. 142p. (IPR. Publ., 716).

DNIT. **Manual de Sinalização Rodoviária**. – 3. ed. - Rio de Janeiro, 2010. 412p. (IPR. Publ., 743).

DNIT. **Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem**. – 4. ed. - Rio de Janeiro, 2011. 180p. (IPR. Publ., 736).

EPA - Environmental Protection Agency. **Guidance Specifying Management Measures for Sources of Nonpoint Pollution in Coastal Waters**. Washington (DC), 1997.

EPA, **Urban Stormwater BMP Performance Monitoring: A Guidance Manual for Meeting the National Stormwater BMP Database Requirements**. Washington (DC), 2002. 248p.

FENDRICH, R.; OLIYNIK, R. **Manual de Utilização das Águas Pluviais (100 Maneiras Práticas)**. Curitiba: Livraria do Chain Editora, 2002.

FCHT. **Diretrizes Básicas para Projetos de Drenagem Urbana No Município de São Paulo**, 1999. 289p.

FHWA. **Urban Drainage Design Manual**, Hydraulic Engineering Circular 22. – 3. ed. - Washington (DC), 2009. 478p.

IBGE. Referência obtida na Internet. <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em outubro / 2011.

IMAP. Instituto Municipal de Administração Pública. **Drenagem Urbana Módulo 2**. Curitiba: PMC, 2010. 32p

LIMA, W. P. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Departamento de Ciências Florestais. Piracicaba, 2008.

POMPÊO, C.A. Drenagem urbana sustentável. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 15-23, 2000.

Torrico, José Jaime Tabora. **Práticas Hidrológicas**. Rio de Janeiro: Transcon, 1974. 119p.

Tucci, Carlos E. M. **Drenagem Urbana**. *Cienc. Cult.*, Dez 2003, vol.55, no.4, p.36-37. ISSN 0009-6725

Tucci, Carlos E. M.; Silveira, A. **Gerenciamento da Drenagem Urbana**, Abr 2001. Disponível em: <<http://galileu.iph.ufrgs.br/joel/iph014/Gerdre.pdf>> Acesso em: 01Nov. 2011.

Santos, D. M. G. (2000). **Modelação da Poluição Difusa em Águas Superficiais**. Tese de Mestrado. Universidade Nova de Lisboa.

Schueller, T. **Controllingurban runoff**: a practical manual for planning and designing urban BMPs. Washington (DC): Department of Enviromenmtal Programs, 1987.

VON SPERLING, M. **Princípio do Tratamento Biológico de Águas Residuárias**: Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005. 452 p. v.1.

Projeto de Reabilitação da Rodovia SC-114 entre Painel-SC e São Joaquim-SC 1247/00-70-RL-1100. Empresa ENGEVIX S/A, realizado em 2011.

Projeto de Implantação do Contorno Viário de São Joaquim-SC 1247/00-70-RL-1200. Empresa ENGEVIX S/A, realizado em 2011.

APÊNDICES

**APÊNDICE A – CARACTERÍSTICAS DOS
DIVERSOS TIPOS DE DISPOSITIVOS
EMPREGADOS**

Abaixo, seguindo estritamente o Manual de Drenagem de Rodovias fornecido pelo DNIT (2006), serão descritos as principais características dos dispositivos de drenagem que podem ser utilizados em projetos comuns de drenagem de rodovias. O dimensionamento dos mesmos será abordado adiante no corpo do trabalho.

➤ Bueiros

Os bueiros são obras destinadas a permitir a passagem livre das águas que acorrem as estradas. Compõem-se de bocas e corpo.

Corpo é a parte situada sob os cortes e aterros. As bocas constituem os dispositivos de admissão e lançamento, a montante e a jusante, e são compostas de soleira, muro de testa e alas.

No caso de o nível da entrada d'água na boca de montante estar situado abaixo da superfície do terreno natural, a referida boca deverá ser substituída por uma caixa coletora.

Os bueiros podem ser classificados em quatro classes, a saber:

- Quanto à forma da seção;
- Quanto ao número de linhas;
- Quanto aos materiais com os quais são constituídos;
- Quanto à esconsidade.

a) Quanto à forma da seção

São tubulares, quando a seção for circular; celulares, quando a seção transversal for retangular ou quadrada; especial, elipses ou ovoides, quando tiver seções diferentes das citadas anteriormente, como é o caso dos arcos, por exemplo. Para o caso dos bueiros metálicos corrugados, existe uma gama maior de formas e dimensões, entre elas: a circular, a lenticular, a elíptica e os arcos semicirculares ou com raios variáveis (ovoides).

b) Quanto ao número de linhas

São simples, quando só houver uma linha de tubos, de células etc.; duplos e triplos, quando houver 2 ou 3 linhas de tubos, células etc. Não são recomendáveis números maiores de linhas por provocar alagamento em uma faixa muito ampla.

c) Quanto aos materiais com os quais são constituídos

Os materiais atualmente usados para a construção de bueiros no DNIT são de diversos tipos: concreto simples, concreto armado, chapa metálica corrugada ou polietileno de alta densidade, PEAD, além do PRFV – plástico reforçado de fibra de vidro.

Nas bocas, alas e caixas coletoras usa-se alvenaria de pedra argamassada, com recobrimento de argamassa de cimento e areia, ou blocos de concreto de cimento, além de concreto pré-moldado.

d) Quanto à esconsidade

A esconsidade é definida pelo ângulo formado entre o eixo longitudinal do bueiro e a normal ao eixo longitudinal da rodovia. Os bueiros podem ser: normais - quando o eixo do bueiro coincidir com a normal ao eixo da rodovia; Esconsos - quando o eixo longitudinal do bueiro fizer um ângulo diferente de zero com a normal ao eixo da rodovia.

➤ Pontilhões

Os pontilhões são obras usadas para a transposição de talvegues nos casos em que, por imposição da descarga de projeto ou do greide projetado, não possam ser construídos bueiros.

Os elementos necessários ao projeto dos pontilhões são os mesmos das pontes com exceção do tempo de recorrência que, no caso dos pontilhões, se considera em geral inferior ao das pontes.

Esse valor está relacionado ao menor risco a temer com referência à destruição da obra ou interrupção do tráfego.

➤ Pontes

São obras-de-arte destinadas a vencer os talvegues formados pelos cursos d'água, cuja transposição não pode ser feita por bueiros e pontilhões.

Por sua maior importância e pelas suas extensões estas obras exigem estruturas mais complexas do que as usadas nos pontilhões e, por esta razão, no seu

dimensionamento os procedimentos de cálculo deverão ser mais rigorosos.

Elementos de Projeto:

- Tempos de recorrência;
- Dimensionamento hidráulico;
- Determinação do vão.

➤ Valetas de Proteção de Corte

As valetas de proteção de cortes têm como objetivo interceptar as águas que escorrem pelo terreno natural a montante, impedindo-as de atingir o talude de corte.

As valetas de proteção serão construídas em todos os trechos em corte onde o escoamento superficial proveniente dos terrenos adjacentes possa atingir o talude, comprometendo a estabilidade do corpo estradal.

As valetas de proteção de corte podem ser trapezoidais, retangulares ou triangulares, conforme indicado na Figura 38, na Figura 39 na Figura 40 .

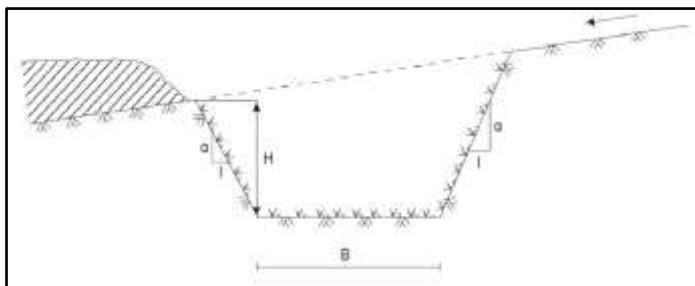


Figura 38 - Esquema de valeta de proteção de corte trapezoidal.

Fonte: DNIT (2006).

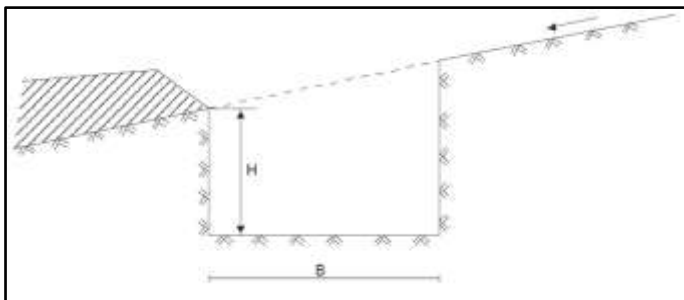


Figura 39 - Esquema de valeta de proteção de corte retangular.

Fonte: DNIT (2006).

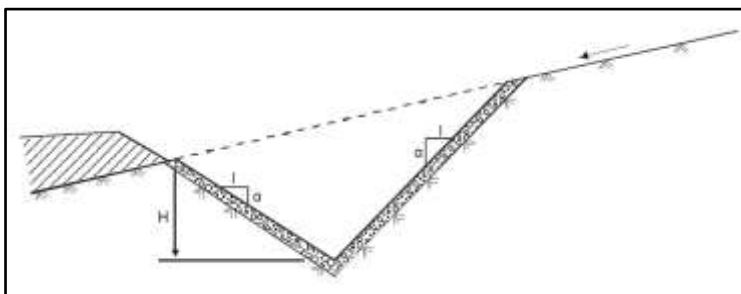


Figura 40 - Esquema de valeta de proteção de corte triangular.

Fonte: DNIT (2006).

As valetas com forma trapezoidal são mais recomendáveis por apresentarem maior eficiência hidráulica.

Acontece na prática, não raro, a necessidade de retirada da água da valeta de proteção de corte para a sarjeta ou para a caixa coletora de um bueiro de greide, devido às seguintes particularidades:

- Quando nos cortes muito extensos e de pequena declividade o comprimento crítico da valeta for atingido, o que obrigaria a construção de seção com grandes dimensões;
- Quando o terreno a montante da valeta apresentar um talvegue secundário bem definido, ocasionando a concentração de água num único local;
- Quando o perfil longitudinal da valeta apresentar-se sinuoso com vários pontos baixos, obrigando, para que haja um escoamento contínuo, a grandes profundidades da valeta.

Nesses casos, o dispositivo de saída d'água da valeta de proteção de corte para a plataforma é comumente denominado descida d'água. Essas descidas d'água em geral são construídas em degraus, como mostra a Figura 41, ou através de "rápidos" com anteparos.

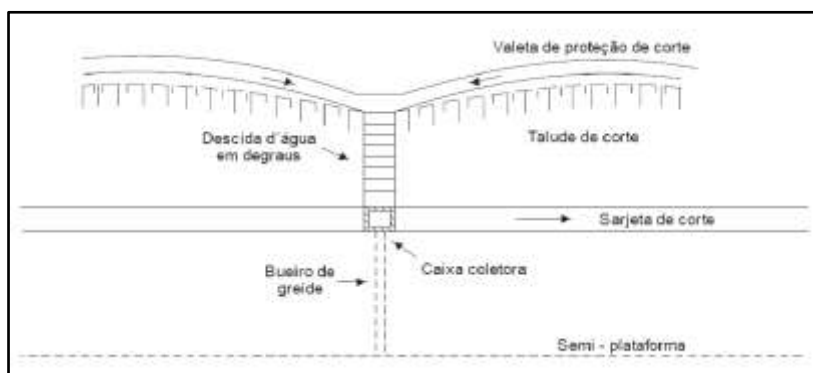


Figura 41 - Esquema de valeta de proteção de corte com descida d'água em degraus.

Fonte: DNIT (2006).

➤ Valetas de Proteção de Aterro

As valetas de proteção de aterros têm como objetivo interceptar as águas que escoam pelo terreno a montante, impedindo-as de atingir o pé do talude de aterro. Além disso, têm a finalidade de receber as águas das sarjetas e valetas de corte, conduzindo-as com segurança ao dispositivo de transposição de talvegues.

➤ Sarjetas de Corte

A sarjeta de corte tem como objetivo captar as águas que se precipitam sobre a plataforma e taludes de corte e conduzi-las, longitudinalmente à rodovia, até o ponto de transição entre o corte e o aterro, de forma a permitir a saída lateral para o terreno natural ou para a valeta de aterro, ou então, para a caixa coletora de um bueiro de greide.

As sarjetas devem localizar-se em todos os cortes, sendo construídas à margem dos acostamentos, terminando em pontos de saída convenientes (pontos de passagem de corte para aterro ou caixas coletoras). Podem ter formato triangular ou trapezoidal, possuir recobrimento ou não.

Abaixo exemplifica-se uma sarjeta trapezoidal com “capa”:

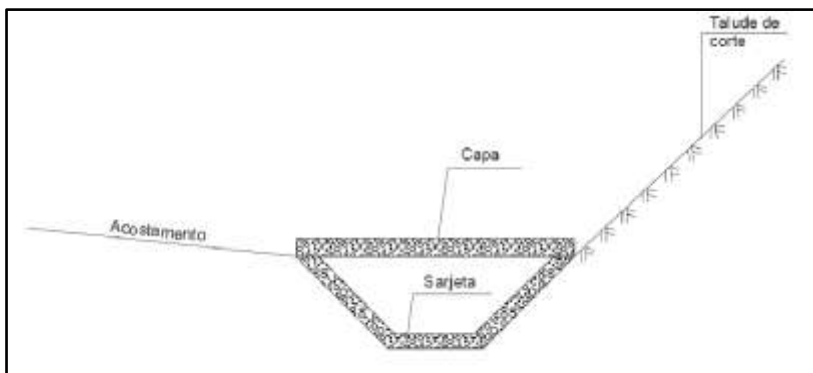


Figura 42 - Esquema de sarjeta trapezoidal com capa.

Fonte: DNIT (2006).

Quando a seção triangular não atender à vazão para a descarga de projeto, ou em caso de cortes em rocha pela facilidade de execução, pode-se optar pela sarjeta retangular. Usa-se nesse caso também o meio fio de proteção com a mesma finalidade já citada, conforme indicado na Figura 43.

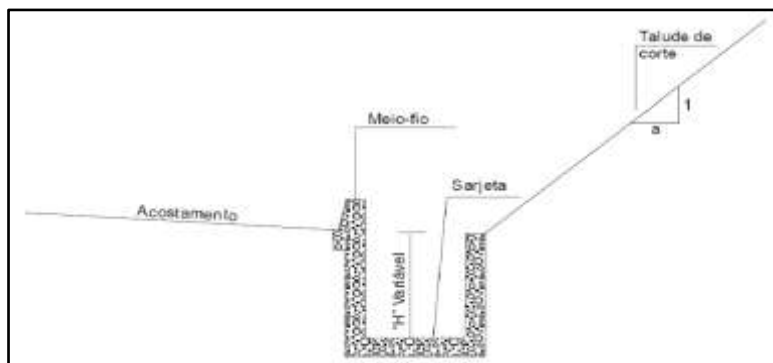


Figura 43 - Esquema de sarjeta retangular.

Fonte: DNIT (2006).

Neste caso tem-se a vantagem de poder variar sua profundidade ao longo do percurso, proporcionando uma declividade mais acentuada que o greide da rodovia, aumentando assim sua capacidade hidráulica.

➤ Sarjetas em Aterro

A sarjeta de aterro tem como objetivo captar as águas precipitadas sobre a plataforma, de modo a impedir que provoquem erosões na borda do acostamento e/ou no talude do aterro, conduzindo-as ao local de deságue seguro.

A sarjeta de aterro tem como objetivo captar as águas precipitadas sobre a plataforma, de modo a impedir que provoquem erosões na borda do acostamento e/ou no talude do aterro, conduzindo-as ao local de deságue seguro.

A indicação da sarjeta de aterro deve fundamentar-se nas seguintes situações:

- Trechos onde a velocidade das águas provenientes da pista provoque erosão na borda da plataforma;
- Trechos onde, em conjunto com a terraplenagem, for mais econômica a utilização da sarjeta, aumentando com isso a altura necessária para o primeiro escalonamento de aterro;
- Interseções, para coletar e conduzir as águas provenientes dos ramos, ilhas, etc.

Sendo a sarjeta de aterro um dispositivo que pode comprometer a segurança do tráfego, cuidados especiais

devem ser tomados quanto ao posicionamento e à seção transversal a ser utilizada, de modo a garantir a segurança dos veículos em circulação.

Um tipo de sarjeta de aterro muito usado atualmente nas rodovias federais, estaduais, interseções e trechos urbanos é o meio-fio-sarjeta conjugados.

Em situações eventuais, no caso de ser possível considerar um alargamento temporário do acostamento, o tipo meio-fio simples também poderá ser usado.

Abaixo na Figura 44 e na Figura 45 esquemas que demonstram os dois tipos de sarjeta de proteção de aterro citados acima:

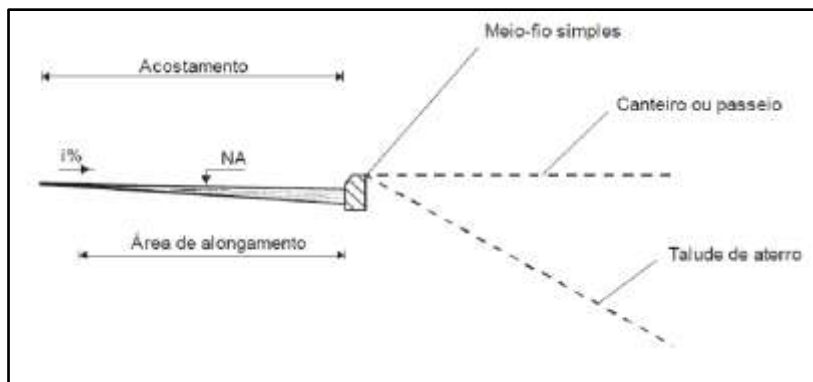


Figura 44 – Sarjeta com meio-fio simples.

Fonte: DNIT (2006).

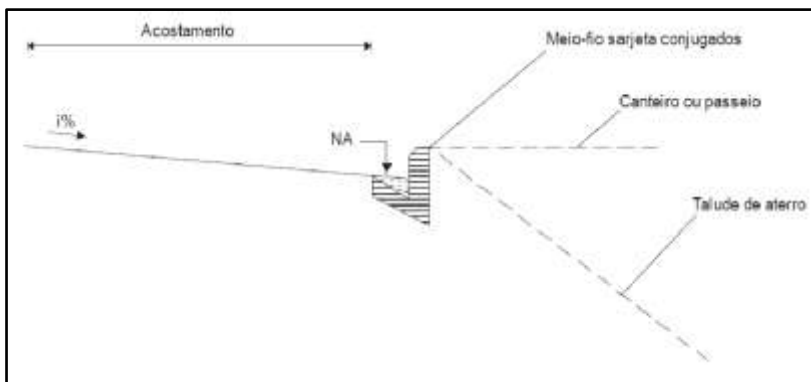


Figura 45 – Meio-fio-sarjeta conjugados.

Fonte: DNIT (2006).

➤ Valeta do Canteiro Central

Quando uma rodovia for projetada em pista dupla, isto é, onde as pistas são separadas por um canteiro central côncavo, torna-se necessário drená-lo superficialmente através de um dispositivo chamado de valeta do canteiro central. (Figura 46).

Esta valeta tem como objetivo captar as águas provenientes das pistas e do próprio canteiro central e conduzi-las longitudinalmente até serem captadas por caixas coletoras de bueiros de greide.

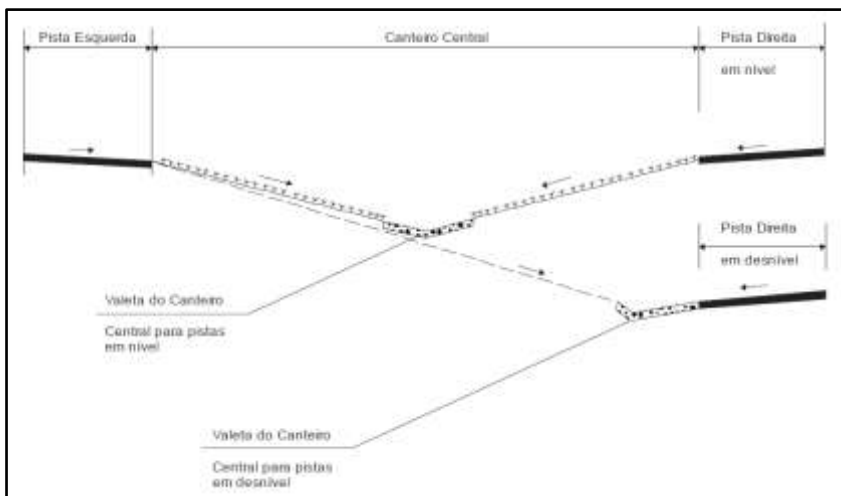


Figura 46 – Sarjeta do canteiro central.

Fonte: DNIT (2006).

➤ Descidas D'água

As descidas d'água têm como objetivo conduzir as águas captadas por outros dispositivos de drenagem, pelos taludes de corte e aterro, conforme apresentado na Figura 47.

Tratando-se de cortes, as descidas d'água têm como objetivo principal conduzir as águas das valetas quando atingem seu comprimento crítico, ou de pequenos talvegues, desaguando numa caixa coletora ou na sarjeta de corte.

No aterro, as descidas d'água conduzem as águas provenientes das sarjetas de aterro quando é atingido seu

comprimento crítico, e, nos pontos baixos, através das saídas d'água, desaguando no terreno natural.

As descidas d'água também atendem, no caso de cortes e aterros, às valetas de banquetas quando é atingido seu comprimento crítico e em pontos baixos.

Não raramente, devido à necessidade de saída de bueiros elevados desaguando no talude do aterro, as descidas d'água são necessárias visando conduzir o fluxo pelo talude até o terreno natural.

Posicionam-se sobre os taludes dos cortes e aterros seguindo as suas declividades e também na interseção do talude de aterro com o terreno natural nos pontos de passagem de corte-aterro.

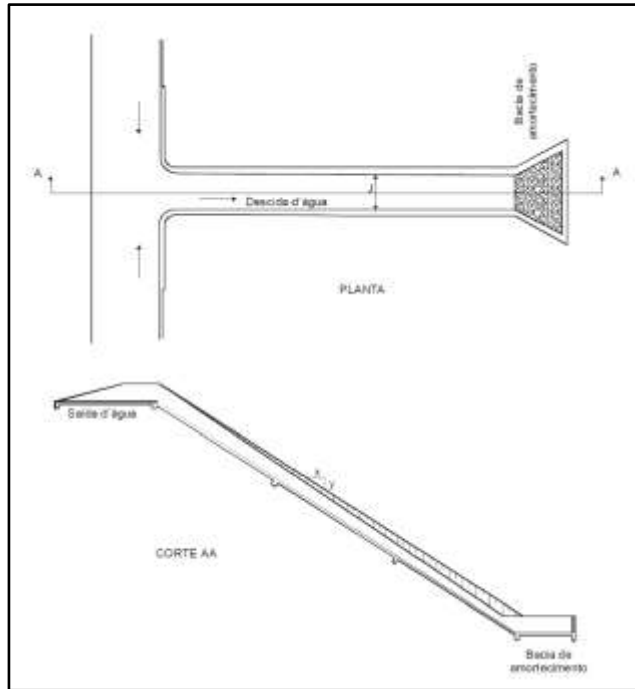


Figura 47 - Descida d'água tipo rápido.

Fonte: DNIT (2006).

As descidas d'água podem ter a seção de vazão das seguintes formas:

- Retangular, em calha tipo rápido ou em degraus;
- Semicircular ou meia cana, de concreto ou metálica ;
- Em tubos de concreto ou metálicos.

É desaconselhável a seção de concreto em módulos, pois a ação dinâmica do fluxo pode acarretar o descalçamento e o desjuntamento dos módulos, o que rapidamente atingiria o talude, o erodindo.

➤ Saídas D'água

As saídas d'água, nos meios rodoviários também denominados de entradas d'água, são dispositivos destinados a conduzir as águas coletadas pelas sarjetas de aterro lançando as nas descidas d'água. São, portanto, dispositivos de transição entre as sarjetas de aterro e as descidas d'água.

Localizam-se na borda da plataforma, junto aos acostamentos ou em alargamentos próprios para sua execução, nos pontos onde é atingido o comprimento crítico da sarjeta, nos pontos baixos das curvas verticais côncavas, junto às pontes, pontilhões e viadutos e, algumas vezes, nos pontos de passagem de corte para aterro (Figura 48).

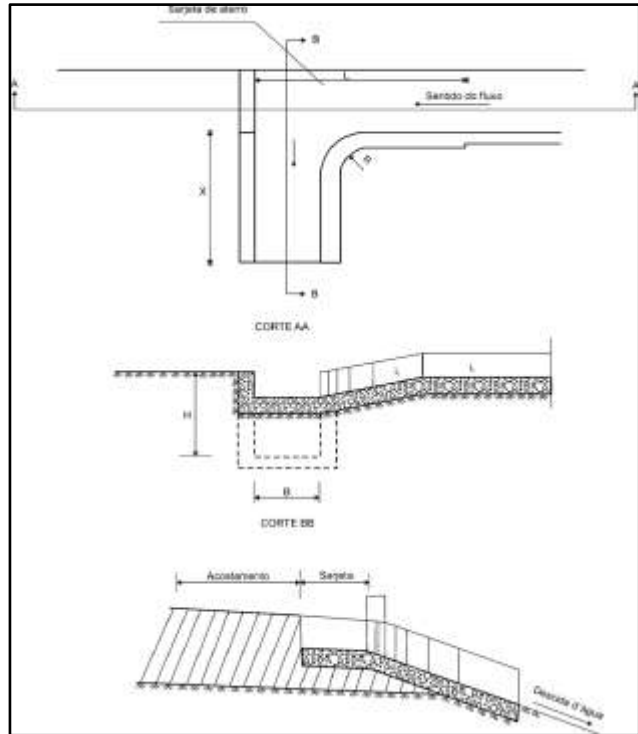


Figura 48 - Saída d'água.

Fonte: DNIT (2006).

➤ **Caixas Coletoras**

As caixas coletoras têm como objetivos principais:

- Coletar as águas provenientes das sarjetas e que se destinam aos bueiros de greide;
- Coletar as águas provenientes de áreas situadas a montante de bueiros de transposição de talvegues, permitindo sua construção abaixo do terreno natural;

- Coletar as águas provenientes das descidas d'água de cortes, conduzindo-as ao dispositivo de deságue seguro;
- Permitir a inspeção dos condutos que por elas passam, com o objetivo de verificação de sua funcionalidade e eficiência;
- Possibilitar mudanças de dimensão de bueiros, de sua declividade e direção, ou ainda quando a um mesmo local concorre mais de um bueiro.

As caixas coletoras, quanto à sua função, podem ser: caixas coletoras, caixas de inspeção ou caixas de passagem e, quanto ao fechamento, podem ser com tampa ou abertas.

As caixas com tampa, em forma de grelha, são indicadas quando tem a finalidade coletora, sendo localizadas em pontos que possam afetar a segurança do tráfego ou se destinem a coletar águas contendo sólidos em volume apreciável e que possam obstruir os bueiros ou coletores.

As caixas com tampa removível são indicadas quando têm a finalidade de inspeção e de passagem.

As caixas abertas são indicadas quando têm finalidade coletora e localizam-se em pontos que não comprometam a segurança do tráfego.

➤ Bueiros de Greide

Os bueiros de greide são dispositivos destinados a conduzir para locais de deságue seguro as águas captadas pelas caixas coletoras.

O corpo do bueiro de greide é constituído em geral de tubos de concreto armado ou metálicos, obedecendo às mesmas considerações formuladas para os bueiros de transposição de talvegues.

A boca será construída à jusante, ao nível do terreno ou no talude de aterro, sendo neste caso necessário construir uma descida d'água geralmente dotada de bacia de amortecimento.

➤ Dissipadores de Energia

Dissipadores de energia, como o nome indica, são dispositivos destinados a dissipar energia do fluxo d'água, reduzindo conseqüentemente sua velocidade, quer n escoamento através do dispositivo de drenagem, quer no deságue para o terreno natural.

Os dissipadores de energia classificam-se em dois grupos:

- Dissipadores localizados;
- Dissipadores contínuos.

As bacias de amortecimento, ou dissipadores localizados, são obras de drenagem destinadas, mediante a dissipação de energia, a diminuir a velocidade da água quando esta passa de um dispositivo de drenagem superficial qualquer para o terreno natural, de modo a evitar o fenômeno da erosão.

As bacias de amortecimento serão instaladas de um modo geral nos seguintes locais:

- No pé das descidas d'água nos aterros;

- Na boca de jusante dos bueiros;
- Na saída das sarjetas de corte, nos pontos de passagem de corte-aterro.

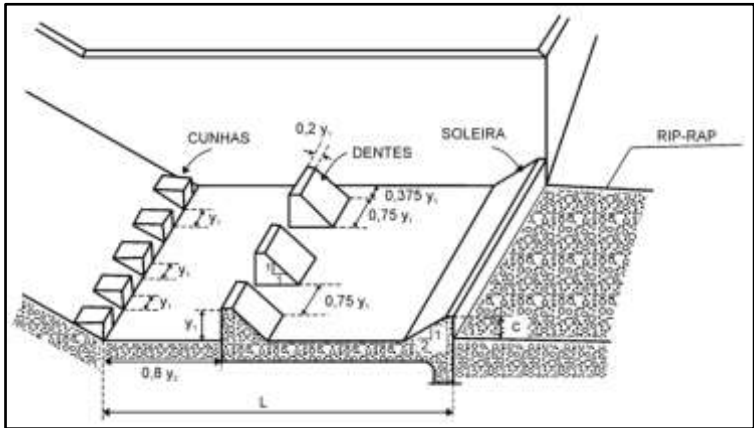


Figura 49 – Esquema de um dissipador localizado.

Fonte: DNIT (2006).

O dissipador contínuo tem como objetivo, mediante a dissipação de energia, diminuir a velocidade da água continuamente ao longo de seu percurso, de modo a evitar o fenômeno da erosão em locais que possa comprometer a estabilidade do corpo estradal.

Localizam-se em geral nas descidas d'água, na forma de degraus, e ao longo do aterro, de forma que a água precipitada sobre a plataforma seja conduzida pelo talude, de forma contínua, sem criar preferências e, portanto, não o afetando (Figura 50).

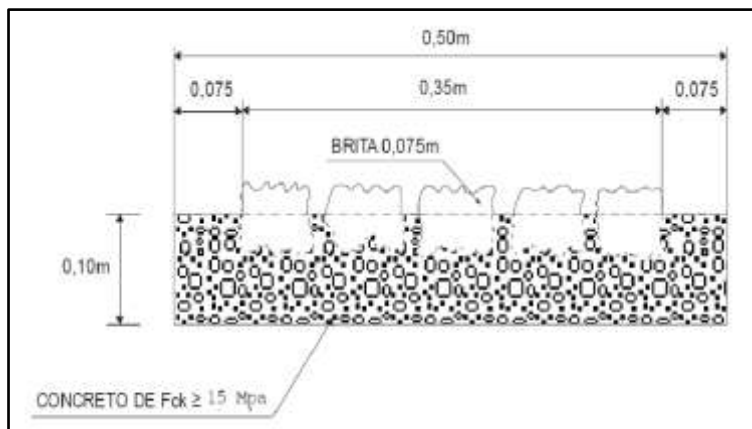


Figura 50 – Esquema de um dissipador contínuo.

Fonte: DNIT (2006).

➤ Escalonamento de Taludes

O escalonamento de taludes tem como objetivo evitar que as águas precipitadas sobre a plataforma e sobre os taludes, atinjam, através do escoamento superficial, uma velocidade acima dos limites de erosão dos materiais que os compõe.

As banquetas neste caso são providas de dispositivos de captação das águas, sarjetas de banquetas, que conduzirão as águas ao deságue seguro.

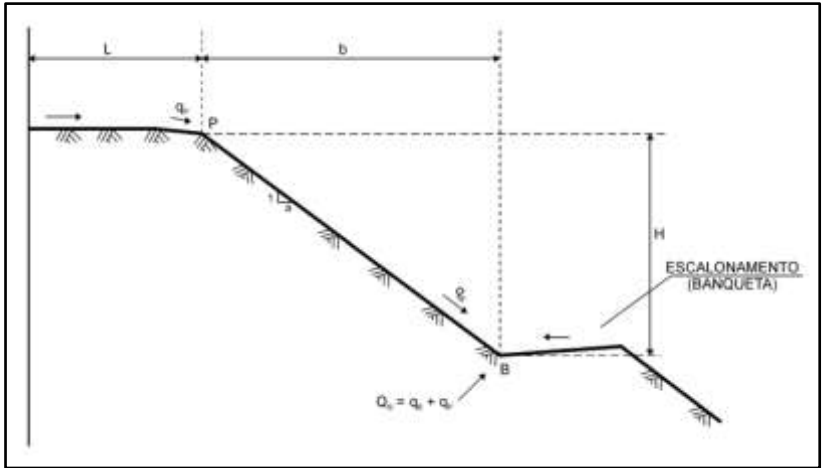


Figura 51 – Esquema de um escalonamento de talude.

Fonte: DNIT (2006).

Onde:

- L = largura da plataforma que contribui para o escoamento no talude;
 - b = projeção horizontal do talude;
 - a = parâmetro definidor da declividade do talude;
 - H = altura máxima do primeiro escalonamento;
 - q_b = descarga da plataforma no ponto P, m^3/s ;
 - q_p = descarga do talude no ponto B, m^3/s ;
 - $Q_B = q_b + q_p$ = descarga total no ponto B, m^3/s .
- Corta-Rios

Os corta-rios são canais de desvio abertos com a finalidade de: (Figura 52).

- Evitar que um curso d'água existente interfira com a diretriz da rodovia, obrigando a construção de sucessivas obras de transposição de talvegues;
- Afastar as águas que ao serpentear em torno da diretriz da estrada, coloquem em risco a estabilidade dos aterros;
- Melhorar a diretriz da rodovia.

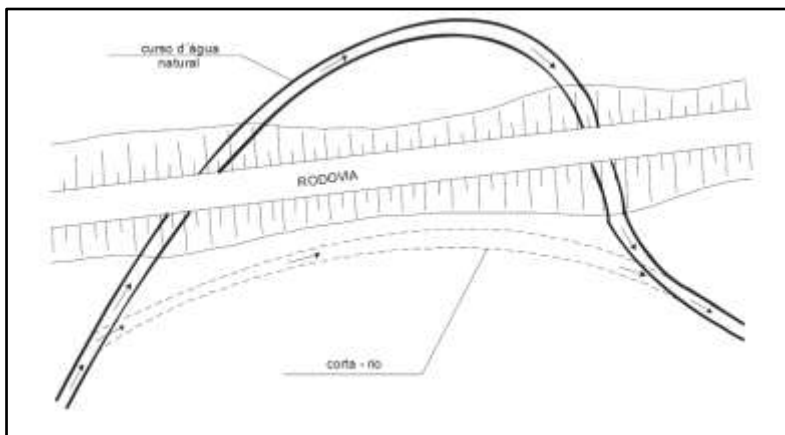


Figura 52 – Esquema de um corta-rios.

Fonte: DNIT (2006).

➤ Drenagem de Alívio de Muros de Arrimo

A drenagem interna de estruturas de arrimo tem por objetivo aliviar as pressões hidrostáticas e hidrodinâmicas do lençol d'água porventura existente no maciço a ser arrimado, nas proximidades da obra, de modo

a diminuir o empuxo total sobre ela. O efeito da água em contato com a estrutura é apreciável, chegando a dobrar o empuxo calculado para o solo sem água .

O nível d'água no maciço e a vazão d'água a ser percolada através do sistema de drenagem são elementos vitais para o projeto da drenagem.

O sistema de drenagem serve ainda para captar possíveis infiltrações devidas a rupturas em canalizações de serviços públicos, causa comum de colapso de obras de arrimo em áreas urbanas.

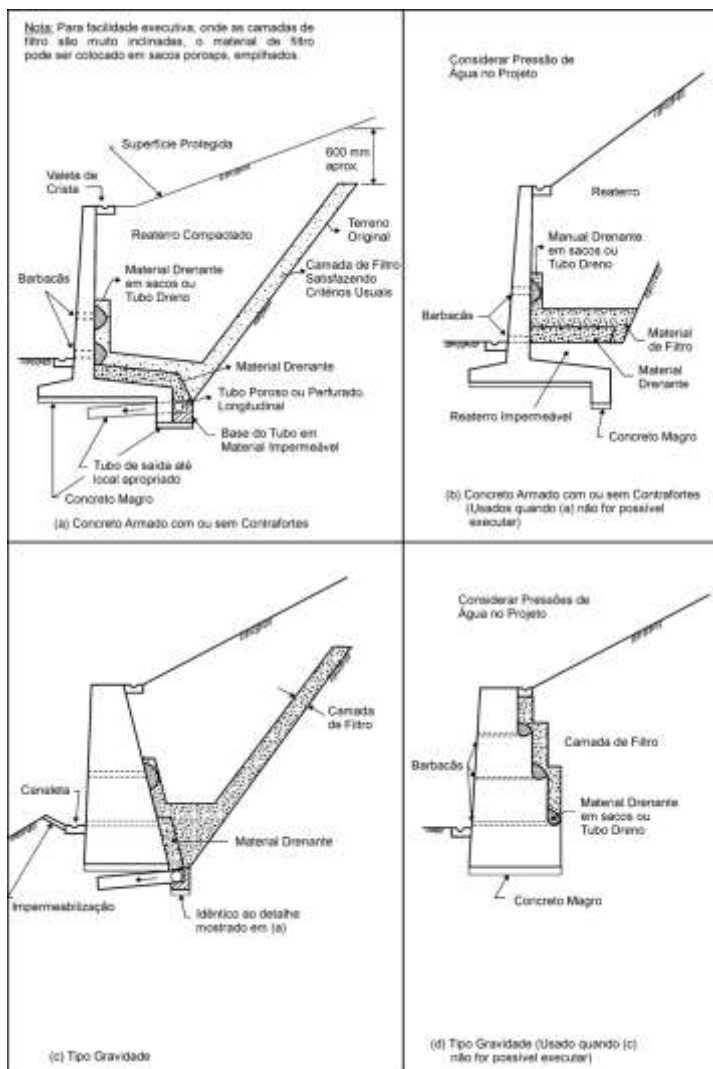


Figura 53 – Esquemas de um drenos em muros arrimo.

Fonte: DNIT (2006).

➤ Drenagem do Pavimento

O objetivo dessa técnica é defender o pavimento das águas que possam danificá-lo.

Essas águas, de um modo geral, são de duas procedências: infiltrações diretas das recepações pluviométricas e provenientes de lençóis d'água subterrâneos.

Essas águas, que atravessam os revestimentos numa taxa variando de 33 a 50 % nos pavimentos com revestimentos asfálticos e de 50 a 67 % nos pavimentos de concreto cimento, segundo pesquisa realizada, podem causar sérios danos à estrutura do pavimento, inclusive base e sub-base, se não forem adotadas dispositivo especial para drená-las.

Os diferentes tipos de drenos de pavimento são:

- Camada drenante - é uma camada de material granular, com granulometria apropriada colocada logo abaixo do revestimento, seja ele asfáltico ou de concreto de cimento, com a finalidade de drenar as águas infiltradas para fora da pista de rolamento.
- Drenos rasos longitudinais - são drenos que recebem as águas drenadas pela camada drenante, aliviadas pelos drenos laterais e transversais que recebem as águas por ele transportadas, quando atingida sua capacidade de vazão, conduzindo-as para fora da faixa estradal.
- Drenos laterais de base - são drenos que

tem a função de recolher as águas que se infiltram na camada de base, sendo usualmente utilizados nas situações em que o material da base dos acostamentos apresenta baixa permeabilidade, encaminhando-as para fora da plataforma.

- Drenos transversais - são os drenos posicionados transversalmente à pista de rolamento em toda a largura da plataforma, sendo, usualmente, indicada sua localização nos pontos baixos das curvas côncavas, ou em outros locais onde se necessitar drenar as base permeáveis.

➤ Drenos Profundos

Os drenos profundos têm por objetivo principal interceptar o fluxo da água subterrânea através do rebaixamento do lençol freático, impedindo-o de atingir o subleito.

Os drenos profundos são instalados, preferencialmente, em profundidades da ordem de 1,50 a 2,00m, tendo por finalidade captar e aliviar o lençol freático e, conseqüentemente, proteger o corpo estradal.

Devem ser instalados nos trechos em corte, nos terrenos planos que apresentem lençol freático próximo do subleito, bem como nas áreas eventualmente saturadas próximas ao pé dos taludes.

➤ Drenos em Espinha de Peixe

São drenos destinados à drenagem de grandes áreas, pavimentadas ou não, normalmente usados em série,

em sentido oblíquo em relação ao eixo longitudinal da rodovia ou área a drenar.

Geralmente são de pequena profundidade e, por este motivo, sem tubos, embora possam eventualmente ser usados com tubos.

Podem ser exigidos em cortes, quando os drenos longitudinais forem insuficientes para a drenagem da área.

Podem ser projetados em terrenos que receberão aterros e nos quais o lençol freático estiver próximo da superfície.

Podem também ser necessários nos aterros quando o solo natural for impermeável.

Conforme as condições existentes podem desaguar livremente ou em drenos longitudinais, conforme se vê na Figura 54.

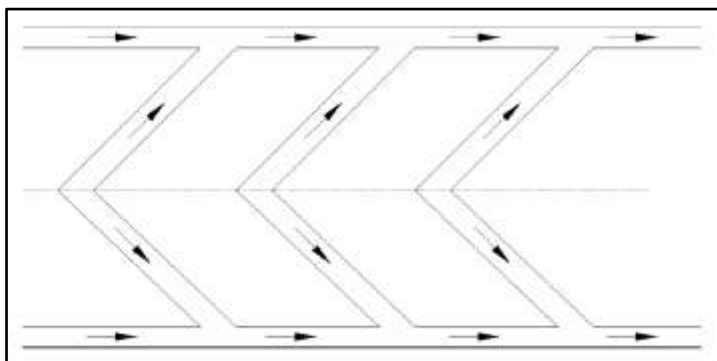


Figura 54 – Drenos espinhas de peixe.

Fonte: DNIT (2006).

➤ Colchão Drenante

O objetivo das camadas drenantes é drenar as águas, situadas a pequena profundidade do corpo estradal, em que o volume não possa ser drenado pelos dreno "espinha de peixe".

São usadas:

- Nos cortes em rocha;
- Nos cortes em que o lençol freático estiver próximo do greide da terraplenagem;
- Na base dos aterros onde houver água livre próximo ao terreno natural;
- Nos aterros constituídos sobre terrenos impermeáveis.

A remoção das águas coletadas pelos colchões drenantes deverá ser feita por drenos longitudinais.

➤ Drenos Sub-Horizontais

Os drenos sub-horizontais são aplicados para a prevenção e correção de escorregamentos nos quais a causa determinante da instabilidade é a elevação do lençol freático ou do nível piezométrico de lençóis confinados. No caso de escorregamentos de grandes proporções, geralmente trata-se da única solução econômica a se recorrer.

São constituídos por tubos providos de ranhuras ou orifícios na sua parte superior, introduzidos em perfurações executadas na parede do talude, com inclinação próxima à horizontal. A Figura 55 e a Figura 56 mostram um dreno típico. Estes tubos drenam a água do

lençol ou lençóis, aliviando a pressão nos poros. Considera-se mais importante que o alívio da pressão a mudança da direção do fluxo d'água, orientando-se assim a percolação para uma direção que contribui para o aumento da estabilidade.

Em solos ou rochas permeáveis ou muito fraturadas a vazão pode ser grande, enquanto que em solos menos permeáveis a vazão pode ser pequena ou nula, embora o alívio de pressão esteja presente; neste caso as vazões podem ser tão pequenas que a água recolhida evapora ao longo de seu caminho no interior do tubo, sendo porém seu efeito positivo.

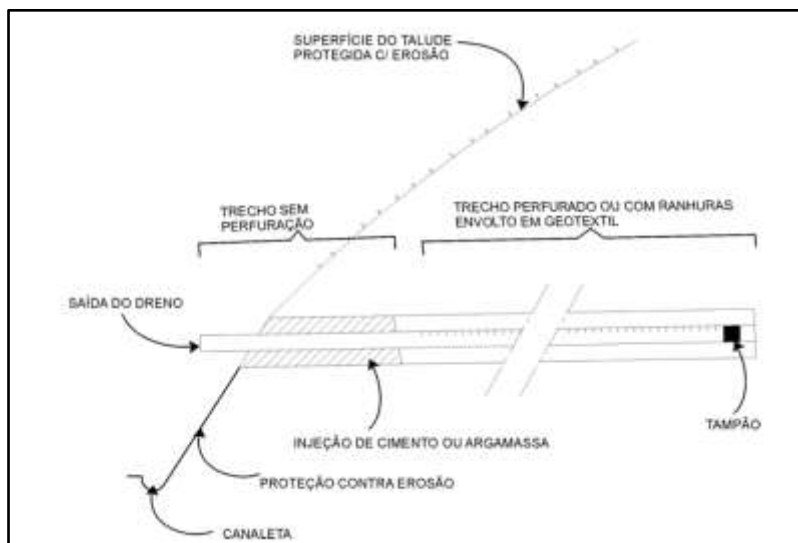


Figura 55 – Elementos de um dreno sub-horizontal.

Fonte: DNIT (2006).

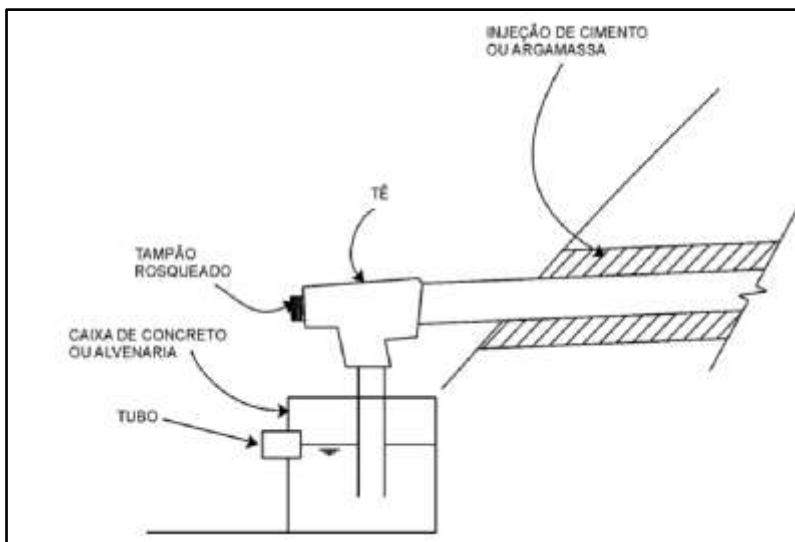


Figura 56 – Dreno sub-horizontal com controle na saída.

Fonte: DNIT (2006).

➤ Valetões Laterais

Existem casos em que se recomendam os valetões laterais formados a partir do bordo do acostamento, sendo este valetão constituído, de um lado, pelo acostamento, e do outro pelo próprio talude do corte, processo este designado por falso aterro.

Não obstante a economia obtida no sistema de drenagem, a estrada ficará sem acostamento confiável na época das chuvas e nos tempos secos terá um acostamento perigoso, face à rampa necessária, a não ser que hajam alargamentos substanciais, o que equivale a dizer que os valetões laterais vão funcionar independentemente da plataforma da rodovia.

O dispositivo (valetão lateral), por outro lado, em regiões planas, pode exercer sua dupla função sem dificuldade, visto poder trabalhar como sarjeta e dreno profundo, ao mesmo tempo.

➤ Drenos Verticais

A eventual necessidade de executar um trecho rodoviário com aterros sobre depósitos de solos moles, tais como: siltes ou argilas orgânicas, argilas sensíveis e turfas pode representar problemas de solução difícil e onerosa e, a fim de reduzir os custos de implantação, deve-se realizar cuidadoso exame do assunto na fase de projeto.

Entre a extensa gama de soluções possíveis de utilização, que vão da remoção do solo por escavação ou deslocamento até as técnicas construtivas, ou seja, velocidade de construção controlada, pré-adensamento, bermas estabilizadoras, etc., aparecem os drenos verticais de areia, drenos cartão e os drenos fibro-químicos.

A opção pela solução mais favorável técnica e econômica, deve ser precedida de um amplo estudo de campo e laboratório e de um criterioso estudo comparativo de custos.

Sob o ponto de vista técnico-econômico, a garantia da estabilidade dos aterros construídos sobre depósitos de argila mole saturada pode, normalmente, ser alcançada com o uso da velocidade de compressão controlada ou pré-adensamento, usando, algumas vezes, uma sobrecarga que, ao reduzir os recalques pós-construtivos, vai contribuir para o aumento da resistência ao cisalhamento e, assim, atender ao equilíbrio do maciço.

Muitas vezes, porém, os depósitos de solos compressíveis são, além de espessos, de baixa condição de permeabilidade, fazendo com que o adensamento se produza de modo muito lento, tornando então recomendável, para a aceleração desse processo de adensamento, o uso de drenos verticais de areia ou drenos fibro-químicos.

➤ Sarjetas

As sarjetas em trecho urbano têm como objetivo conduzir as águas que se precipitam sobre a plataforma da rodovia e áreas adjacentes ao ponto de captação que normalmente é uma boca de lobo.

A capacidade de esgotamento de uma boca de lobo, sua localização e espaçamento, qualquer que seja o seu tipo, conforme visto no item anterior, depende da altura d'água no trecho da sarjeta imediatamente a montante da boca de lobo, isto é, em suma, da capacidade de vazão da sarjeta. Se esta estiver localizada em trecho de declividade uniforme, a altura d'água na sarjeta dependerá das suas características de escoamento como conduto livre. Tais características incluem a seção transversal, a declividade e a rugosidade da sarjeta e as superfícies do pavimento sobre as quais a água escoar.

➤ Bocas de Lobo

Bocas de lobo são dispositivos especiais que têm a finalidade de captar as águas pluviais que escoam pelas sarjetas para, em seguida, conduzi-las às galerias subterrâneas.

Basicamente, podem ser classificados em dois tipos, a saber:

- Boca de lobo simples, isto é, com abertura no meio-fio, caso em que a caixa coletora fica situada sob o passeio, Figura 57 (a) ;
- Boca de lobo com grelha, caso em que a caixa coletora fica situada sob a faixa da sarjeta, Figura 57 (b).

Em casos especiais pode haver uma combinação dos dois tipos, Figura 57 (c).

Além desses tipos, podem ainda ser classificados quanto à localização em:

- Bocas-de-lobo situadas em pontos intermediários das sarjetas;
- Bocas-de-lobo situadas em pontos baixos das sarjetas.

No primeiro caso, as bocas de lobo localizam-se em trechos contínuos e de declividade uniformes das sarjetas e a entrada das águas pluviais se dá através de apenas uma das extremidades da boca de lobo.

No segundo caso, a boca de lobo localiza-se em pontos baixos das sarjetas ou junto à curvatura dos meios-fios, no cruzamento de ruas, e a entrada das águas pluviais ocorre pelas duas extremidades da boca de lobo.

A boca de lobo simples é constituída de uma abertura vertical no meio-fio denominada guia-chapéu, através da qual se permite a entrada da água pluvial que escoar sobre as sarjetas.

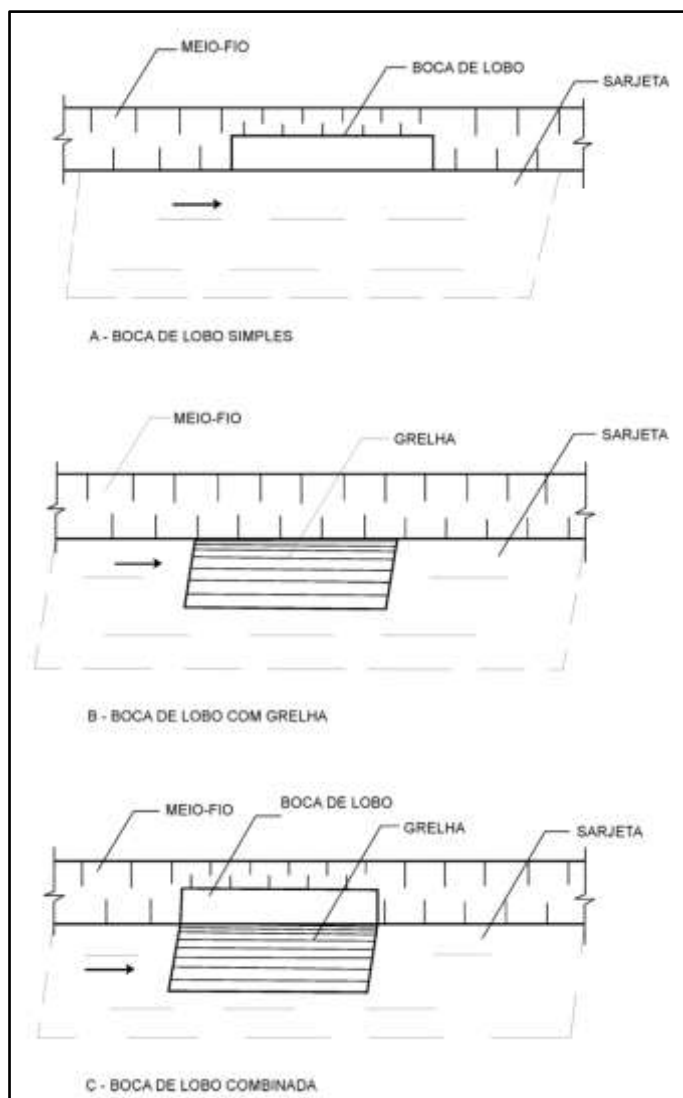


Figura 57 – Diferentes tipos de boca de lobo.

Fonte: DNIT (2006).

A capacidade de esgotamento de uma boca de lobo simples é função da rapidez com que se processa a mudança de direção do fluxo na sarjeta.

Portanto, aumentando-se, por exemplo, esta altura de fluxo, através de uma depressão na sarjeta junto à face do meio-fio, a capacidade de esgotamento da boca de lobo será substancialmente aumentada.

A principal vantagem da boca de lobo simples é que as obstruções por detritos, embora sejam inevitáveis, são menos frequentes, por serem as aberturas maiores. A desvantagem principal é a baixa eficiência quando utilizada em sarjetas com declividades longitudinais acentuadas.

A boca de lobo com grelha possui, uma abertura coberta com barras metálicas longitudinais ou transversais formando grelhas.

As grelhas podem ser longitudinais ou transversais, segundo estejam localizadas paralela ou perpendicularmente em relação à direção do escoamento.

A principal desvantagem das grelhas é a sua obstrução com detritos transportados pelas enxurradas, acarretando redução substancial em sua capacidade de esgotamento.

Numerosas experiências têm mostrado que as grelhas constituídas de barras longitudinais são mais eficientes e menos sujeitas às obstruções do que aquelas compostas por barras transversais.

A boca de lobo combinada é uma associação entre a boca de lobo simples e a grelha, funcionando como um conjunto único.

Localiza-se em pontos intermediários das sarjetas ou em pontos baixos, sendo que normalmente a grelha é instalada defronte a abertura do meio-fio, podendo também ser colocada a montante ou a jusante.

Ensaio de laboratório revelaram que na boca de lobo combinada, enquanto não houver obstrução da grelha, a abertura no meio-fio pouco influi em sua capacidade.

Quando ocorre qualquer obstrução, porém, essa abertura torna-se importante para o funcionamento da boca de lobo. Se a grelha for colocada à jusante da abertura, obtém-se melhores resultados.

➤ Poços de Visita

Os poços de visita são dispositivos especiais que têm a finalidade de permitir mudanças ou das dimensões das galerias ou de sua declividade e direção. São dispositivos também previstos quando, para um mesmo local, concorrem mais de um coletor. Têm ainda o objetivo de permitir a limpeza nas galerias e a verificação de seu funcionamento e eficiência.

Após o dimensionamento e localização das bocas de lobo e sarjetas, devem ser posicionados os poços de visita que atenderão às bocas de lobo projetadas e demais casos particulares, conforme descrito acima.

**APÊNDICE B – DADOS DE CHUVA
MÉDIA MENSAL E ANUAL DA
ESTAÇÃO SÃO JOAQUIM – 2849014**

Tabela 14 – Chuva média mensal na Estação São Joaquim.

ANO	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	NDCA
1961	134,50	290,50	243,70	161,80	63,40	139,10	119,90	93,00	320,50	259,00	173,50	140,30	137
1962	76,50	73,60	75,80	51,80	95,10	64,90	124,90	87,40	108,30	115,10	108,20	48,20	102
1963	265,60	225,30	178,60	49,10	55,80	30,00	78,90	311,60	215,10	230,60	162,50	130,90	116
1964	94,70	186,70	120,20	129,60	44,30	118,10	81,00	130,20	170,80	142,40	28,30	138,40	112
1965	176,70	60,00	143,60	80,50	93,50	52,60	120,10	513,10	336,00	138,00	60,80	83,10	124
1966	117,20	106,40	71,60	48,90	12,60	61,20	58,10	89,10	139,40	130,10	101,20	112,50	134
1967	153,50	167,00	129,30	73,10	39,50	79,50	107,10	168,40	335,90	183,80	114,50	93,60	115
1968	97,70	104,20	162,60	96,60	11,10	46,80	168,90	7,00	183,20	126,40	118,20	182,10	87
1969	146,80	145,50	135,30	51,90	68,00	115,00	62,40	68,40	147,80	127,50	157,60	32,60	97
1970	134,00	136,90	131,70	44,60	161,90	197,70	158,90	145,90	122,30	118,90	68,50	177,70	130
1971	173,00	232,00	236,00	176,20	106,30	178,80	149,00	252,00	90,60	79,50	37,00	70,50	145
1972	221,70	225,00	109,00	115,20	44,40	207,40	138,60	254,40	242,10	142,00	140,60	124,10	153
1973	206,00	127,50	49,50	139,00	181,60	189,30	108,10	239,20	183,70	117,30	52,10	89,80	138
1974	123,30	170,70	169,10	31,10	135,40	142,10	88,70	39,90	65,80	114,30	174,20	108,60	123
1975	155,40	132,80	98,40	29,90	90,60	136,50	70,50	146,90	286,70	148,80	93,80	197,80	139
1976	233,90	138,80	251,10	44,50	200,80	84,60	122,80	141,70	69,90	132,60	185,10	216,80	154
1977	157,90	239,10	211,20	77,60	62,70	90,60	173,90	349,80	34,40	150,00	166,20	75,60	161
1978	246,80	92,70	123,40	10,30	54,80	69,50	115,50	54,20	147,20	122,70	112,10	142,30	121
1979	103,90	67,10	145,70	91,40	81,90	30,40	16,40	26,70	42,60	277,50	115,30	134,80	101
1980	63,00	101,50	151,70	36,70	59,80	21,20	27,20	39,00	41,40	110,10	82,40	260,90	81
1981	83,20	199,20	67,90	131,30	31,70	79,90	67,40	81,50	165,40	97,10	127,50	198,90	142
1982	63,60	187,80	114,40	18,90	59,10	277,90	124,40	109,50	87,40	271,40	294,40	100,00	144
1983	258,80	301,60	97,00	152,50	249,00	228,10	736,70	310,00	186,70	83,70	203,20	101,30	178
1984	236,50	129,20	121,70	128,40	94,80	244,50	192,80	298,50	163,60	129,30	158,60	122,90	178
1985	48,50	238,10	79,60	121,50	107,20	106,00	102,40	157,50	120,10	94,00	152,90	71,90	140
1986	199,10	156,70	55,70	192,60	179,50	59,90	81,60	143,80	159,50	135,50	353,30	144,50	175
1987	211,70	194,50	78,60	229,20	345,50	164,30	208,30	223,90	104,60	290,50	55,60	161,60	167
1988	102,00	16,40	123,70	122,30	35,50	37,00	0,10	9,70	90,70	55,70	29,00	102,80	61
1989	249,10	80,90	37,90	62,00	47,30	-	15,20	110,60	218,00	66,40	39,10	54,70	79
1990	276,10	199,80	193,20	257,20	243,10	163,20	103,20	62,10	165,30	259,20	173,10	126,90	166
1991	141,50	61,20	51,10	100,50	50,70	168,00	90,00	128,40	36,80	305,70	166,10	200,40	130
1992	189,20	194,00	97,50	78,80	233,00	105,40	165,10	184,60	146,10	55,10	107,80	85,70	158
1993	233,50	120,50	112,40	127,50	142,70	105,30	373,00	29,00	130,80	107,20	118,60	223,20	175
1994	115,80	208,30	101,50	138,60	213,30	172,50	220,50	34,90	68,00	191,90	136,40	149,80	160
1995	262,70	94,10	76,80	69,30	2,70	149,10	126,70	99,80	158,50	159,30	102,40	36,40	149
1996	289,30	126,10	199,80	60,60	41,40	148,40	153,00	173,80	186,10	120,00	53,50	121,00	150
1997	215,70	278,90	37,30	40,60	50,90	109,60	187,50	233,40	152,40	345,40	298,40	191,80	156
1998	214,00	360,50	183,60	147,40	134,50	72,10	149,20	228,50	254,00	94,00	92,70	122,60	166
1999	156,20	147,50	72,10	104,20	121,30	68,30	171,70	38,80	92,80	107,90	139,60	122,60	159
2000	154,00	145,20	162,00	135,50	119,90	114,50	142,50	84,80	232,20	281,60	112,70	150,20	156
2001	377,50	188,80	102,20	161,00	202,00	137,50	233,40	58,50	161,00	272,50	187,70	127,50	172
2002	133,20	55,70	130,00	117,40	98,30	204,50	149,30	146,10	182,30	278,00	288,40	174,10	164
2003	141,30	227,50	128,30	71,20	118,00	102,90	70,80	46,60	82,50	137,70	126,60	325,10	141
2004	92,90	53,50	128,70	82,10	97,40	46,00	124,00	41,60	245,70	88,30	84,50	38,00	143
2005	89,40	120,10	165,30	103,70	146,90	85,70	89,70	130,80	169,10	269,20	97,20	114,80	156
2006	155,10	54,20	40,30	53,40	57,50	121,90	129,70	197,20	90,80	103,90	250,90	121,90	132
2007	114,00	192,80	230,30	79,40	259,40	82,10	338,20	148,50	173,30	134,10	208,30	162,60	164
2008	196,20	184,90	160,30	214,60	129,50	183,20	53,10	134,80	248,10	382,80	242,80	86,80	173
2009	192,20	111,50	93,10	23,80	114,00	57,00	197,60	255,40	342,70	138,00	247,40	143,20	160
2010	361,80	304,10	176,40	229,70	279,60	140,70	189,30	103,40	246,40	153,80	181,50	181,80	168

Fonte: Autor, 2012.

**APÊNDICE C – DADOS DE
PRECIPITAÇÃO ESTAÇÃO SÃO
JOAQUIM – 2849014**

Tabela 15 – Dados de Precipitação da estação São Joaquim.

N.º	ANO	MÁXIMA PRECIPITAÇÃO DIÁRIA (mm)	N.º DE DIAS CHUVOSOS	PRECIPITAÇÃO ANUAL TOTAL (mm)
1	1961	107,2	96	1826,9
2	1962	52,2	66	1152,6
3	1963	85,2	100	1954,4
4	1964	59,2	77	1354,9
5	1965	126,2	91	1923,2
6	1966	69,2	100	1914,1
7	1967	61,2	85	1374,3
8	1968	68,2	61	1213,2
9	1969	76,2	83	1377,0
10	1970	53,2	78	1639,9
11	1971	113,2	94	1840,8
12	1972	65,1	93	1399,0
13	1973	53,0	87	1322,2
14	1974	66,0	71	1134,1
15	1975	66,0	88	1251,1
16	1976	85,0	71	1248,9
17	1977	95,0	86	1484,3
18	1978	100,4	64	971,2
19	1979	78,0	88	1170,2
20	1980	36,3	87	932,0
21	1981	62,1	103	1310,3
22	1982	132,0	103	1995,3
23	1983	89,0	112	2736,2
24	1984	88,6	103	2107,9

N.º	ANO	MÁXIMA PRECIPITAÇÃO DIÁRIA (mm)	N.º DE DIAS CHUVOSOS	PRECIPITAÇÃO ANUAL TOTAL (mm)
25	1985	60,6	82	1438,2
26	1986	87,0	82	1689,2
27	1987	115,8	98	2103,6
28	1988	69,2	93	1504,3
29	1989	78,4	109	1761,3
30	1990	86,0	127	2033,7
31	1991	91,4	85	1542,8
32	1992	100,0	93	1748,4
33	1993	117,0	96	1805,6
34	1994	76,2	91	1686,8
35	1995	40,5	88	1270,7
36	1996	56,2	101	1567,8
37	1997	90,6	97	2054,1
38	1998	100,0	105	1949,2
39	1999	72,4	86	1292,8
40	2000	99,2	104	1727,7
41	2001	134,2	120	1804,2
42	2002	58,4	126	1622,0
43	2003	53,2	110	1321,2
44	2004	57,8	106	1532,4
45	2005	132,8	102	2042,7
46	2006	55,1	70	929,0
47	2007	64,2	81	1113,0
48	2008	47,2	115	1533,8
49	2009	58,2	83	1163,7
50	2010	63,1	38	537,0

**APÊNDICE D – DIMENSIONAMENTO
HIDROLÓGICO DO CONTORNO DE SÃO
JOAQUIM**

Tabela 16 - Vazão de Projeto (m³/s) das Bacias Hidrográficas do Contorno de São Joaquim pelo Método Racional e Racional Corrigido.

DIMENSIONAMENTO HIDROLÓGICO - SC-114 - MÉTODO RACIONAL										
Soma das bacias	Área	Compr. Talvegue	Declividade	K	tc calculado	tc adotado	C	i	TR	Q
	(ha)	L (m)	%	-	(min)	(min)	-	(mm/min)	(anos)	(m³/s)
1	3,253	295,39	24,71	4,0	3,08	6,00	0,30	2,580	25	0,420
2	1,935	315,00	21,59	4,0	2,82	6,00	0,30	2,580	25	0,250
3	8,988	390,86	17,91	4,0	5,03	6,00	0,30	2,580	25	1,159
4	1,710	248,63	25,34	4,0	2,43	6,00	0,30	2,580	25	0,221
5	2,903	356,94	14,29	4,0	3,85	6,00	0,30	2,580	25	0,375
6	4,015	457,77	10,70	4,0	5,00	6,00	0,30	2,580	25	0,518
7	9,062	387,03	12,40	4,0	5,82	6,00	0,30	2,580	25	1,169
8	5,301	396,10	10,10	4,0	5,41	6,00	0,30	2,580	25	0,684
9	7,456	435,78	9,64	4,0	6,22	6,22	0,30	2,560	25	0,954
10	5,668	316,86	28,09	4,0	3,51	6,00	0,30	2,580	25	0,731
11	4,062	322,78	28,81	4,0	3,15	6,00	0,30	2,580	25	0,524
13	2,832	404,20	19,05	4,0	3,49	6,00	0,30	2,580	25	0,365
14	19,556	251,47	13,12	4,0	6,58	6,58	0,30	2,580	25	2,523
15	8,635	630,91	11,10	4,0	6,62	6,62	0,30	2,280	25	0,984
16	10,333	505,51	14,24	4,0	6,05	6,05	0,30	2,580	25	1,333
17	13,361	543,30	11,96	4,0	7,10	7,10	0,30	2,530	25	1,690
18	21,208	698,93	11,88	4,0	8,61	8,61	0,30	2,440	25	2,587
19	5,668	687,91	14,83	4,0	5,29	6,00	0,30	2,400	25	0,680
20	4,052	331,62	17,49	4,0	3,87	6,00	0,30	2,580	25	0,523
21	1,165	213,31	19,22	4,0	2,34	6,00	0,30	2,580	25	0,150
22	5,656	111,06	35,12	4,0	2,60	6,00	0,30	2,580	25	0,730
23	9,229	266,02	16,92	4,0	4,80	6,00	0,30	2,580	25	1,190
24	7,537	313,27	15,64	4,0	4,81	6,00	0,30	2,580	25	0,972
25	14,176	296,69	13,48	4,0	6,11	6,11	0,30	2,580	25	1,829
26	4,273	780,76	9,22	4,0	6,02	6,02	0,30	2,270	25	0,485
27	8,242	313,35	7,34	4,0	6,69	6,69	0,30	2,580	25	1,063
28	11,382	447,47	13,41	4,0	6,22	6,22	0,30	2,580	25	1,468
29	12,993	568,54	10,03	4,0	7,63	7,63	0,30	2,470	25	1,605
30	10,227	377,04	13,26	4,0	5,85	6,00	0,30	2,560	25	1,309
31	12,033	534,59	7,30	4,0	8,36	8,36	0,30	2,380	25	1,432
32	1,586	443,01	6,09	4,0	4,71	6,00	0,30	2,260	25	0,179
33	5,748	129,91	17,70	4,0	3,54	6,00	0,30	2,580	25	0,742
34	7,819	392,30	4,08	4,0	8,72	8,72	0,30	2,390	25	0,934
35	3,662	305,80	5,89	4,0	5,70	6,00	0,30	2,500	25	0,458
36	3,583	204,46	9,29	4,0	4,36	6,00	0,30	2,580	25	0,462
37	3,583	258,49	9,28	4,0	4,57	6,00	0,30	2,580	25	0,462

Fonte: Autor, 2012.

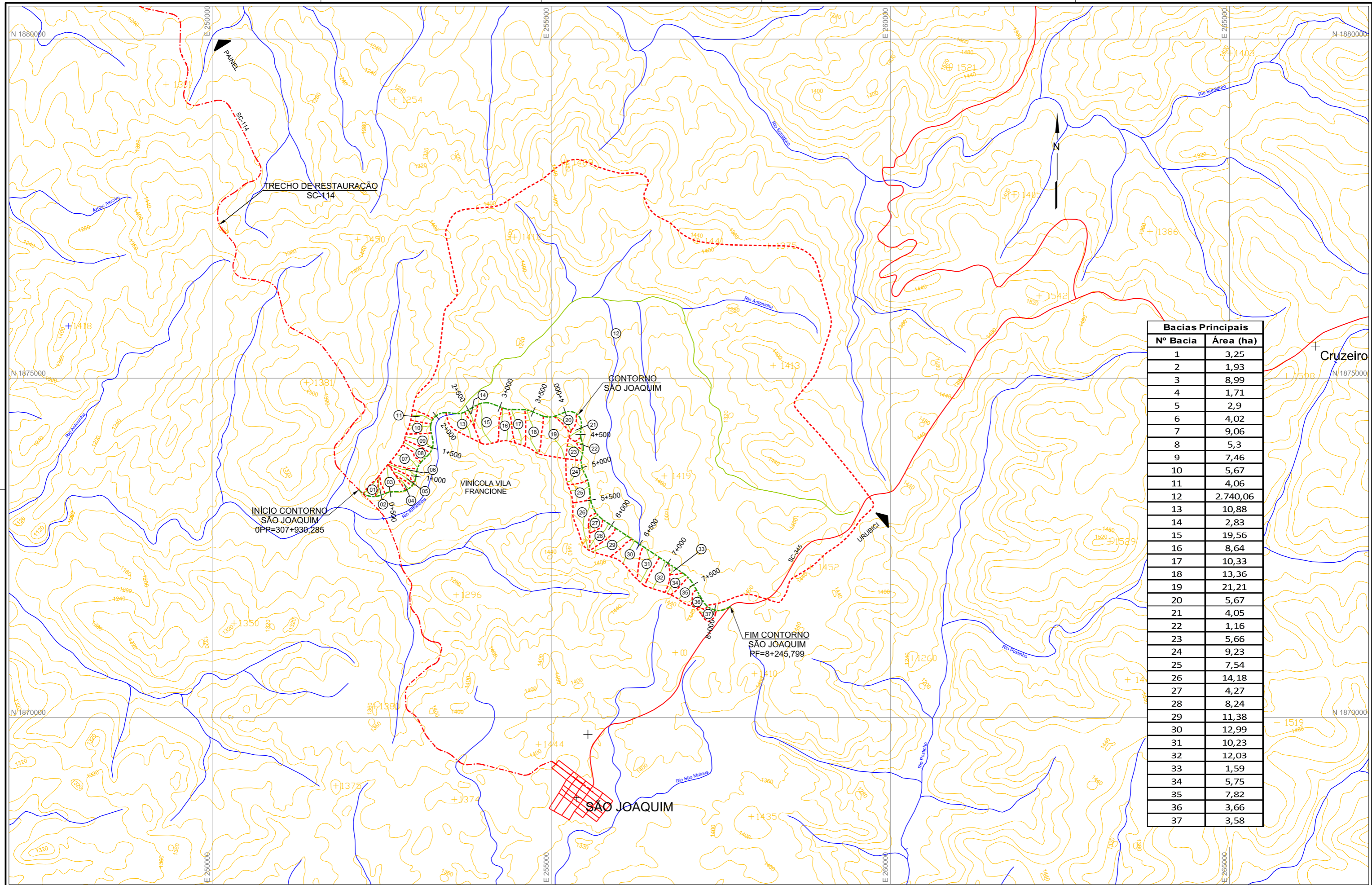
Tabela 17 - Vazão de Projeto (m³/s) das Bacias Hidrográficas do Trecho de Implantação da SC-114 pelo Método Hidrograma Triangular Sintético.

DIMENSIONAMENTO HIDROLÓGICO - MÉTODO HIDROGRAMA UNITÁRIO														
BACIA N°	Soma das bacias	Índices Físicos das Bacias											Cálculo da vazão de Projeto	
		Área	Compr.	Declividade	K	tc	tp	De	S	CN	p	q	TR	Q
		A (km ²)	L (m)	%		(h)	(h)	(h)			(mm)	(mm)	(anos)	(m ³ /s)
12	13+14+15+16+17+18+19+20+21+	27,43	8945,76	3,23	4,00	1,73	2,35	2,63	63,50	80	93,08	44,91	25	108,90
	22+23+24+25+26+27+28+29+30+	27,43	8945,76	3,23	4,00	1,73	2,35	2,63	63,50	80	103,35	53,31	50	129,29
	31+32+33+34+35+36+37	27,43	8945,76	3,23	4,00	1,73	2,35	2,63	63,50	80	112,17	60,71	100	147,24

Fonte: Autor, 2012.

Onde:

**APÊNDICE E – DELIMITAÇÃO DAS
BACIAS HIDROGRÁFICAS DO
CONTORNO DE SÃO JOAQUIM**



Bacias Principais	
Nº Bacia	Área (ha)
1	3,25
2	1,93
3	8,99
4	1,71
5	2,9
6	4,02
7	9,06
8	5,3
9	7,46
10	5,67
11	4,06
12	2.740,06
13	10,88
14	2,83
15	19,56
16	8,64
17	10,33
18	13,36
19	21,21
20	5,67
21	4,05
22	1,16
23	5,66
24	9,23
25	7,54
26	14,18
27	4,27
28	8,24
29	11,38
30	12,99
31	10,23
32	12,03
33	1,59
34	5,75
35	7,82
36	3,66
37	3,58

DESENHOS DE REFERÊNCIA

NOTAS

- 1- DIMENSÕES EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO.
- 2- PARA PERFEITO ENTENDIMENTO, ESTE DESENHO DEVE SER IMPRESSO COLORIDO.

LEGENDA

- RODOVIA EXISTENTE
- SC - 114
- TRECHO DE IMPLANTAÇÃO DO CONTORNO DE SÃO JOAQUIM
- DELIMITAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA
- HIDROGRAFIA
- CURVAS DE NÍVEL
- TALVEGUES DAS BACIAS



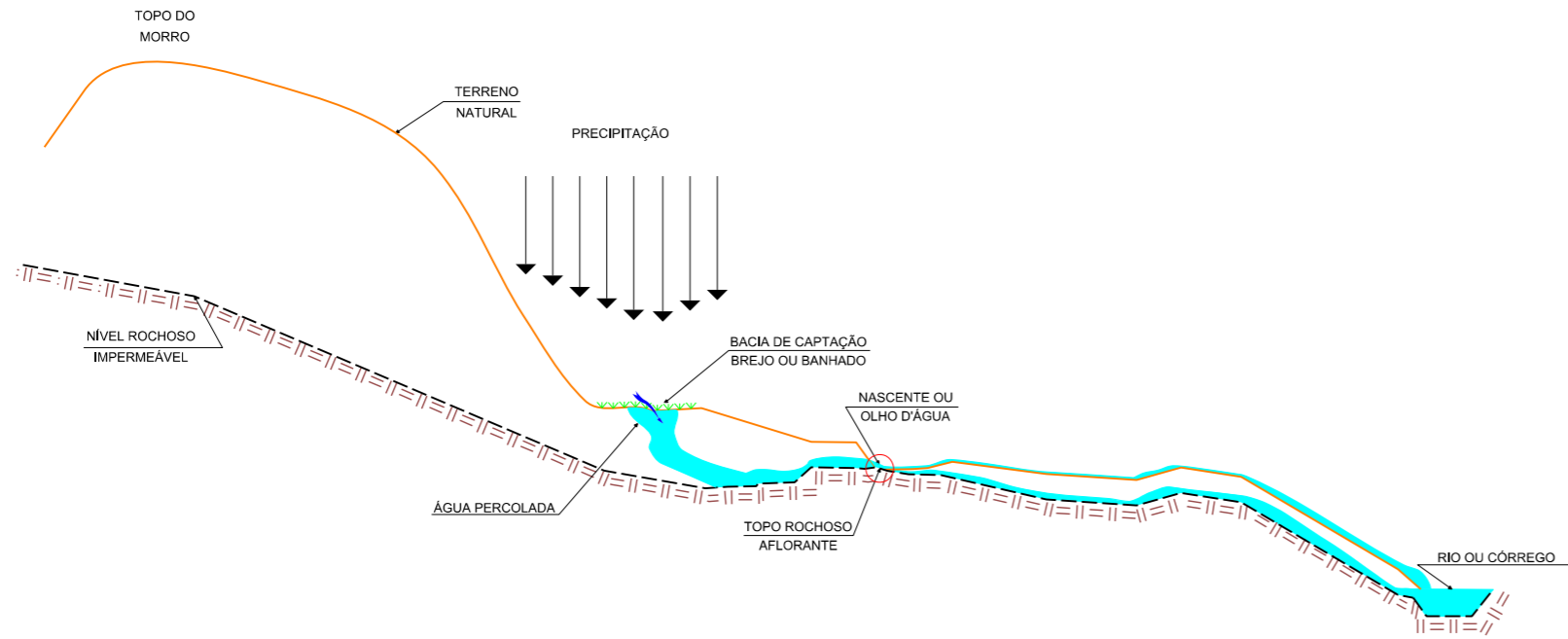
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
 ALUNO: JORGE ANGELO CANSIAN BATTISTELLA
 MATRÍCULA: 05240263

ESTUDO HIDROLÓGICO
 DELIMITAÇÃO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
 CONTORNO DE SÃO JOAQUIM

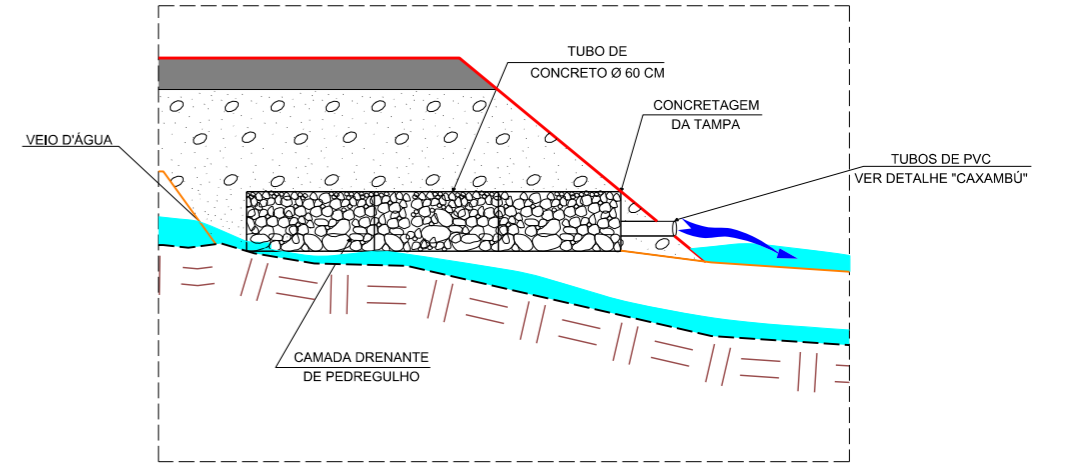
ESCALA: A1: 1:25000 A3: 1:50000 DATA: 25/06/2012 FOLHA: 01

**APÊNDICE F – DISPOSITIVO DE
PROTEÇÃO DE NASCENTES**

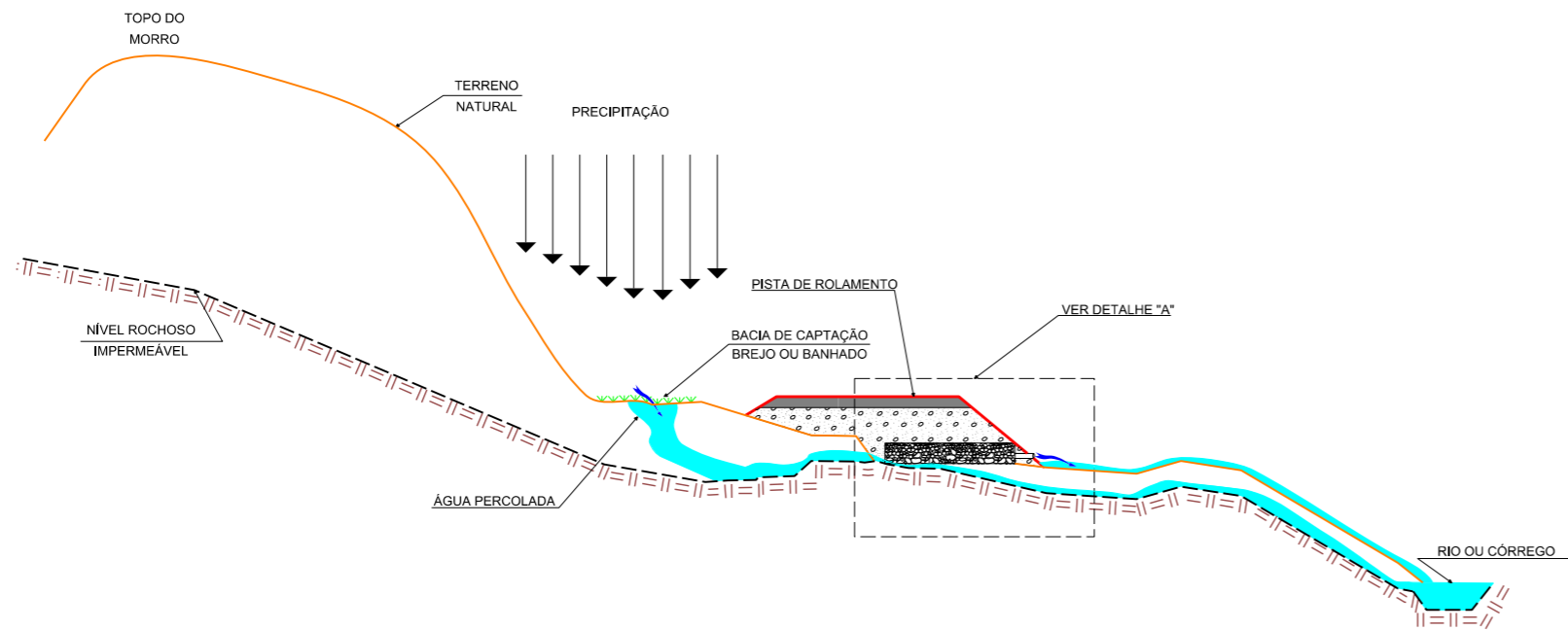
SITUAÇÃO EXISTENTE



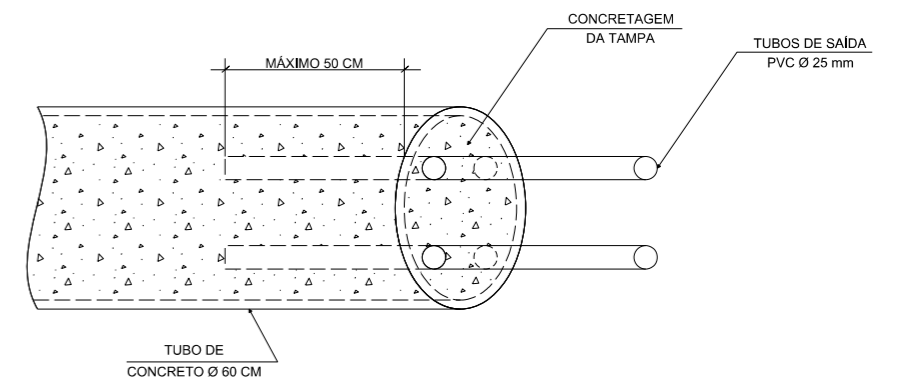
DETALHE "A"



SITUAÇÃO PROJETADA



DETALHE DO "CAXAMBÚ"



DESENHOS DE REFERÊNCIA

PROJETO AMBIENTAL - 1247/00-70-DE-1310 AO 1247/00-70-DE-1316

NOTAS

LEGENDA



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

ALUNO: JORGE ANGELO CANSIAN BATTISTELLA
MATRÍCULA: 05240263

PROJETO DE MEIO AMBIENTE
DETALHES DE PROTEÇÃO DAS NASCENTES
CONTORNO DE SÃO JOAQUIM

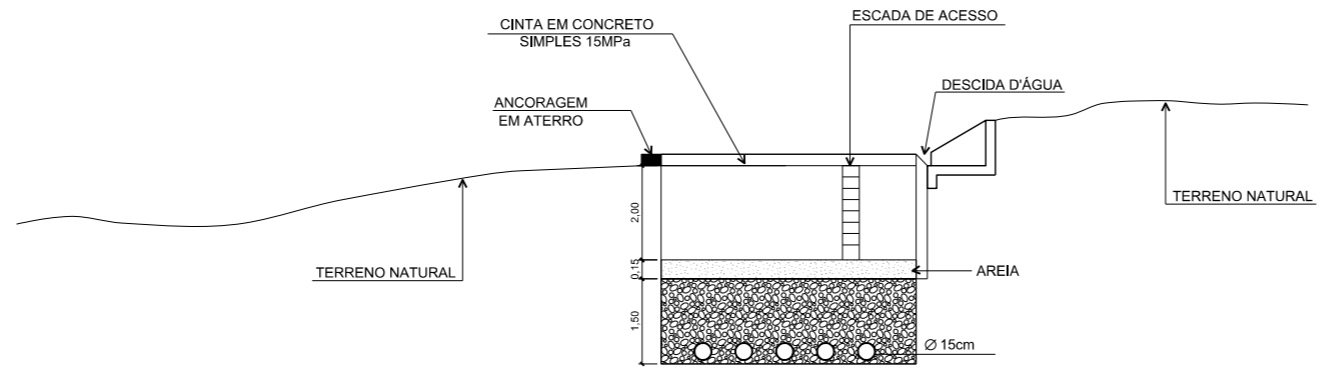
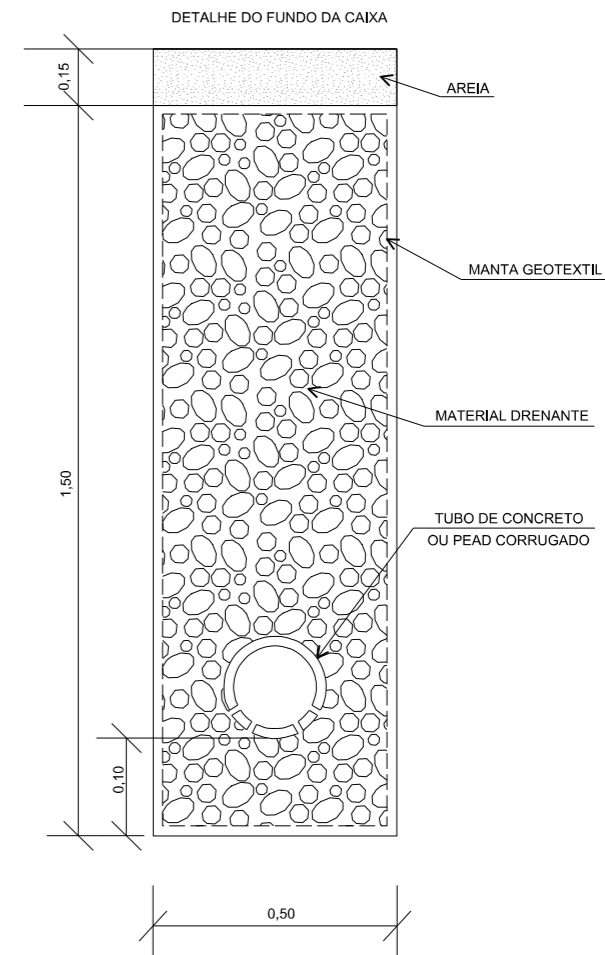
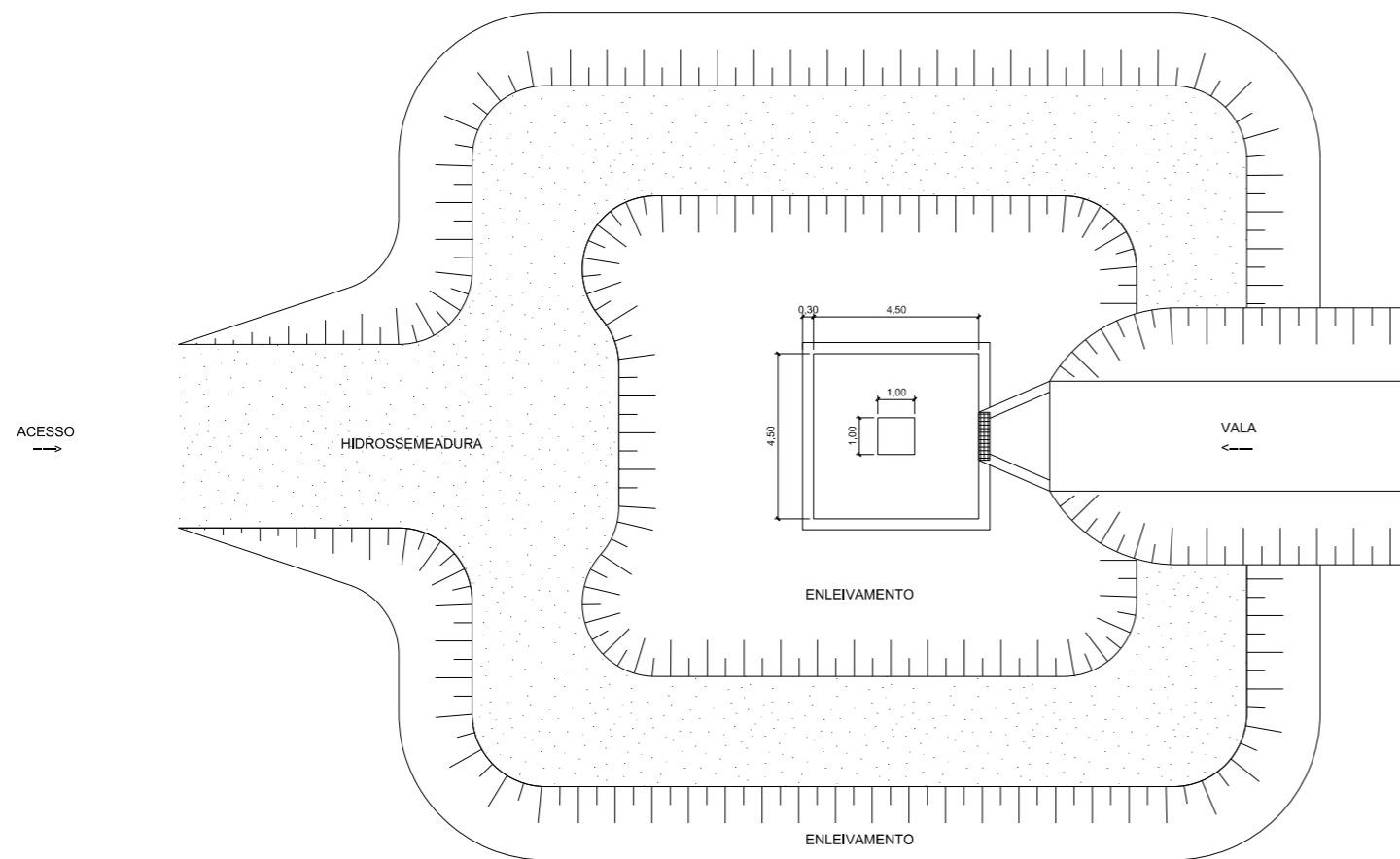
ESCALA: SI/ESCALA

DATA: 25/06/2012

FOLHA 01

**APÊNDICE G – DETALHAMENTO DA
CAIXA COLETORA DE PRODUTOS
PERIGOSOS**

CAIXA DE RETENÇÃO



DESENHOS DE REFERÊNCIA

NOTAS

- 1 - DIMENSÕES EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO
- 2 - UTILIZAR CONCRETO fck ≥ 15 MPa.

LEGENDA



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

ALUNO: JORGE ANGELO CANSIAN BATTISTELLA

MATRICULA: 05240263

PROJETO DE DRENAGEM
CONTORNO DE SÃO JOAQUIM
CAIXA DE RETENÇÃO

ESCALA: A3 1:200 DATA: 25/06/2012 FOLHA: 01

**APÊNDICE H – QUANTIDADES
ORIGINAIS DO PROJETO**

Tabela 18 - Quantidades originais do projeto.

DRENAGEM E O.A.C.				
DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
SARJETA TRIANGULAR DE CONCRETO - TIPO I	m	7.678	R\$ 46	R\$ 356.412,76
MEIO-FIO DE CONCRETO 12 X 15 CM - MOLDADO POR EXTRUSAO	m	159	R\$ 12,34	R\$ 1.962,06
DESCIDA D'AGUA EM CORTES - TIPO DD-2	m	52	R\$ 417,72	R\$ 21.721,44
DESCIDA D'AGUA EM ATERROS - TIPO DD-1	m	166	R\$ 537,33	R\$ 89.196,78
DESCIDA D'AGUA EM ATERROS - TIPO DD-3	m	24	R\$ 659,12	R\$ 15.818,88
EXECUCAO DO REVESTIMENTO DE VALAS DE GABIAO - H = 30 CM	m	120	R\$ 141,08	R\$ 16.929,60
ESC. MEC. DE VALAS P/OBRAS DE ARTE CORRENTES - 1A. CATEGORIA	m	1.073	R\$ 15,01	R\$ 16.105,73
ESC. MEC. DE VALAS P/OBRAS DE ARTE CORRENTES - 3A. CATEGORIA	m	1.247	R\$ 102,54	R\$ 127.867,38
REATERRO E APOIAMENTO EM CAMADAS DE 20 CM	m³	1.006	R\$ 16,02	R\$ 16.116,12
CORPO DE BSTC D=80 CM COM ENROCAMENTO E LAJE DE CONCRETO	m³	771	R\$ 450,11	R\$ 347.034,81
CORPO DE BSTC D=120CM COM ENROCAMENTO E LAJE DE CONCRETO	m³	62	R\$ 827,39	R\$ 51.298,18
BOCA PARA BSTC D=80 CM - NORMAL (TIPO DNER)	unid.	22	R\$ 1.478,77	R\$ 32.532,94
BOCA PARA BSTC D=80 CM - TIPO DER/SC, ESCONSIDADE 15 GRAUS	unid.	10	R\$ 1.084,64	R\$ 10.846,40
BOCA PARA BSTC D=80 CM - TIPO DER/SC, ESCONSIDADE 30 GRAUS	unid.	12	R\$ 1.237,78	R\$ 14.853,36
BOCA PARA BSTC D=120CM - NORMAL (TIPO DNER)	unid.	1	R\$ 3.342,19	R\$ 3.342,19
CAIXA COLETORA DE TALVEGUE PARA BSTC DE D=80 CM E H=2,0 M	unid.	2	R\$ 1.947,88	R\$ 3.895,76
CAIXA COLETORA DE SARJETA PARA BSTC DE D=80 CM E H=1,5 M	unid.	1	R\$ 1.474,73	R\$ 1.474,73
CAIXA COLETORA DE SARJETA PARA BSTC DE D=80 CM E H=2,0 M	unid.	13	R\$ 2.073,56	R\$ 26.956,28
GABIÃO CAIXA GALVANIZADO H=1,0M	m³	230	R\$ 359,93	R\$ 82.783,90
DISSIPADOR DE ENERGIA	unid.	58	R\$ 80,87	R\$ 4.690,46
VALETAS DE PROTECAO DE CORTE	m	3.901	R\$ 22,59	R\$ 88.123,59
VALETAS DE PROTECAO DE PE DE ATERRO	m	3.863	R\$ 33,89	R\$ 130.917,07
BOCA PARA BSTC D=80 CM - TIPO DER/SC, ESCONSIDADE 45 GRAUS	unid.	10	R\$ 1.423,45	R\$ 14.234,47
BOCA PARA BDTC D=120CM - TIPO DER/SC, ESCONSIDADE 45 GRAUS	unid.	1	R\$ 3.080,46	R\$ 3.080,45
TOTAL DO GRUPO R\$				1.478.195,34
OBRAS COMPLEMENTARES				
CERCAS C/4 FIOS DE ARAME C/MOUROES DE CONCRETO DE 10X10X220	m	16.490	R\$ 19,00	R\$ 313.310,00
BARREIRA NEW JERSEY	m	8.416	R\$ 338,24	R\$ 2.846.627,84
TOTAL DO GRUPO R\$				3.159.937,84

**APÊNDICE I – NOVA TABELA DE
QUANTIDADES PARA O TRECHO**

Tabela 19 - Nova tabela de quantidades para o trecho.

DRENAGEM E O.A.C.				
DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
SARJETA TRIANGULAR DE CONCRETO - TIPO I	m	7.678	R\$ 46,42	R\$ 356.412,76
MEIOFIO DE CONCRETO 12 X 15 CM - MOLDADO POR EXTRUSAO	m	10.178	R\$ 12,34	R\$ 125.596,52
DESCIDA D'AGUA EM CORTES - TIPO DD-2	m	52	R\$ 417,72	R\$ 21.721,44
DESCIDA D'AGUA EM ATERROS - TIPO DD-1	m	166	R\$ 537,33	R\$ 89.196,78
DESCIDA D'AGUA EM ATERROS - TIPO DD-3	m	24	R\$ 659,12	R\$ 15.818,88
DRENO TIPO XVI - EXECUCAO	m	324	R\$ 60,98	R\$ 19.757,52
EXECUCAO DO REVESTIMENTO DE VALAS DE GABIAO - H = 30 CM	m	120	R\$ 141,08	R\$ 16.929,60
ESC. MEC. DE VALAS P/OBRAS DE ARTE CORRENTES - 1A. CATEGORIA	m	1.073	R\$ 15,01	R\$ 16.105,73
ESC. MEC. DE VALAS P/OBRAS DE ARTE CORRENTES - 3A. CATEGORIA	m	1.247	R\$ 102,54	R\$ 127.867,38
REATERRO E APOIAMENTO EM CAMADAS DE 20 CM	m³	1.006	R\$ 16,02	R\$ 16.116,12
CORPO DE BSTC D=80 CM COM ENROCAMENTO E LAJE DE CONCRETO	m³	792	R\$ 450,11	R\$ 356.487,12
CORPO DE BSTC D=120CM COM ENROCAMENTO E LAJE DE CONCRETO	m³	62	R\$ 827,39	R\$ 51.298,18
BOCA PARA BSTC D=80 CM - NORMAL (TIPO DNER)	unid.	24	R\$ 1.478,77	R\$ 35.490,48
BOCA PARA BSTC D=80 CM - TIPO DER/SC, ESCONSIDADE 15 GRAUS	unid.	10	R\$ 1.084,64	R\$ 10.846,40
BOCA PARA BSTC D=80 CM - TIPO DER/SC, ESCONSIDADE 30 GRAUS	unid.	12	R\$ 1.237,78	R\$ 14.853,36
BOCA PARA BSTC D=120CM - NORMAL (TIPO DNER)	unid.	1	R\$ 3.342,19	R\$ 3.342,19
CAIXA COLETORA DE TALVEGUE PARA BSTC DE D=80 CM E H=2,0 M	unid.	2	R\$ 1.947,88	R\$ 3.895,76
CAIXA COLETORA DE SARJETA PARA BSTC DE D=80 CM E H=1,5 M	unid.	1	R\$ 1.474,73	R\$ 1.474,73
CAIXA COLETORA DE SARJETA PARA BSTC DE D=80 CM E H=2,0 M	unid.	13	R\$ 2.073,56	R\$ 26.956,28
GABIAO CAIXA GALVANIZADO H=1,0 M	m³	180	R\$ 359,93	R\$ 64.787,40
DISSIPADOR DE ENERGIA	unid.	15	R\$ 80,87	R\$ 1.213,05
VALETAS DE PROTECAO DE CORTE	m	3.901	R\$ 22,59	R\$ 88.123,59
VALETAS DE PROTECAO DE PE DE ATERRO	m	3.863	R\$ 33,89	R\$ 130.917,07
BOCA PARA BSTC D=80 CM - TIPO DER/SC, ESCONSIDADE 45 GRAUS	unid.	10	R\$ 1.423,45	R\$ 14.234,47
BOCA PARA BDTC D=120CM - TIPO DER/SC, ESCONSIDADE 45 GRAUS	unid.	1	R\$ 3.080,46	R\$ 3.080,45
CAIXA DE RETENÇÃO COM VOLUME DE 40,5 M³ (INCLUI SERVIÇOS E ESCAVAÇÃO)	unid.	9	R\$ 20.787,72	R\$ 187.089,48
VALA TRAPEZOIDAL REVESTIDA COM CONCRETO CICLOPICO FCK 15 MPA (INCLUI SERVIÇOS)	m³	4.088	R\$ 241,74	R\$ 988.233,12
TOTAL DO GRUPO R\$				2.787.843,86
OBRAS COMPLEMENTARES				
CERCAS C/4 FIOS DE ARAME C/MOUROES DE CONCRETO DE 10X10X220	m	16.490	R\$ 19,00	R\$ 313.310,00
BARREIRA NEW JERSEY	m	240	R\$ 338,24	R\$ 81.177,60
TOTAL DO GRUPO R\$				394.487,60

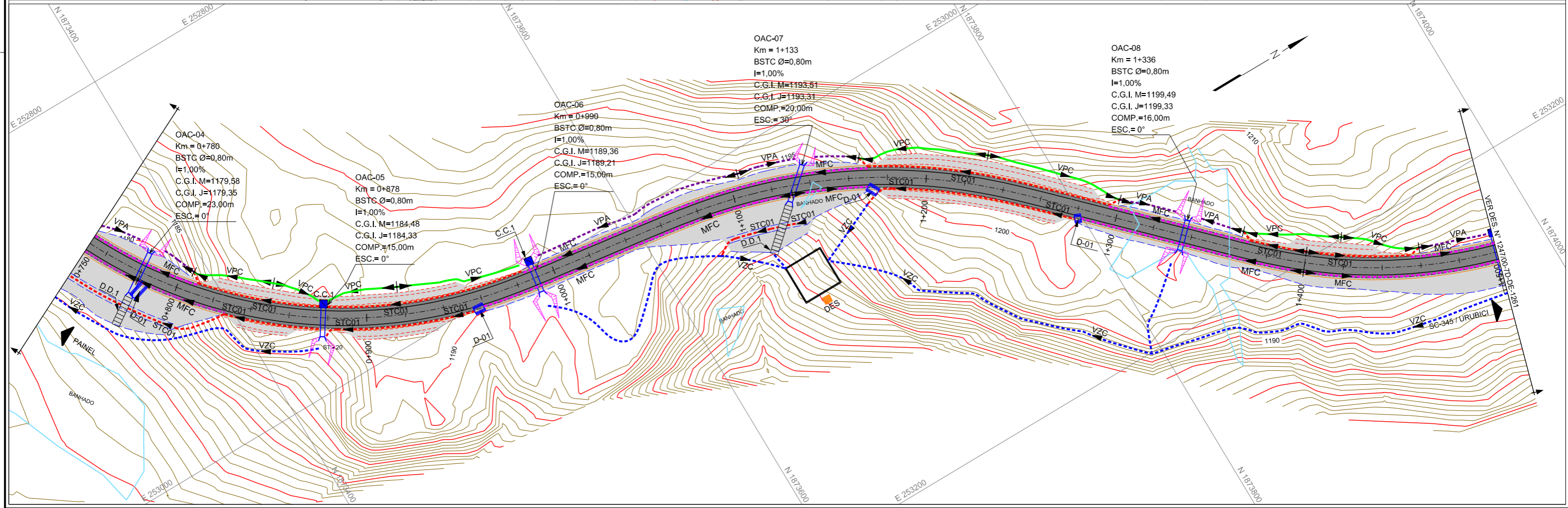
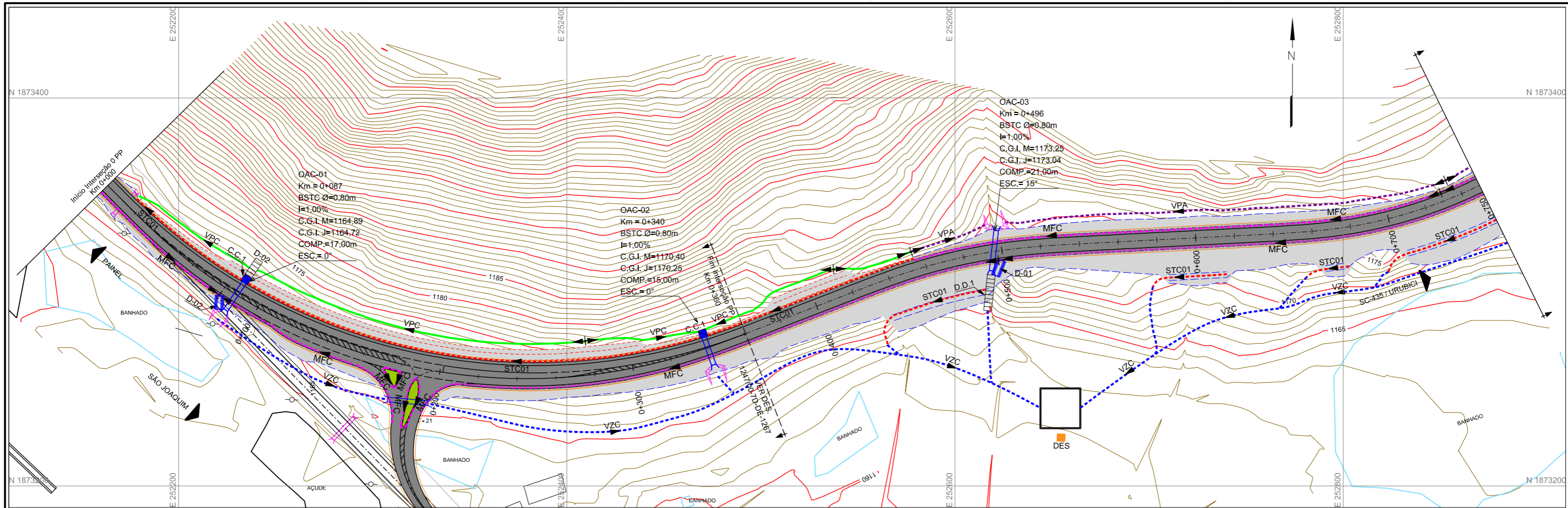
**APÊNDICE J – CARACTERÍSTICAS DOS
BUEIROS EMPREGADOS**

Tabela 20 – Características dos bueiros empregados.

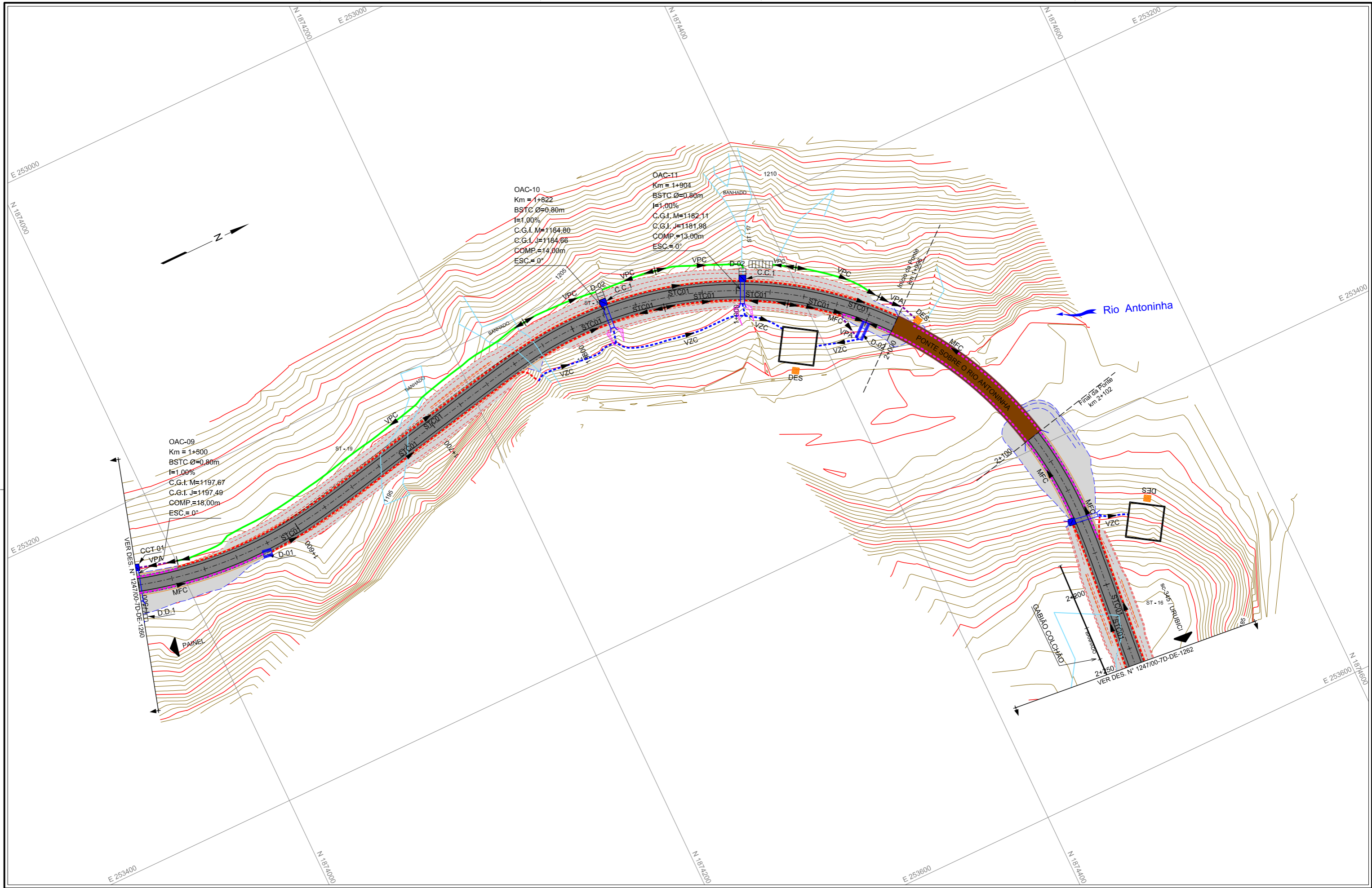
Nº OAC	km	Tipo	Diâmetro (m)	Classe	Declividade (%)	Escondida (°)	Comprimento	Comprimento	C.G.I	Altura do Eixo (m)	Cota do Eixo	Comprimento	C.G.I
							Total (m)	Montante (m)				Jusante (m)	
OAC-01	0+087	BSTC	0,80	CA-1	1,00%	0°	17,00	5,73	1164,89	1,57	1164,83	11,27	1164,72
OAC-02	0+340	BSTC	0,80	CA-1	1,00%	0°	15,00	5,64	1170,40	1,75	1170,34	9,36	1170,25
OAC-03	0+496	BSTC	0,80	CA-1	1,00%	15°	21,00	10,67	1173,25	2,72	1173,14	10,33	1173,04
OAC-04	0+780	BSTC	0,80	CA-2	1,00%	0°	23,00	10,72	1179,58	3,57	1179,48	12,28	1179,35
OAC-05	0+878	BSTC	0,80	CA-1	1,00%	0°	15,00	5,25	1184,48	1,86	1184,43	9,75	1184,33
OAC-06	0+990	BSTC	0,80	CA-1	1,00%	0°	15,00	7,16	1189,36	0,94	1189,29	7,84	1189,21
OAC-07	1+133	BSTC	0,80	CA-1	1,00%	30°	20,00	10,79	1193,51	1,81	1193,40	9,21	1193,31
OAC-08	1+336	BSTC	0,80	CA-1	1,00%	0°	16,00	7,66	1199,49	1,32	1199,41	8,34	1199,33
OAC-09	1+500	BSTC	0,80	CA-1	1,00%	0°	18,00	7,28	1197,67	1,87	1197,60	10,72	1197,49
OAC-10	1+822	BSTC	0,80	CA-1	1,00%	0°	14,00	6,20	1184,80	2,01	1184,74	7,80	1184,66
OAC-11	1+904	BSTC	0,80	CA-1	1,00%	0°	13,00	5,25	1182,11	1,41	1182,06	7,75	1181,98
OAC-14	2+490	BSTC	0,80	CA-1	1,00%	0°	18,00	7,00	1204,26	1,48	1204,19	11,00	1204,08
OAC-15	2+680	BSTC	1,20	CA-2	0,50%	-45°	41,00	20,50	1211,61	4,71	1211,51	20,50	1211,41
OAC-16	3+047	BSTC	0,80	CA-1	1,00%	-15°	18,00	7,33	1243,59	1,77	1243,52	10,67	1243,41
OAC-17	3+178	BSTC	0,80	CA-1	1,00%	-15°	18,00	7,98	1254,13	1,60	1254,05	10,02	1253,95
OAC-18	3+392	BSTC	0,80	CA-1	1,00%	-45°	24,00	9,08	1271,72	1,07	1271,63	14,92	1271,48
OAC-19	3+729	BSTC	1,20	CA-1	0,50%	0°	21,00	10,65	1297,94	1,61	1297,89	10,35	1297,84
OAC-20	3+848	BSTC	0,80	CA-2	1,00%	-30°	36,00	19,40	1304,69	4,84	1304,50	16,60	1304,33
OAC-21	4+448	BSTC	0,80	CA-1	1,00%	45°	26,00	10,29	1353,58	1,96	1353,48	15,71	1353,32
OAC-22	4+633	BSTC	0,80	CA-1	1,00%	0°	19,00	7,02	1358,47	1,84	1358,40	11,98	1358,28
OAC-23	4+784	BSTC	0,80	CA-1	1,00%	45°	36,00	17,07	1356,48	3,08	1356,31	18,93	1356,12
OAC-24	5+017	BSTC	0,80	CA-3	1,00%	15°	34,00	16,82	1352,05	6,07	1351,88	17,18	1351,71
OAC-25	5+300	BSTC	0,80	CA-2	1,00%	0°	23,99	11,62	1361,01	3,94	1360,89	12,37	1360,77
OAC-26	5+488	BSTC	0,80	CA-1	1,00%	-45°	24,00	12,91	1369,78	1,55	1369,65	11,09	1369,54
OAC-27	5+750	BSTC	0,80	CA-1	1,00%	0°	16,00	8,43	1377,46	1,22	1377,38	7,57	1377,30
OAC-28	5+945	BSTC	0,80	CA-1	1,00%	-30°	19,00	9,26	1381,16	1,43	1381,07	9,74	1380,97
OAC-29	6+267	BSTC	0,80	CA-1	1,00%	-15°	23,00	11,25	1386,66	3,34	1386,55	11,75	1386,43
OAC-30	6+415	BSTC	0,80	CA-1	1,00%	15°	21,00	9,97	1392,45	2,69	1392,35	11,03	1392,24
OAC-31	6+622	BSTC	0,80	CA-1	1,00%	30°	19,00	9,41	1401,58	1,43	1401,49	9,59	1401,39
OAC-32	6+880	BSTC	0,80	CA-1	1,00%	-45°	22,00	11,12	1411,70	1,13	1411,59	10,88	1411,48
OAC-33	7+060	BSTC	0,80	CA-1	1,00%	-45°	31,00	15,77	1416,47	3,24	1416,31	15,23	1416,16
OAC-34	7+310	BSTC	0,80	CA-2	1,00%	-30°	30,00	14,44	1423,47	4,65	1423,33	15,56	1423,17
OAC-35	7+501	BSTC	0,80	CA-2	1,00%	0°	26,00	12,62	1423,77	4,62	1423,64	13,38	1423,51
OAC-36	7+662	BSTC	0,80	CA-1	1,00%	-30°	22,00	10,32	1422,20	2,27	1422,10	11,68	1421,98
OAC-37	7+986	BSTC	0,80	CA-1	1,00%	0°	21,00	12,03	1413,83	1,66	1413,71	8,97	1413,62
OAC-38	8+150	BSTC	0,80	CA-1	1,00%	0°	16,00	8,33	1409,53	0,60	1409,45	7,67	1409,37
OAC-39*	100+015	BSTC	0,80	CA-1	1,00%	15°	32,00	18,32	1412,90	0,60	1412,74	13,68	1412,58

Obs: OAC-39* - Implantado no Ramo 100 da Interseção do PF

**APÊNDICE K – PLANTAS DO PROJETO
DE DRENAGEM SUPERFICIAL**



<p>DESENHOS DE REFERÊNCIA</p> <p>PROJETO GEOMÉTRICO - 1247/00-7V-DE-1301 ao 1324 DETALHES TÍPICOS DE DRENAGEM - 1247/00-7D-DE-0101 ao 0130 FOLHA DE CONVENÇÕES - 1247/00 - 7D - 1200</p>	<p>NOTAS</p> <p>1 - BSTC - BUEIRO SIMPLES TUBULAR DE CONCRETO 2 - C.G.I.J - COTA GERATRIZ INFERIOR A JUSANTE 3 - ESC - ESCONDIÇÃO 4 - TODAS AS DIMENSÕES EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO 5 - PARA PERFEITO ENTENDIMENTO, ESTE DESENHO DEVE SER IMPRESSO COLORIDO 6 - DEB - DISSIPADOR DE ENERGIA APLICÁVEIS À SAÍDA DE BUEIROS TUBULARES E DESCIDAS D'ÁGUA DE ATERRIS DES - DISSIPADOR DE ENERGIA APLICÁVEIS À SAÍDA DE SARJETAS E VALETAS</p>	<p>LEGENDA</p> <p>OFF SET ATERRO TERRAPLENAGEM ACOSTAMENTO ENDO DA PISTA ACOSTAMENTO TERRAPLENAGEM OFF SET CORTE</p> <p>EDIFICAÇÃO CERCA BUEIRO PROJETADO BUEIRO EXISTENTE</p> <p>VZC - VALA TRAPEZOIDAL DE CONCRETO VPA - VALETA DE PROTEÇÃO DE ATERRO VPC - VALETA DE PROTEÇÃO DE CORTE STC - SARJETA TRIANGULAR DE CONCRETO MFC - MEIO FIO DE CONCRETO</p> <p>C.C.S - CAIXA COLETOIRA DE SARJETA C.C.T - CAIXA COLETOIRA DE TÁLVEGUE</p> <p>DESCIDA EM DEGRAUS BANHADO DISSIPADOR DE ENERGIA</p> <p>CAIXA DE RETENÇÃO CURVAS DE NÍVEL VALA DE APROXIMAÇÃO NASCENTE</p>	<p>UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA</p> <p>ALUNO: JORGE ANGELO CANSIAN BATTISTELLA MATRÍCULA: 05240263</p> <p>PROJETO DE DRENAGEM CONTORNO DE SÃO JOAQUIM KM 0+000 AO KM 1+500</p> <p>ESCALA: A3 1:2000 DATA: 25/06/2012 FOLHA: 01</p>
---	--	---	--



OAC-10
 Km = 1+822
 BSTC Ø=0,80m
 I=1,00%
 C.G.I. M=1184,80
 C.G.I. J=1184,66
 COMP=14,00m
 ESC=0°

OAC-11
 Km = 1+904
 BSTC Ø=0,80m
 I=1,00%
 C.G.I. M=1182,11
 C.G.I. J=1181,98
 COMP=13,00m
 ESC=0°

OAC-09
 Km = 1+500
 BSTC Ø=0,80m
 I=1,00%
 C.G.I. M=1197,67
 C.G.I. J=1197,49
 COMP=18,00m
 ESC=0°

DESENHOS DE REFERÊNCIA

PROJETO GEOMÉTRICO - 1247/00-7V-DE-1301 ao 1324
 DETALHES TÍPICOS DE DRENAGEM - 1247/00-7D-DE-0101 ao 0130
 FOLHA DE CONVENÇÕES - 1247/00 - 7D - 1200

NOTAS

- 1 - BSTC - BUEIRO SIMPLES TUBULAR DE CONCRETO
- 2 - C.G.I.J - COTA GERATRIZ INFERIOR A JUSANTE
- 3 - ESC - ESCONSIDADE
- 4 - TODAS AS DIMENSÕES EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO
- 5 - PARA PERFEITO ENTENDIMENTO, ESTE DESENHO DEVE SER IMPRESSO COLORIDO
- 6 - DEB - DISSIPADOR DE ENERGIA APLICÁVEIS À SAÍDAS DE BUEIROS TUBULARES E DESCIDAS D'ÁGUA DE ATÉRIAS
 DES - DISSIPADOR DE ENERGIA APLICÁVEIS À SAÍDA DE SARJETAS E VALETAS

LEGENDA

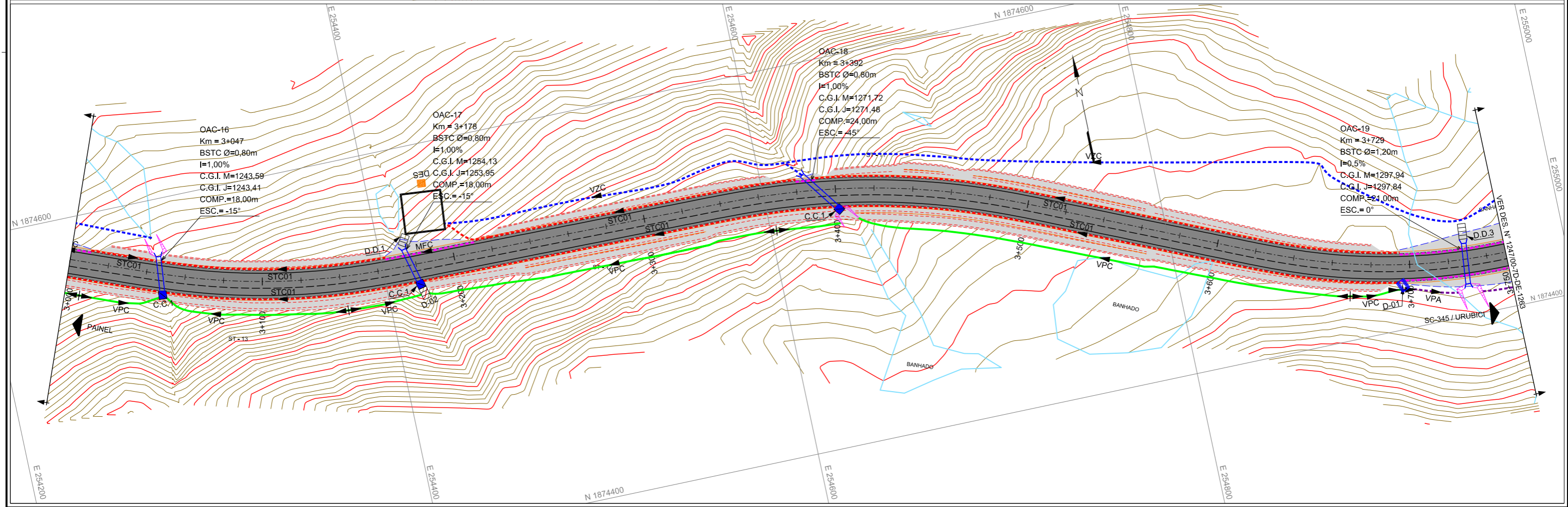
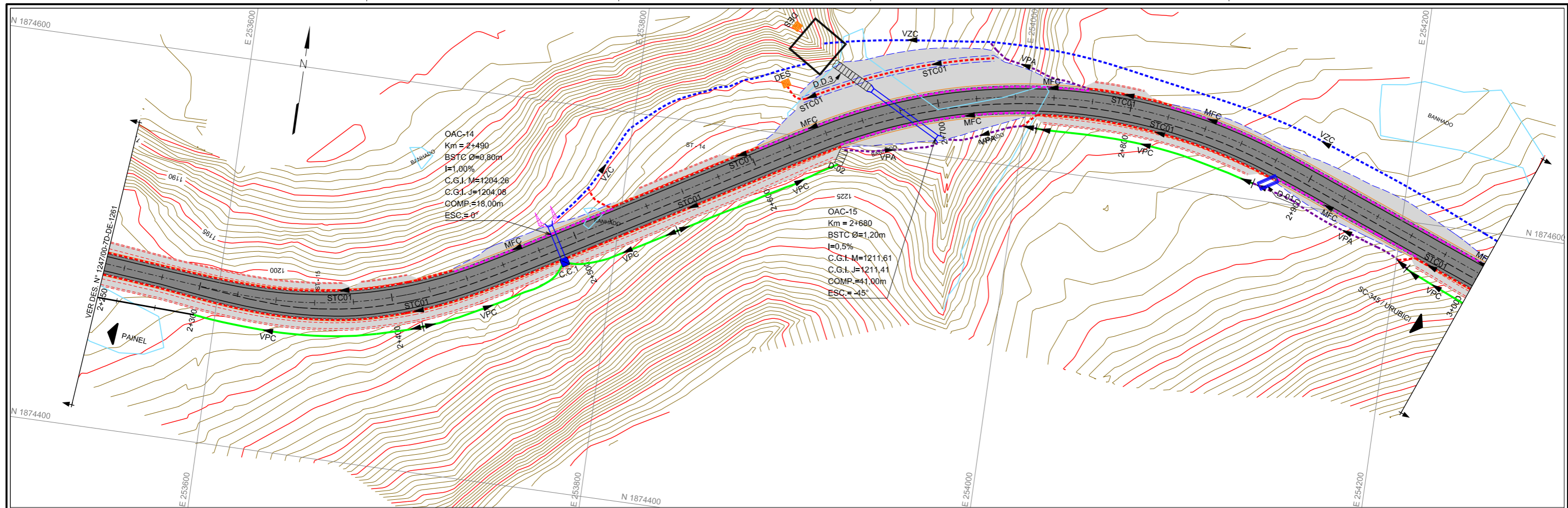
	OFF SET ATERRO TERRAPLENAGEM ACOSTAMENTO ENCO DA PISTA ACOSTAMENTO TERRAPLENAGEM OFF SET CORTE		EDIFICAÇÃO		VZC - VALA TRAPEZOIDAL DE CONCRETO		C.C.S - CAIXA COLETORA DE SARJETA C.C.T - CAIXA COLETORA DE TALVEGUE		CAIXA DE RETENÇÃO
	CERCA		BUEIRO PROJETADO		VPA - VALETA DE PROTEÇÃO DE ATERRIO		DESCIDA EM DEGRAUS		CURVAS DE NÍVEL
	BUEIRO EXISTENTE		VPC - VALETA DE PROTEÇÃO DE CORTE		STC - SARJETA TRIANGULAR DE CONCRETO		DISSIPADOR DE ENERGIA		VALA DE APROXIMAÇÃO
	MFC - MEIO FIO DE CONCRETO		NASCENTE						



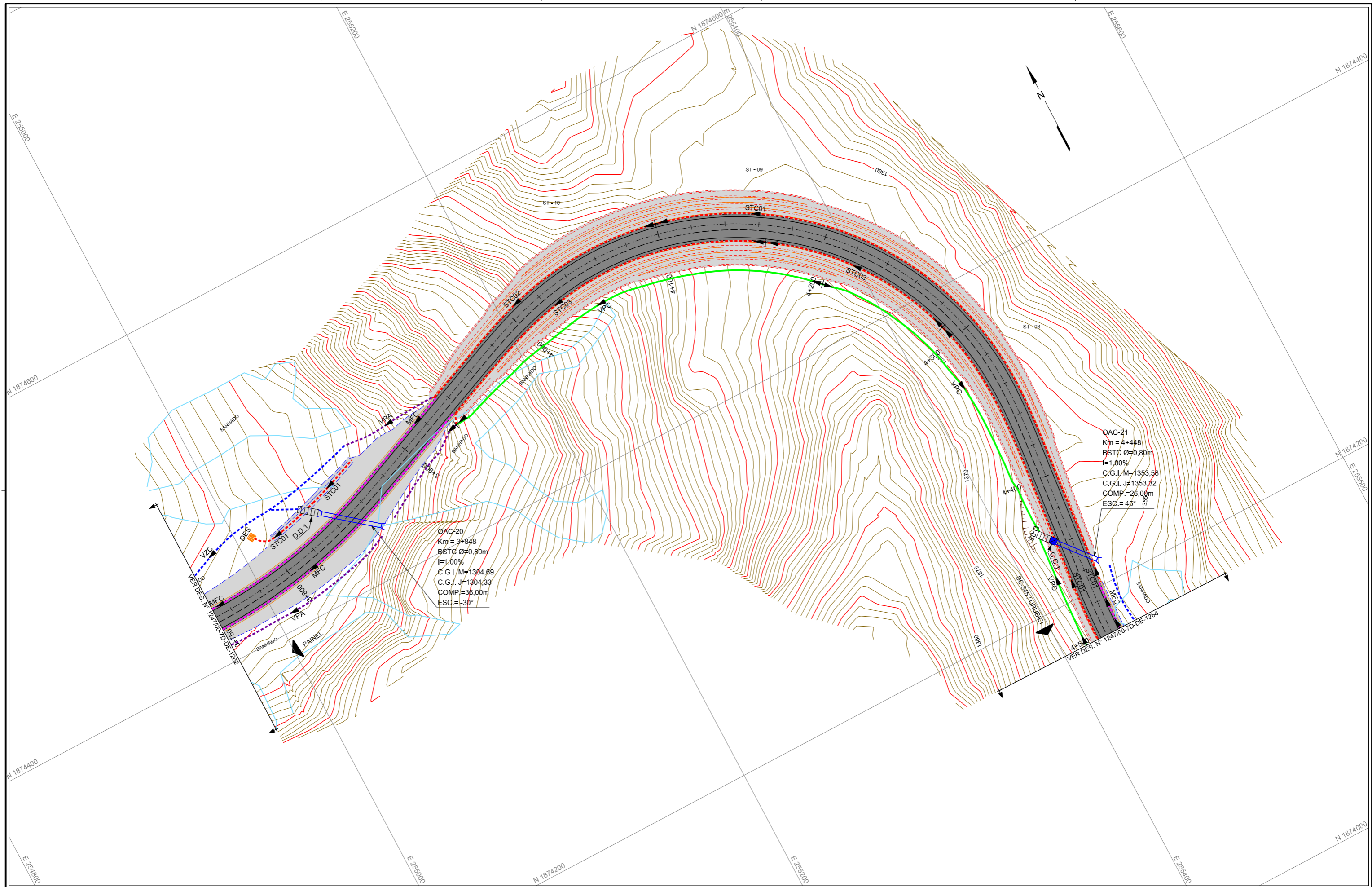
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

ALUNO: JORGE ANGELO CANSIAN BATTISTELLA
 MATRÍCULA: 05240263
 PROJETO DE DRENAGEM
 CONTORNO DE SÃO JOAQUIM
 KM 1+500 AO KM 2+250

ESCALA: A3 1:2000 DATA: 25/06/2012 FOLHA: 01



<p>DESENHOS DE REFERÊNCIA</p> <p>PROJETO GEOMÉTRICO - 1247/00-7V-DE-1301 ao 1324 DETALHES TÍPICOS DE DRENAGEM - 1247/00-7D-DE-0101 ao 0130 FOLHA DE CONVENÇÕES - 1247/00 - 7D - 1200</p>	<p>NOTAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 - BSTC - BUEIRO SIMPLES TUBULAR DE CONCRETO 2 - C.G.I.J - COTA GERATRIZ INFERIOR A JUSANTE 3 - ESC - ESCONDSIDADE 4 - TODAS AS DIMENSÕES EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO 5 - PARA PERFEITO ENTENDIMENTO, ESTE DESENHO DEVE SER IMPRESSO COLORIDO 6 - DEB- DISSIPADOR DE ENEGIA APLICÁVEIS À SAÍDAS DE BUEIROS TUBULARES E DESCIDAS D'ÁGUA DE ATERROS <p>DES- DISSIPADOR DE ENERGIA APLICÁVEIS À SAÍDA DE SARJETAS E VALETAS</p>	<p>LEGENDA</p> <p>OFF SET ATERRO TERRAPLENAGEM ACOSTAMENTO ENDO DA PISTA ACOSTAMENTO TERRAPLENAGEM OFF SET CORTE</p> <p>EDIFICAÇÃO CERCA BUEIRO PROJETADO BUEIRO EXISTENTE</p> <p>VZC - VALA TRAPEZOIDAL DE CONCRETO VPA - VALETA DE PROTEÇÃO DE ATERRO VPC - VALETA DE PROTEÇÃO DE CORTE STC - SARJETA TRIANGULAR DE CONCRETO MFC - MEIO FIO DE CONCRETO</p> <p>C.C.S - CAIXA COLETORA DE SARJETA C.C.T - CAIXA COLETORA DE TALVEGUE</p> <p>DESCIDA EM DEGRAUS BANHADO DISSIPADOR DE ENERGIA</p> <p>CAIXA DE RETENÇÃO CURVAS DE NÍVEL VALA DE APROXIMAÇÃO NASCENTE</p>	<p>UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA</p> <p>ALUNO: JORGE ANGELO CANSIAN BATTISTELLA MATRÍCULA: 05240263</p> <p>PROJETO DE DRENAGEM CONTORNO DE SÃO JOAQUIM KM 2+250 AO KM 3+750</p> <p>ESCALA: A3 1:2000 DATA: 25/06/2012 FOLHA: 01</p>
---	---	---	---



OAC-20
 Km = 3+848
 BSTC Ø=0,80m
 I=1,00%
 C.G.I. M=1304,69
 C.G.I. J=1304,33
 COMP=36,00m
 ESC.= -30°

DESENHOS DE REFERÊNCIA

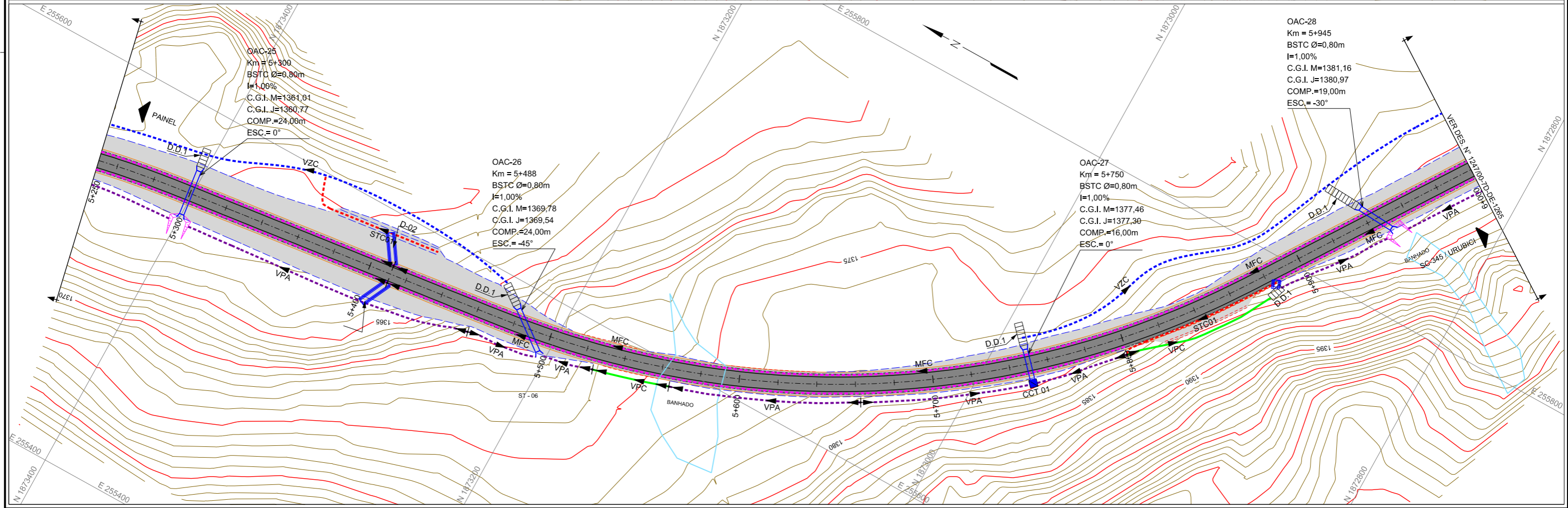
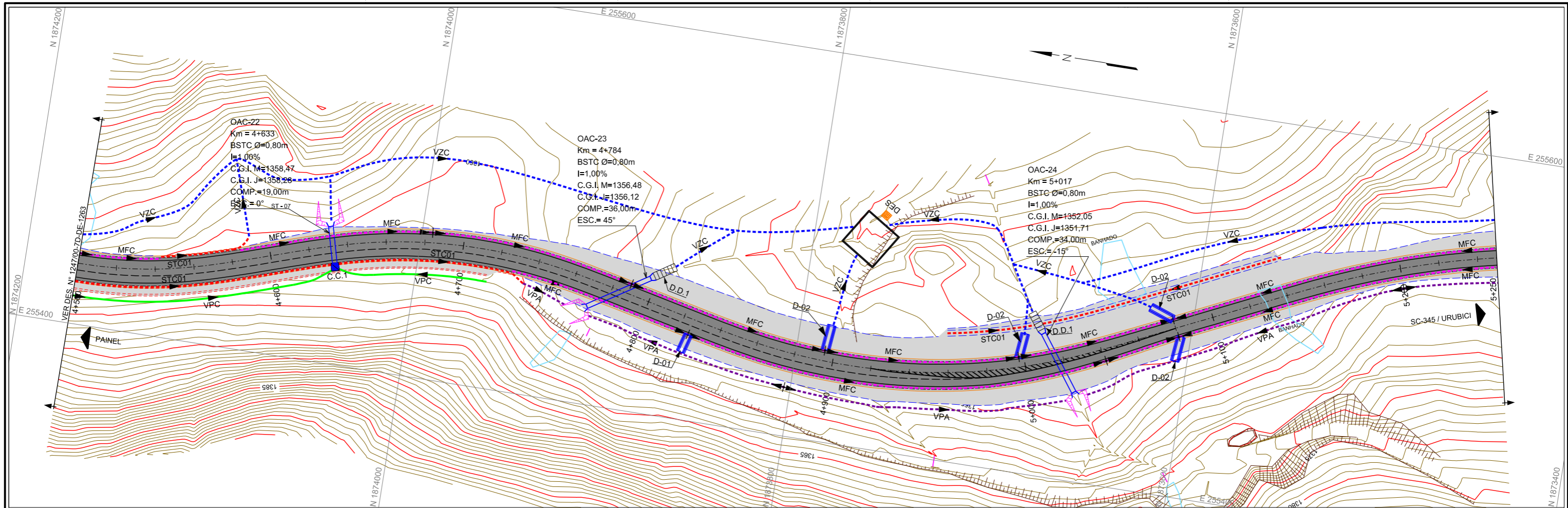
PROJETO GEOMÉTRICO - 1247/00-TV-DE-1301 ao 1324
 DETALHES TÍPICOS DE DRENAGEM - 1247/00-7D-DE-0101 ao 0130
 FOLHA DE CONVENÇÕES - 1247/00 - 7D - 1200

NOTAS

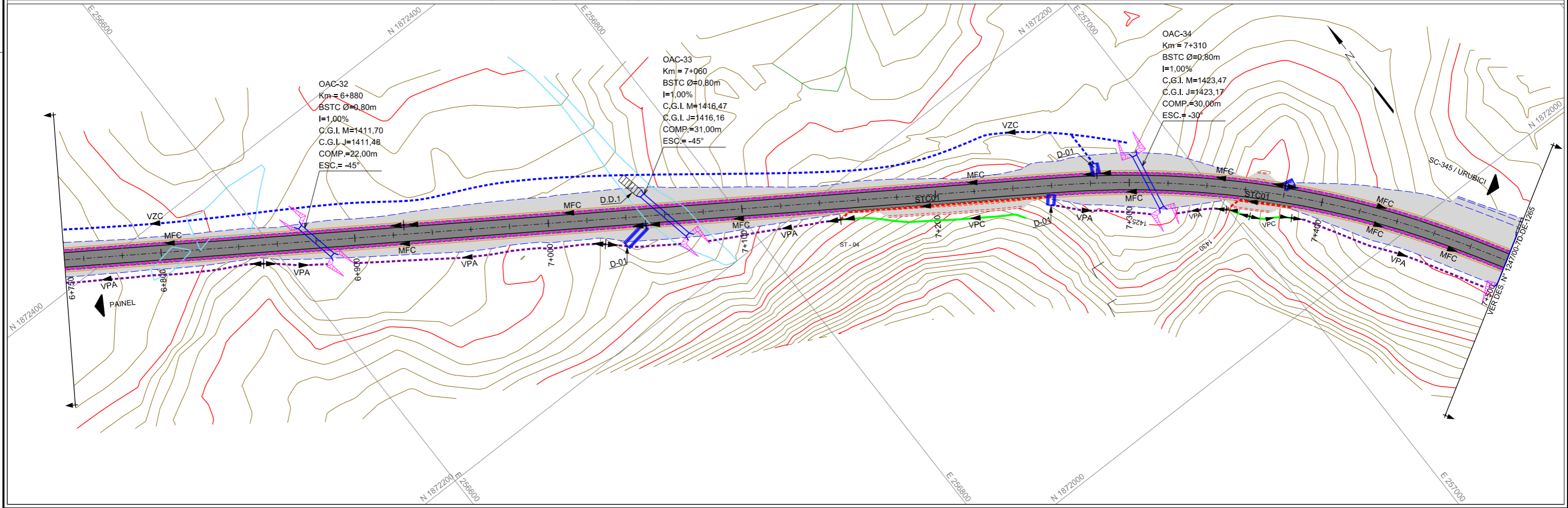
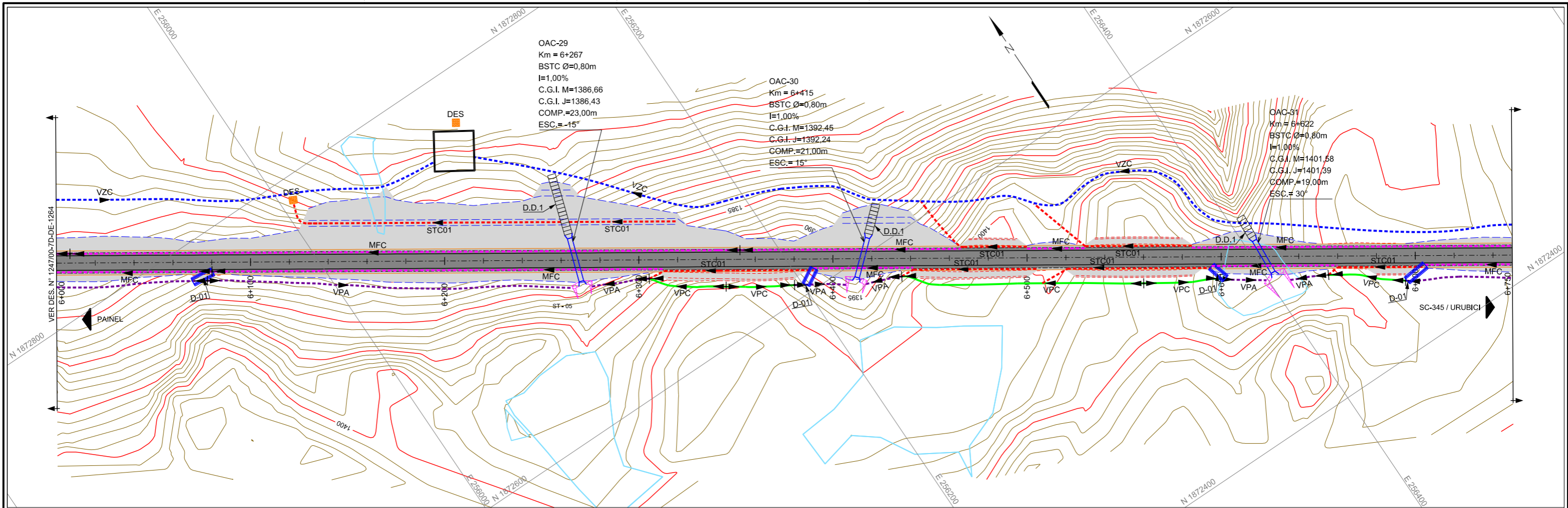
- 1 - BSTC - BUEIRO SIMPLES TUBULAR DE CONCRETO
- 2 - C.G.I.J - COTA GERATRIZ INFERIOR A JUSANTE
- 3 - ESC - ESCONDIDE
- 4 - TODAS AS DIMENSÕES EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO
- 5 - PARA PERFEITO ENTENDIMENTO, ESTE DESENHO DEVE SER IMPRESSO COLORIDO
- 6 - DEB- DISSIPADOR DE ENERGIA APLICÁVEIS À SAÍDAS DE BUEIROS TUBULARES E DESCIDAS D'ÁGUA DE ATERRIS
 DES- DISSIPADOR DE ENERGIA APLICÁVEIS À SAÍDA DE SARJETAS E VALETAS

LEGENDA

	OFF SET ATTERRO		EDIFICAÇÃO		VZC - VALA TRAPEZOIDAL DE CONCRETO		C.C.S. - CAIXA COLETOIRA DE SARJETA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO		CERCA		VPA - VALETA DE PROTEÇÃO DE ATERRO		C.C.T. - CAIXA COLETOIRA DE TALVEGUE		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO		BUEIRO PROJETADO		VPC - VALETA DE PROTEÇÃO DE CORTE		DESCIDA EM DEGRAUS		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO		BUEIRO EXISTENTE		STC - SARJETA TRIANGULAR DE CONCRETO		BANHADO		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO		BUEIRO EXISTENTE		MFC - MEIO FIO DE CONCRETO		VALA DE APROXIMAÇÃO		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO		BUEIRO EXISTENTE				DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO
	OFF SET ATTERRO						DISSIPADOR DE ENERGIA		CAIXA DE RETENÇÃO



<p>DESENHOS DE REFERÊNCIA</p> <p>PROJETO GEOMÉTRICO - 1247/00-7V-DE-1301 ao 1324 DETALHES TÍPICOS DE DRENAGEM - 1247/00-7D-DE-0101 ao 0130 FOLHA DE CONVENÇÕES - 1247/00 - 7D - 1200</p>	<p>NOTAS</p> <p>1 - BSTC - BUEIRO SIMPLES TUBULAR DE CONCRETO 2 - C.G.I.J. - COTA GERATRIZ INFERIOR A JUSANTE 3 - ESC. - ESCALONIDADE 4 - TODAS AS DIMENSÕES EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO 5 - PARA PERFEITO ENTENDIMENTO, ESTE DESENHO DEVE SER IMPRESSO COLORIDO 6 - DEB- DISSIPADOR DE ENERGIA APLICÁVEIS À SAÍDAS DE BUEIROS TUBULARES E DESCIDAS D'ÁGUA DE ATERROS DES- DISSIPADOR DE ENERGIA APLICÁVEIS À SAÍDA DE SARJETAS E VALETAS</p>	<p>LEGENDA</p> <p> VZC - VALA TRAPEZOIDAL DE CONCRETO VPA - VALETA DE PROTEÇÃO DE ATERRO VPC - VALETA DE PROTEÇÃO DE CORTE STC - SARJETA TRIANGULAR DE CONCRETO MFC - MEIO FIO DE CONCRETO C.C.S. - CAIXA COLETORA DE SARJETA C.C.T. - CAIXA COLETORA DE TALVEGUE DESCIDA EM DEGRAUS BUEIRO PROJETADO BUEIRO EXISTENTE EDIFICAÇÃO CERCA BANHADO CAIXA DE RETENÇÃO CURVAS DE NÍVEL VALA DE APROXIMAÇÃO NASCENTE DISSIPADOR DE ENERGIA </p>	<p>DESENHOS DE REFERÊNCIA</p> <p>PROJETO GEOMÉTRICO - 1247/00-7V-DE-1301 ao 1324 DETALHES TÍPICOS DE DRENAGEM - 1247/00-7D-DE-0101 ao 0130 FOLHA DE CONVENÇÕES - 1247/00 - 7D - 1200</p>	<p>NOTAS</p> <p>1 - BSTC - BUEIRO SIMPLES TUBULAR DE CONCRETO 2 - C.G.I.J. - COTA GERATRIZ INFERIOR A JUSANTE 3 - ESC. - ESCALONIDADE 4 - TODAS AS DIMENSÕES EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO 5 - PARA PERFEITO ENTENDIMENTO, ESTE DESENHO DEVE SER IMPRESSO COLORIDO 6 - DEB- DISSIPADOR DE ENERGIA APLICÁVEIS À SAÍDAS DE BUEIROS TUBULARES E DESCIDAS D'ÁGUA DE ATERROS DES- DISSIPADOR DE ENERGIA APLICÁVEIS À SAÍDA DE SARJETAS E VALETAS</p>	<p>LEGENDA</p> <p> VZC - VALA TRAPEZOIDAL DE CONCRETO VPA - VALETA DE PROTEÇÃO DE ATERRO VPC - VALETA DE PROTEÇÃO DE CORTE STC - SARJETA TRIANGULAR DE CONCRETO MFC - MEIO FIO DE CONCRETO C.C.S. - CAIXA COLETORA DE SARJETA C.C.T. - CAIXA COLETORA DE TALVEGUE CAIXA DE RETENÇÃO CURVAS DE NÍVEL VALA DE APROXIMAÇÃO NASCENTE DISSIPADOR DE ENERGIA </p>	<p>UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA</p> <p>ALUNO: JORGE ANGELO CANSIAN BATTISTELLA MATRÍCULA: 05240263</p> <p>PROJETO DE DRENAGEM CONTORNO DE SÃO JOAQUIM KM 4+500 AO KM 6+000</p> <p>ESCALA: A3 1:2000 DATA: 25/06/2012 FOLHA: 01</p>
---	---	---	---	---	---	---



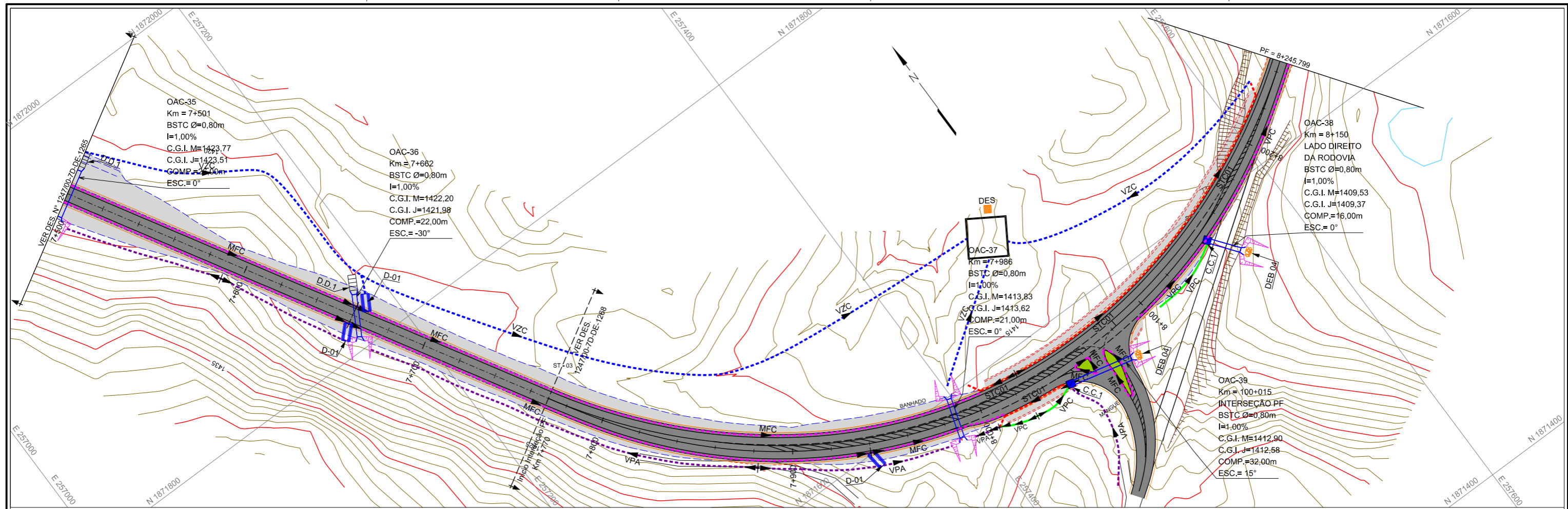
DESENHOS DE REFERÊNCIA	NOTAS	LEGENDA	
PROJETO GEOMÉTRICO - 1247/00-7D-DE-1264 ao 1324 DETALHES TÍPICOS DE DRENAGEM - 1247/00-7D-DE-0101 ao 0130 FOLHA DE CONVENÇÕES - 1247/00 - 7D - 1200	1 - BSTC - BUEIRO SIMPLES TUBULAR DE CONCRETO 2 - C.G.I.J - COTA GERATRIZ INFERIOR A JUSANTE 3 - ESC - ESCONDSIDADE 4 - TODAS AS DIMENSÕES EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO 5 - PARA PERFEITO ENTENDIMENTO, ESTE DESENHO DEVE SER IMPRESSO COLORIDO 6 - DEB - DISSIPADOR DE ENERGIA APLICÁVEIS À SAÍDAS DE BUEIROS TUBULARES E DESCIDAS D'ÁGUA DE ATERRIS DES - DISSIPADOR DE ENERGIA APLICÁVEIS À SAÍDA DE SARJETAS E VALETAS	EDIFICAÇÃO CERCA BUEIRO PROJETADO BUEIRO EXISTENTE	VZC - VALA TRAPEZOIDAL DE CONCRETO VPA - VALETA DE PROTEÇÃO DE ATERRO VPC - VALETA DE PROTEÇÃO DE CORTE STC - SARJETA TRIANGULAR DE CONCRETO MFC - MEIO FIO DE CONCRETO C.C.S - CAIXA COLETOIRA DE SARJETA C.C.T - CAIXA COLETOIRA DE TALVEGUE DESCIDA EM DEGRAUS BANHADO DISSIPADOR DE ENERGIA CAIXA DE RETENÇÃO CURVAS DE NÍVEL VALA DE APROXIMAÇÃO NASCENTE

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

ALUNO: JORGE ANGELO CANSIAN BATTISTELLA
MATRÍCULA: 05240263

PROJETO DE DRENAGEM
CONTORNO DE SÃO JOAQUIM
KM 6+000 AO KM 7+500

ESCALA: A3 1:2000 DATA: 25/06/2012 FOLHA: 01

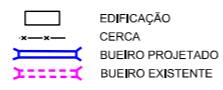
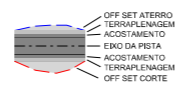


DESENHOS DE REFERÊNCIA

PROJETO GEOMÉTRICO - 1247/00-7V-DE-1301 ao 1324
DETALHES TÍPICOS DE DRENAGEM - 1247/00-7D-DE-0101 ao 0130
FOLHA DE CONVENÇÕES - 1247/00 - 7D - 1200

NOTAS

- 1 - BSTC - BUEIRO SIMPLES TUBULAR DE CONCRETO
- 2 - C.G.I.J - COTA GERATRIZ INFERIOR A JUSANTE
- 3 - ESC - ESCONDIÇÃO
- 4 - TODAS AS DIMENSÕES EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO
- 5 - PARA PERFEITO ENTENDIMENTO, ESTE DESENHO DEVE SER IMPRESSO COLORIDO
- 6 - DEB- DISSIPADOR DE ENERGIA APLICÁVEIS À SAÍDAS DE BUEIROS TUBULARES E DESCIDAS D'ÁGUA DE ATERRIS
DES- DISSIPADOR DE ENERGIA APLICÁVEIS À SAÍDA DE SARJETAS E VALETAS



LEGENDA

- VZC - VALA TRAPEZOIDAL DE CONCRETO
- VPA - VALETA DE PROTEÇÃO DE ATERRO
- VPC - VALETA DE PROTEÇÃO DE CORTE
- STC - SARJETA TRIANGULAR DE CONCRETO
- MFC - MEIO FIO DE CONCRETO
- C.C.S - CAIXA COLETORA DE SARJETA
- C.C.T - CAIXA COLETORA DE TALVEGUE
- DESCIDA EM DEGRAUS
- BANHADO
- DISSIPADOR DE ENERGIA
- CAIXA DE RETENÇÃO
- CURVAS DE NÍVEL
- VALA DE APROXIMAÇÃO
- NASCENTE



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
ALUNO: JORGE ANGELO CANSIAN BATTISTELLA
MATRÍCULA: 05240263

PROJETO DE DRENAGEM
CONTORNO DE SÃO JOAQUIM
KM 7+500 AO KM 8+245,799

ESCALA: A3 1:2000 DATA: 25/06/2012 FOLHA: 01