



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

PROJETO DE ENGENHARIA

PAVIMENTAÇÃO EM CBUQ. (Estrada do Silveira)

Janeiro /2024



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

1 SUMÁRIO

1	ESTUDOS INICIAIS.....	5
1.1	Serviços Preliminares	5
2	PROJETO GEOMÉTRICO	8
2.1	Introdução.....	8
2.2	Projeto Planialtimétrico	8
2.2.1	Projeto Planialtimétrico	8
2.2.2	Projeto Altimétrico	8
2.2.3	Locação dos Sistema Viário	8
2.2.4	Seções Transversais.....	8
2.2.5	Locação dos Sistema Viário	8
3	PROJETO DE TERRAPLENAGEM	11
3.1	Descrição	11
3.2	Metodologia e serviços pertinentes.....	11
3.3	Escavação Mecânica de solos de 1ª categoria	11
3.4	Transporte do material excedente.....	12
3.5	Espalhamento e compactação de material local de 1ª cat.	12
3.6	Regularização e compactação de subleito	14
4	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	16
4.1	Dimensionamento	16
4.2	Serviços	18
4.2.1	Pavimentação em CBUQ	18
4.3	Distância de Transporte para Concreto Asfáltico.....	19
5	ESTUDO HIDROLÓGICO E PROJETO DE DRENAGEM	21
5.1	Introdução.....	21
5.2	ESTUDO HIDROLÓGICO	21
5.2.1	CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO.....	21
5.2.2	CARACTERIZAÇÃO PLUVIOMÉTRICA	22
5.2.3	Estudos estatísticos das chuvas	23
5.2.4	ESTUDOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS	35
5.2.5	COEFICIENTES RELATIVOS A BACIA HIDROGRÁFICA	35
5.2.6	TEMPO DE RECORRÊNCIA HIDROLÓGICO (TR)	36
5.2.7	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO	37
5.2.8	DECLIVIDADE	37



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

5.2.9	MÉTODO RACIONAL.....	37
5.3	Dimensionamento Hidráulico	38
5.4	Área de Contribuição da Bacia do Arroio Divisa	39
5.5	Dimensionamento Hidráulico das Obras de Arte Correntes.....	39
5.6	Dimensionamento.....	46
5.7	Bueiros de transposição de talvegues:.....	47
5.8	Especificações do serviço de drenagem.....	49
5.9	Escavação mecânica de valas mat. 1ª cat. prof. até 2,50 m	49
5.10	Tubulação ø 1,00 PA-1 - PB – Fornecimento e Assentamento.....	50
5.11	Embasamento da tubulação.....	50
5.12	Transporte do material excedente (DMT = 400 a 600 m).....	51
5.13	Reaterro compactado de vala pluvial com material local.....	51
6	PROJETO DE SINALIZAÇÃO	54
6.1	Introdução.....	54
6.2	Sinalização Vertical.....	54
6.2.1	Placas de regulamentação.....	54
6.2.2	Placas de advertência.....	54
6.2.3	Material das placas	55
6.3	Sinalização Horizontal	56
6.3.1	Limpeza e varrição da pista.....	56
6.3.2	Materiais para Sinalização Horizontal:	56
6.3.3	Tipos de Pintura.....	56
6.3.4	Parâmetros para sinalização horizontal.....	57
7	LIMPEZA E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	60



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

ESTUDOS INICIAIS



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

1 ESTUDOS INICIAIS

O presente Memorial Descritivo tem por finalidade expor de maneira detalhada as normas técnicas, materiais, e acabamentos que irão definir os serviços de **TERRAPLANAGEM, DRENAGEM PLUVIAL, PAVIMENTAÇÃO EM CBUQ, SINALIZAÇÃO HORIZONTAL e VERTICAL, da ESTRADA DO SILVEIRA, no município de CAPELA DE SANTANA/RS**, elaborado pela Secretaria de Planejamento do município e foi orientado visando atender as Normas Técnicas vigentes e as exigências legais e técnicas desta Prefeitura Municipal.

A planilha de orçamento em anexo apresenta a extensão, largura e áreas, assim como os respectivos custos de material e mão de obra, os preços unitários extraídos da tabela SINAPI c/data de emissão (NOV/2023). Foi utilizada as composições de serviços específicos necessários para execução da obra, racionalizando e direcionando para cada caso específico o seu respectivo código a referência financeira.

1.1 Serviços Preliminares

Inicialmente a empresa executora da obra (contratada):

a) Placa de obra, tem por objetivo informar a população e aos usuários da rua, os dados da obra. As placas deverão ser afixadas em local visível, preferencialmente no acesso principal do empreendimento, e suas medidas terão que ser igual ou superior a maior placa existente na obra, respeitado a seguinte medida: **3,00m x 1,50m**.

A placa deverá ser confeccionada em chapas de aço laminado a frio, com espessura de 1,25 mm para placas laterais à rua.

Terá dois suportes e serão de madeira de lei beneficiada (7,50 cm x 7,50 cm, com altura livre de 2,50m).

A medição deste serviço será por m² aplicada na pista e instalada somente uma para as seis vias.

b) Topografia. Deverá ser realizado lançado todos os pontos do projeto para planejamento de início de obras em consonância com a fiscalização do município, sendo que a equipe de topografia deverá atender as demandas solicitadas pela referida fiscalização na aferição de dados, este serviço não será ressarcido separadamente, sendo considerado obrigação da contratada.

c) Nas tratativas iniciais de execução a empreiteira deverá apresentar a Anotação de Responsabilidade Técnica;

d) A ordem de início dos trabalhos será emitida após a devida visita técnica entre o Responsável Técnico ou profissional habilitado da empreiteira juntamente com os profissionais do departamento de fiscalização de obras do município, a fim de definir as diretrizes que deverão adotadas durante a realização dos serviços e a elaboração do cronograma de execução.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

e) Estudos de distâncias

Foram realizadas as pesquisas para transporte dos insumos necessários para execução da obra e o local para bota-fora do material inservível.

O local de "bota-fora" foi devidamente indicado pelo município, junto ao parque de eventos municipais, outro local a ser utilizado deverá ser devidamente licenciado e previamente apresentado à fiscalização, sendo a distância máxima 3 KM a partir da obra, definido pelo memorial e planilha de quantidades e preços.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

PROJETO GEOMÉTRICO



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

2 PROJETO GEOMÉTRICO

2.1 Introdução

O Projeto Geométrico do trecho, formado por via urbana do sistema viário do município existente, desenvolvido com base no traçado existente utilizando-se os espaços necessários para a boa circulação de veículos e pedestres.

A via foi concebida adequando a geometria existente de forma a não haver prejuízo às economias existentes, não sendo necessário deslocamento de postes com isso racionalizando a mobilidade urbana e economicidade do projeto.

2.2 Projeto Planialtimétrico

A projeção média diária de veículos é baixa, concomitante à topografia enquadrada com aclive para análise dos condicionantes geométricos e a definição de Velocidade Diretriz de 40km/h, determinaram que a maioria das características planialtimétricas projetadas atendessem os parâmetros para cada caso.

2.2.1 Projeto Planialtimétrico

O Projeto planimétrico apresenta semelhança a configuração existente.

2.2.2 Projeto Altimétrico

O projeto altimétrico, levou em consideração a cota do piso pronto das edificações e do nivelamento existente.

2.2.3 Locação dos Sistema Viário

A locação do sistema viário deverá ser realizada por equipe de topografia, equipada com estação total, precisão 2", nível óptico, trena e baliza. Os trabalhos deverão iniciar pela locação do eixo das vias, marcando todas as estacas prevista no projeto. Os pontos demarcados com uso de piquetes e testemunhas de madeira.

2.2.4 Seções Transversais

As seções transversais do pavimento estão representadas no projeto geométrico, com os gabaritos para cada rua apresentada em planta.

A seção-tipo apresentada nas pranchas indica ainda as alturas em relação ao final do pavimento projetado e os espelhos de meio-fio que deverão ser observados.

2.2.5 Locação dos Sistema Viário

A locação do sistema viário deverá ser realizada por equipe de topografia, equipada com estação total, precisão 2", nível óptico, trena e baliza. Os trabalhos deverão iniciar pela locação do eixo das vias, marcando todas as estacas



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

prevista no projeto. Os pontos demarcados com uso de piquetes e testemunhas de madeira.

Deverá ainda ser executada a marcação dos offsets e o nivelamento das seções transversais, realizado no máximo a cada 100,00 m.





PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

PROJETO DE TERRAPLENAGEM



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

3 PROJETO DE TERRAPLENAGEM

3.1 Descrição

O Projeto de Terraplenagem tem por objetivo a definição das seções transversais em corte e aterro, a localização, determinação e distribuição dos volumes dos materiais destinados à conformação da plataforma das vias, tendo como referência os elementos básicos obtidos através do projeto geométrico e pavimentação.

3.2 Metodologia e serviços pertinentes

Na elaboração do Projeto de Terraplenagem parte-se dos seguintes requisitos básicos:

O projeto de terraplanagem resume-se em escavação dos caixões ao largo da pista existente para implantação da estrutura, como existem cortes e aterros tendo em vista que a plataforma da pista existente definiu as soleiras das edificações, portanto sendo necessárias as adequações e a perfeita regularização para as inclinações finais do pavimento.

Com apoio na geometria definida nas seções transversais, gabaritadas conforme a concepção do projeto, foram cubados os volumes de escavação em corte.

3.3 Escavação Mecânica de solos de 1ª categoria

Este tipo de serviço se dá, pela escavação de materiais nitidamente instáveis, apresentados em geral nos bordos da pista e remoção de material para conformação de greide nos trechos a serem implantados. A instabilidade do solo se dá por excessiva umidade e de aeração inviável, e/ou por características intrínsecas de baixo poder de suporte. Apresenta sob forma de bolsões ou em áreas restritas, que afetou o bom desempenho do pavimento existente.

Operações de remoção compreendem:

Escavação, carregamento e retirada de material de baixa capacidade de suporte (1ª categoria), através de escavadeiras hidráulicas e/ou similares e caminhões transportadores.

A definição da área do "bota-fora" para este tipo de material bem como a devida liberação ambiental (se for o caso) e quaisquer ônus financeiro fica por conta da **CONTRATANTE**, caso não seja utilizado a área definida pela fiscalização.

O material depositado na área denominada bota-fora, será utilizado posteriormente, caso haja necessidade, para fechamento de valas existentes e outros locais necessários nas cercanias da obra.

Serão empregados equipamentos apropriados a este serviço, retroescavadeira ou escavadeira hidráulica e transportes diversos.

A medição será efetuada em m³ separadamente da escavação e o transporte do mesmo volume.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

3.4 Transporte do material excedente

O material excedente inservível (bota-fora) deve ser previamente definido pela Fiscalização.

Junto com o material excedente da pista, também deve ser removido o material com baixa capacidade de suporte inferior (1ª categoria), o qual deve ser transportado para o "bota-fora" definido previamente pela Fiscalização, sendo esta área devidamente licenciada perante os órgãos ambientais, com DMT máxima de 3km.

Para esta etapa da obra, devem-se utilizar equipamentos tipo retroescavadeira e caminhões transportadores.

A medição efetuar-se-á levando em consideração a quantidade em m³ retirados do local.

3.5 Espalhamento e compactação de material local de 1ª cat.

Os materiais a serem utilizados deverão ser no maior ISC obtido no subleito, observar os valores máximos, com expansão máxima de 1%. Poderão ser empregados:

- Areia de granulometria média ou grossa;
- Areia argilosa;

1 – EQUIPAMENTOS

Os equipamentos serão escolhidos de acordo com o tipo de material empregado e constarão de:

- Motoniveladora;
- Carro pipa;
- Rolo pé de carneiro estático ou vibratório, autopropulsores;
- Veículos transportadores;
- Trator leve de esteira;
- Retroescavadeira ou escavadeira;
- Rolo vibratório liso;
- Placas vibratórias;
- Ferramentas manuais;
- Soquetes mecânicos ou manuais;
- Grade de discos.

2 – EXECUÇÃO

Não se admitirá, em nenhuma das fases executivas que os equipamentos de escavação ou transporte se apoiem ou trafeguem sobre o subleito escavado. Deverá, também, ser evitada a acumulação d'água no fundo das escavações. Quando não for possível assegurar um escoamento natural deverá ser previsto o esgotamento manual ou por bombeamento.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Esse deverá ser colocado, espalhado e compactado em camadas de espessuras compatíveis com o equipamento de compactação a ser empregado que, por sua vez, não poderá exercer esforços de compactação superiores à capacidade suporte do subleito. Assim, as primeiras camadas em contato direto com o subleito deverão ser compactadas com equipamentos leves - placas vibratórias - ou ser empregado material que não exija grandes esforços de compactação - materiais granulares.

Os locais inacessíveis aos equipamentos normais deverão ser executados manualmente com ferramentas adequadas.

3 - CONTROLES

3.1 - CONTROLE TECNOLÓGICO

Serão procedidos os seguintes ensaios:

- Determinação do grau de compactação em cada 350 m² de área compactada, com um mínimo de (três) determinações para cada trecho. O grau de compactação do reforço deverá ser sempre 100% da massa específica aparente máxima dada pelo ensaio Normal de compactação. Estas determinações deverão ser feitas alternadamente nos bordos e no eixo, de preferência seguindo sempre uma mesma ordem: bordo direito, eixo, bordo esquerdo... Os trechos do reforço que não se apresentarem devidamente compactados, deverão ser escarificados, e os materiais pulverizados, convenientemente misturados e recompactados.

- Ensaios de caracterização (limite de liquidez, limite de plasticidade e granulometria), para cada 100 m de pista.

- Um ensaio de Índice de Suporte Califórnia, com energia de compactação equivalente à do ensaio Normal de compactação, para cada 50m de pista.

- Um ensaio de Equivalente de areia para cada 100 m de pista.

- O controle do adensamento da areia será feito visualmente pela fiscalização.

4 - CONTROLE GEOMÉTRICO

A camada de reforço do subleito, prevista em projeto, devidamente acabada e antes da colocação da camada subsequente, deverá apresentar as seguintes condições geométricas:

- Largura: não inferior à largura de projeto mais 0,25m para cada lado;
- Cotas: $\pm 0,02$ m das cotas de projeto;
- Espessura verificada por ocasião da determinação da densidade "in situ" ou pelo levantamento topográfico: $\pm 5\%$ da espessura de projeto;
- No caso de se aceitar, dentro das tolerâncias estabelecidas, uma camada com espessura média inferior à do projeto, a diferença será acrescida à camada subsequente.





PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

- No caso da aceitação de camada de reforço, dentro das tolerâncias, com espessura média superior à de projeto, a diferença não será deduzida da espessura do projeto da camada imediatamente superior.

- O material que constituirá a referida sub-base deverá ser disposto uniformemente sobre o leito da estrada em camadas e espalhado de forma a evitar a segregação.

5 - MEDIÇÃO

A medição dos serviços de reforço do subleito com materiais selecionados será procedida através da determinação dos volumes executados, medidos na pista, expressos em m^3 , com base nas profundidades e extensões pré-fixadas no projeto ou expressamente determinadas pela fiscalização através de ordens de serviço.

6 - PAGAMENTO

O pagamento será feito pelo preço unitário proposto, o qual deverá incluir o fornecimento dos materiais, carga, transporte, descarga, espalhamento, compactação, arremates e demais operações e encargos necessários à completa execução desses serviços.

3.6 Regularização e compactação de subleito

Esta especificação se aplica à regularização do subleito da via a ser pavimentada com a terraplenagem concluída, especificamente nas áreas a serem escavadas nos locais com baixa capacidade de suporte.

Regularização é a operação que é executada prévia e isoladamente na construção de outra camada do pavimento, destinada a conformar o subleito, quando necessário, transversal e longitudinalmente.

São indicados os seguintes tipos de equipamentos para execução da regularização: moto niveladora com escarificador, carro tanque distribuidor de água, rolos compactadores tipo pé-de-carneiro, liso vibratório, grade de discos, etc.

Os equipamentos de compactação e mistura, serão escolhidos de acordo com o tipo de material empregado e poderão ser utilizados outros, que não os especificados acima, desde que aceitos pela Fiscalização.

A medição dos serviços de regularização do subleito será feita por m^2 de plataforma concluída, já incluída a área de passeios.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

4 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

4.1 Dimensionamento

Pavimento é a estrutura construída sobre terraplenagem e destinada econômica e tecnicamente a resistir aos esforços do tráfego, melhorar as condições de rolamento e segurança e resistir aos esforços de modo a tornar durável a superfície de rolamento.

Revestimento é a camada tanto quanto possível impermeável que recebe a ação direta do tráfego, devendo ser durável e resistente ao desgaste.

Sub Base e Base são as camadas granulares destinadas a distribuir os esforços oriundos do tráfego e sobre a qual se constrói o pavimento.

Leito é a superfície acabada de terraplenagem.

Sub Leito é o terreno de fundação do pavimento.

A via é formada pela pista de rolamento existente em pedra irregular, que será pavimentada em Concreto Betuminoso Usinado á Quente (CBUQ).

O projeto de pavimentação da rua foi elaborado de acordo com as Instruções de Serviço para Projeto de Pavimentação contidas no Manual de Serviços para Projetos Rodoviários do DNIT.

Será executado serviço de pavimentação asfáltica na via com a estrutura do Pavimento apresentado abaixo.

A área da referida via a receber capeamento asfáltico compreende 2.485m², que corresponde área de pavimentação.

Estrutura do Pavimento em CBUQ

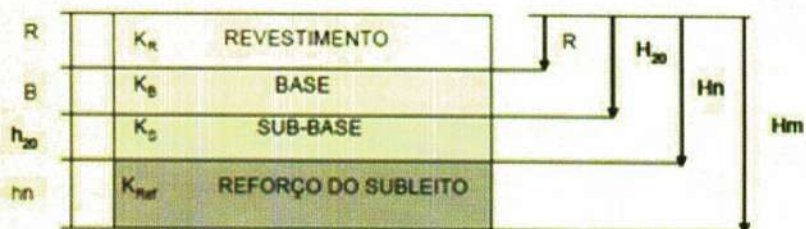
Demonstraremos abaixo, através de memória de cálculo, justificativa de pavimento asfáltico, ou seja, aplicação de CBUQ 5,00 cm, base de brita graduada 15,00 cm e sub base de macadame seco 17,00 cm.

Orientação

Normas técnicas da ABNT, normas do DNIT, Manual de Técnicas de Pavimentação, de Wlastemiler de Senço, vol.1 e método do Eng. Murillo Lopes de Souza, com base no ensaio CBR de O.J.Porter, no índice de Grupo de Steelee e pelas normas do DNER (os dados de tráfego foram obtidos através dos trabalhos do U.S. Corps of Engineers apresentado por J. Turnbull, C.R. Foster R.G. Alukin).



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL



Obs1: as espessuras máxima e mínima de compactação das camadas granulares são de 20cm e 10cm, respectivamente.

Obs2: espessura construtiva mínima (base + sub-base) = 15 cm

Onde:

K_R : coeficiente de equivalência estrutural do revestimento

R: espessura do revestimento

K_B : coeficiente de equivalência estrutural da base

B: espessura da base

H_{20} : espessura de pavimento sobre a sub-base

K_S : coeficiente de equivalência estrutural da sub-base

h_{20} : espessura da sub-base

H_n : espessura do pavimento sobre a camada com IS = n

K_{ref} : coeficiente de equivalência estrutural do reforço de subleito

h_n : espessura do reforço do subleito e

H_m : espessura total do pavimento necessária para proteger um material com CBR ou IS igual a m

Do Manual de Técnicas de Pavimentação, de Wlastemiler de Senço, Volume 1, página 484, temos os seguintes coeficientes de equivalência estrutural:

Subleito: IS = 9,0% = n $K_{ref}=1,00$ $H_n = 42,00$ (sub-base+base+revestimento)

Sub-base: IS = 20 $K_S=1,00$ $H_{20} = 24,00$ (base+revestimento – espessura mínima aceitável)

Base: IS = 80 $K_B=1,00$

Revestimento: R = 5 cm $K_R=2,00$

Adotaremos a espessura do revestimento com CBUQ = 5,00 cm e a espessura da base de brita graduada = 15 cm.

O pavimento será constituído por:

-Revestimento de concreto asfáltico: 5 cm



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

- Base de brita graduada: 15 cm
- Sub-base de Rachão: 17 cm

A via em questão, atualmente, é uma estrada do município, com tráfego médio, de automóveis e caminhões, mas a partir de sua pavimentação, com potencial de crescimento em função do incremento turístico e econômico. Para $N > 10.6$ segundo o Manual de Técnicas de Pavimentação, de Wlastemiler de Senço, adota-se revestimento, com $K=2$, ou seja, concreto betuminoso, com espessura mínima de 5,00 cm.

Os pontos com $I_{Sc} < 8\%$ deverão ser tratados, removendo-se a camada superficial e preenchidos com material pétreo (rachão). Em inspeção visual, constatamos a proximidade de valos próximos ou sob o bordo do futuro pavimento, podendo ocorrer deformações com perda da base e sub base. Recomendamos nestes trechos a remoção dos solos moles e substituição também por material de maior capacidade (rachão).

4.2 Serviços

4.2.1 Pavimentação em CBUQ

No segundo caso a via deverá ser capeada. Neste, primeiro caso, quando a pavimentação for executada sobre pedra tosca os serviços de pavimentação serão divididos nas etapas descritas a seguir:

- Execução de regularização do subleito;
- Execução de Camada de Brita Anti extrusiva de 3cm;
- Execução de sub-base de Macadame Seco 17cm;
- Execução de base de brita graduada na espessura de 15cm;
- Imprimação;
- Pintura de Ligação;
- Execução de camada de CBUQ na espessura de 5cm.
- Execução do quebra-molas também em CBUQ.

Conforme projeto, será executado o concreto betuminoso usinado a quente, na largura e espessura indicadas, devendo estar referenciado pela faixa C (capa de rolamento) do DNIT.

A largura seguirá o previsto em projeto, podendo haver concordância com as vias transversais ou acessos, a critério do MCS, e indicadas em projeto, de modo a preparar a continuidade da via e proteger o pavimento. O serviço compreenderá a mistura, que deverá ser executada em usina a quente apropriada; o concreto asfáltico, com características específicas composta de agregado mineral graduado, material de enchimento (filler) e ligante betuminoso

CAP-50/70, ou outro, devidamente justificado; e o espalhamento e compressão à quente.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

4.3 Distância de Transporte para Concreto Asfáltico

Distância de Transporte para Concreto Asfáltico,;

A distância considerada para transporte dos componentes do CBUQ e da Mistura obedecerão ao esquema a seguir: Conforme o mapa anterior o esquema de transporte será da seguinte forma:

Canoas/RS: Neste Local encontra-se o Fornecedor de CAP para CBUQ e de Emulsão (RR-2C) para Pintura de Ligação. O CAP deverá ser transportado até a Usina. A emulsão deverá ser transportada diretamente para a obra. Para o CAP e Emulsões não teremos outras alternativas de fornecedores.

Os fornecedores de Brita, Areia e Filler. A localização específica da Usina será definida pela empresa vencedora do certame. Por conta da imprecisão deste dado o Município estimou um raio de 10 km para a distância de transporte comercial da Areia, Brita e Filler para utilização no traço de CBUQ.

As distâncias foi obtida pelo sistema via internet "Google Maps": Origem Destino Distância Canoas até Capela de Santana 30 km Composição dos Materiais para Transporte Os consumos dos insumos dos materiais do CBUQ e da Pintura de Ligação foram obtidos das Planilhas de composição de Preços Unitários da Tabela da SINAPI.





PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

ESTUDO HIDROLÓGICO E
PROJETO DE DRENAGEM



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

5 ESTUDO HIDROLÓGICO E PROJETO DE DRENAGEM

5.1 Introdução

O projeto de drenagem visa a determinação e o detalhamento dos elementos de captação, condução e lançamento das águas pluviais que precipitam em uma dada bacia ou região.

5.2 ESTUDO HIDROLÓGICO

A coleta de dados teve como finalidade conhecer os aspectos climáticos, pluviométricos, fluviométricos, relevo, solo e vegetação da região, os quais fornecem informações para os estudos de verificação da suficiência hidráulica das seções de vazões das obras-de-arte correntes e especiais existentes. Os estudos hidrológicos foram divididos conforme a relação a seguir:

- Caracterização da região;
- Caracterização Pluviométrica;
- Estudos estatísticos das chuvas;
- Estudos das bacias hidrográficas em carta geográfica;
- Avaliação das vazões de projeto e dimensionamento das obras.

5.2.1 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO

O município de Nova Santa Rita está localizado na região da encosta inferior do nordeste do Rio Grande do Sul e é limitado ao norte com Portão e Capela de Santana, ao sul com Triunfo, a leste com Sapucaia do Sul, Esteio e Canoas e a oeste com Montenegro.

- Características Geomorfológicas:

O relevo do município é composto por áreas pertencentes a microrregião de Porto Alegre é uma das microrregiões do estado brasileiro do Rio Grande do Sul pertencente à mesorregião Metropolitana de Porto Alegre.

Essa região é caracterizada por uma extensa planície de inundação do rio, composta por muitos banhados. As formações rochosas são sedimentares, com depósitos encharcados carregados pelo rio.

A vegetação na região é típica de áreas de inundação, com campos úmidos e a presença de matas ciliares. O município tem vegetação de Floresta Ombrófila Mista, de árvores baixas ou arbustos arborescentes.

- Características Climáticas

Clima subtropical úmido (Classificação climática de Köppen-Geiger: Cfa).



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Os dados apresentados representam o comportamento da chuva e da temperatura ao longo do ano. As médias climatológicas são valores calculados a partir de uma série de dados de 30 anos observados. É possível identificar as épocas mais chuvosas/secas e quentes/frias de uma região.

Mês	Mínima (°C)	Máxima (°C)	Precipitação (mm)
Janeiro	19°	31°	121
Fevereiro	20°	30°	108
Março	19°	29°	91
Abril	16°	26°	116
Maiο	13°	21°	106
Junho	12°	19°	134
Julho	10°	18°	145
Agosto	12°	21°	124
Setembro	13°	21°	148
Outubro	15°	24°	141
Novembro	16°	27°	122
Dezembro	18°	29°	112

Tabela 1 - TEMPERATURAS MENSAIS DA CIDADE NOVA SANTA RITA/RS.

- Hidrografia

A bacia do Rio dos Sinos está localizada na porção leste do Estado do Rio Grande do Sul. Faz divisa a oeste e ao norte com as bacias dos rios Caí e Taquari Antas, ao sul com a bacia do Baixo Jacuí e Lago Guaíba e a leste com a bacia do rio Gravataí e bacia do Rio Tramandaí. O Rio dos Sinos deságua no Delta do Rio Jacuí, para onde também afluem, e muito próximos, os rios Caí e Gravataí.

Nova Santa Rita localiza-se entre as bacias do Rio dos Sinos e do Rio Caí, contando com os arroios Berto Círio, Califórnia, Gerdau, Caju, Estância, Sino, Capela I e Capela II.

5.2.2 CARACTERIZAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

Para a avaliação das características pluviométricas na área de influência da rodovia foram pesquisados dados junto à ANA – Agência Nacional de Águas.

Foi utilizado no estudo o Posto de Porto Garibaldi, Bacia do Atlântico Trecho Sudeste, sub bacia: Lagoa dos Patos.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

As características do posto pesquisado encontram-se no quadro a seguir.

Quadro 1 – Características do Posto Pluviométrico Pesquisado.

Dados da Estação	
Código	02951024
Nome	PORTO GARIBALDI
Código Adicional	-
Bacia	ATLÂNTICO, TRECHO SUDESTE (8)
Sub bacia	LAGOA DOS PATOS (87)
Rio	-
Estado	Rio Grande do Sul
Município	Montenegro
Responsável	ANA
Operadora	CPRM
Latitude	-29:48:42
Longitude	-51:23:13
Altitude (m)	15
Área de Drenagem (2km)	-

5.2.3 Estudos estatísticos das chuvas

O estudo permitiu encontrar a Equação da Chuva. Para obter as alturas de chuva em função do tempo de duração utilizou-se o trabalho desenvolvido pelo DNOS, "Chuvas Intensas no Brasil". Este determina a conversão de chuva de 1 dia em chuva de 24h e a relação entre chuvas de diferentes durações.

Os resultados foram publicados no "Manual de Projeto – Drenagem Urbana", e estão apresentados nos quadros a seguir.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Quadro 2 - Tempo de Retorno.

	Tr (anos)					
	5	10	25	50	75	100
Relação entre alturas pluviométricas das chuvas máximas de 24h e de 1 dia	1,13	1,13	1,14	1,15	1,14	1,15

Quadro 3 - Relação Entre Alturas Pluviométricas.

N	Relações	Coefficientes
1	P_{12h}/P_{24h}	0,85
2	P_{10h}/P_{24h}	0,82
3	P_{8h}/P_{24h}	0,78
4	P_{6h}/P_{24h}	0,72
5	P_{1h}/P_{24h}	0,42
6	P_{30min}/P_{1h}	0,74
7	P_{25min}/P_{30min}	0,91
8	P_{20min}/P_{30min}	0,81
9	P_{15min}/P_{30min}	0,70
10	P_{10min}/P_{30min}	0,54
11	P_{5min}/P_{30min}	0,34

A Análise Estatística dos Dados de Precipitação foi realizada através do Método da Distribuição de Valores Extremos – Tipo 1 – Gumbel.

$$T = \frac{1}{P} (P \geq P_T)$$

Sendo P_T a precipitação de frequência conhecida.

Substituindo a equação anterior na função de probabilidade, o período de retorno (T) pode ser estimado da seguinte forma:



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

$$T = \frac{1}{1 - (e^{-e^{-y}})}$$

A variável y é a variável reduzida e o seu valor é deduzido tomando duas vezes o logaritmo neperiano na função de probabilidade. O resultado final desta operação é:

$$y = -\text{Ln} \left[-\text{Ln} \left(1 - \frac{1}{T} \right) \right]$$

Empregando-se esta distribuição, as frequências teóricas podem ser calculadas a partir da média e o desvio padrão da série de valores máximos. Desta forma:

$$x = X + S_x \cdot K \quad \text{e} \quad K = \frac{y - y_n}{S_n}$$

Os resultados estão apresentados nos Quadros abaixo:

N=	48	Número de anos de observação
ΣP	1176	Somatória da precipitação
P médio	86,94	Precipitação média
Σy	26,29	Somatória da Variável Reduzida y
y_n (médio)	0,55	Média da Variável Reduzida y
$\sigma =$	29,093	Desvio Padrão da amostra
$\sigma_n =$	1,17	Desvio Padrão da variável reduzida

Quadro 4 - Relação Precipitação x Tempo de Recorrência.

Tempo de Recorrência (Tr)	$y = -\text{Ln}[\text{Ln}(\text{Tr}) - \text{Ln}(\text{Tr}-1)]$	$K(\text{Tr}) = (y - y_n) / \sigma_n$	P 1dia (mm)
5	1,500	0,81	110,627
10	2,250	1,46	129,294
15	2,674	1,82	139,825
25	3,199	2,27	152,879
50	3,902	2,87	170,377
100	4,600	3,46	187,745



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Quadro 5 - Distribuição estatística.

Numero de ordem "m" reordenado	Máxima diária reordenada	*F = 100*(1-m/(N+1))	Tempo de Recorrência (Tr)	Variável Reduzida y = -Ln[Ln(Tr)-Ln(Tr-1)]	K (t)
1	174,5	97,96	49,0	3,88	2,851
2	150,2	95,92	24,5	3,18	2,249
3	148,3	93,88	16,3	2,76	1,893
4	136,6	91,84	12,3	2,46	1,638
5	134	89,80	9,8	2,23	1,438
6	115,6	87,76	8,2	2,04	1,272
7	114,8	85,71	7,0	1,87	1,130
8	113,7	83,67	6,1	1,72	1,006
9	112,6	81,63	5,4	1,59	0,895
10	111,6	79,59	4,9	1,48	0,795
11	105,2	77,55	4,5	1,37	0,703
12	105	75,51	4,1	1,27	0,617
13	101,5	73,47	3,8	1,18	0,538
14	100,4	71,43	3,5	1,09	0,463
15	95,4	69,39	3,3	1,01	0,392
16	93,4	67,35	3,1	0,93	0,325
17	93,2	65,31	2,9	0,85	0,261
18	92	63,27	2,7	0,78	0,200
19	91,4	61,22	2,6	0,71	0,141
20	91,4	59,18	2,5	0,65	0,083
21	90,5	57,14	2,3	0,58	0,028
22	90,4	55,10	2,2	0,52	-0,026
23	84,3	53,06	2,1	0,46	-0,078
24	84,2	51,02	2,0	0,40	-0,130
25	80,5	48,98	2,0	0,34	-0,180
26	80,2	46,94	1,9	0,28	-0,229
27	78,1	44,90	1,8	0,22	-0,278
28	77,2	42,86	1,8	0,17	-0,327
29	76,8	40,82	1,7	0,11	-0,374
30	76,4	38,78	1,6	0,05	-0,422
31	71,4	36,73	1,6	0,00	-0,470
32	67,8	34,69	1,5	-0,06	-0,517
33	67,8	32,65	1,5	-0,11	-0,565
34	66,2	30,61	1,4	-0,17	-0,613
35	65,4	28,57	1,4	-0,23	-0,661
36	64,6	26,53	1,4	-0,28	-0,710
37	64,1	24,49	1,3	-0,34	-0,760
38	62,4	22,45	1,3	-0,40	-0,812
39	61,3	20,41	1,3	-0,46	-0,864
40	60,4	18,37	1,2	-0,53	-0,919
41	59,1	16,33	1,2	-0,59	-0,977
42	56	14,29	1,2	-0,67	-1,038
43	54,6	12,24	1,1	-0,74	-1,103
44	53,8	10,20	1,1	-0,83	-1,174
45	52,6	8,16	1,1	-0,92	-1,254
46	51,4	6,12	1,1	-1,03	-1,347
47	48,7	4,08	1,0	-1,16	-1,462
48	46,1	2,04	1,0	-1,36	-1,630



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

MÉDIA HISTÓRICA DAS PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS MENS AIS
ESTAÇÃO: PORTO GARIBALDI
MUNICÍPIO MONTENEGRO-RS.

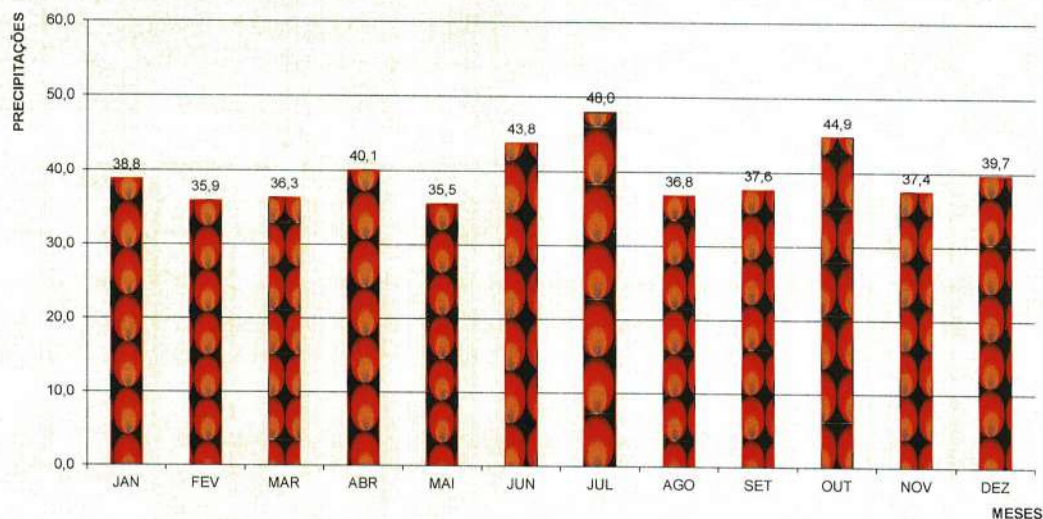


Figura 1 - Histograma da média histórica das precipitações máximas mensais.

MÁXIMA HISTÓRICA DAS PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS MENS AIS
ESTAÇÃO: PORTO GARIBALDI
MUNICÍPIO MONTENEGRO-RS

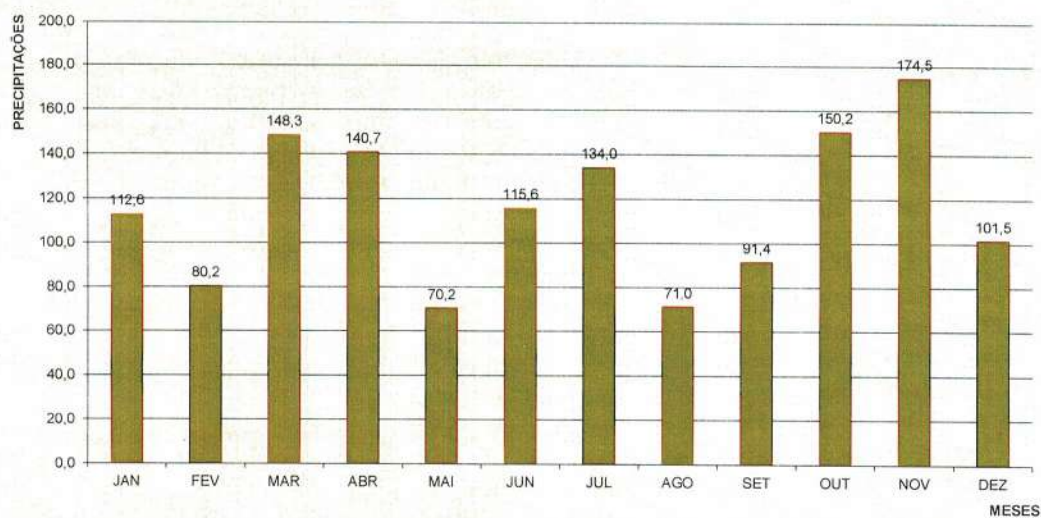


Figura 2 - Histograma da máxima histórica das precipitações máximas mensais.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

MÉDIA HISTÓRICA DOS DIAS CHUVAS MENSAL
ESTAÇÃO: PORTO GARIBALDI
MUNICÍPIO: MONTENEGRO-RS.

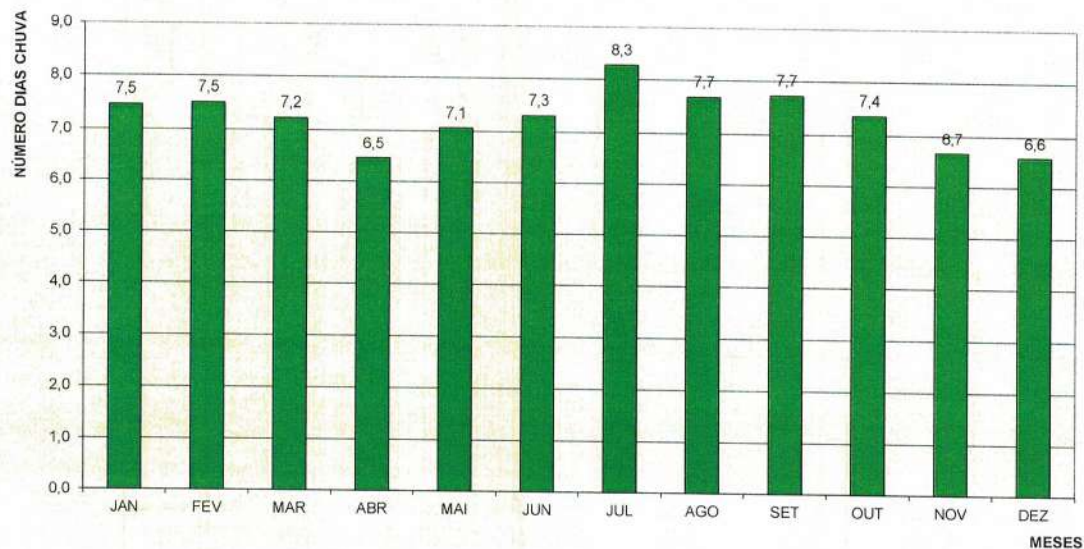


Figura 3 - Histograma da média histórica das chuvas mensais.

MÁXIMO HISTÓRICA DOS DIAS CHUVAS MENSAL
ESTAÇÃO: PORTO GARIBALDI
MUNICÍPIO: MONTENEGRO-RS.

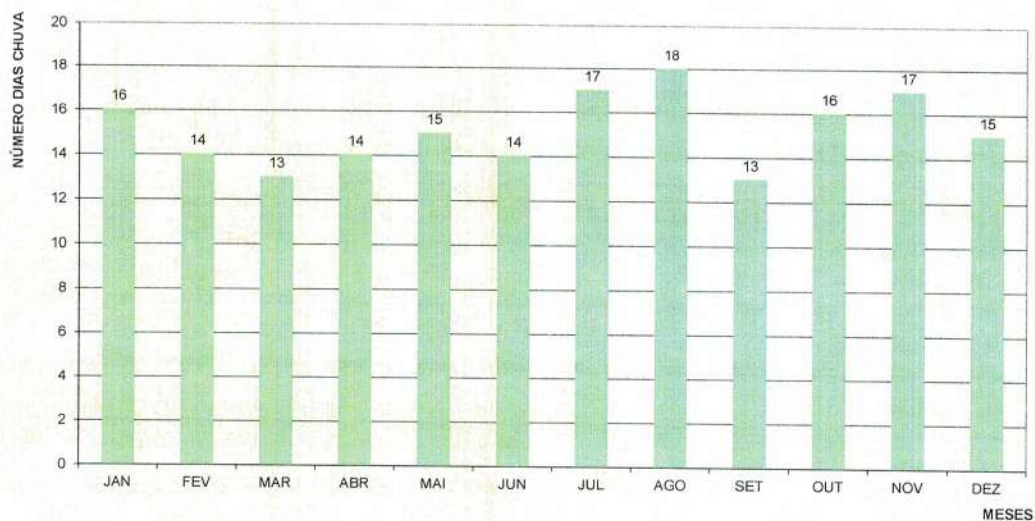


Figura 4 - Histograma da máxima histórica dos dias de chuvas mensais.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

MÉDIA HISTÓRICA DAS PRECIPITAÇÕES TOTAIS MENSAIS
ESTAÇÃO: PORTO GARIBALDI
MUNICÍPIO MONTENEGRO-RS

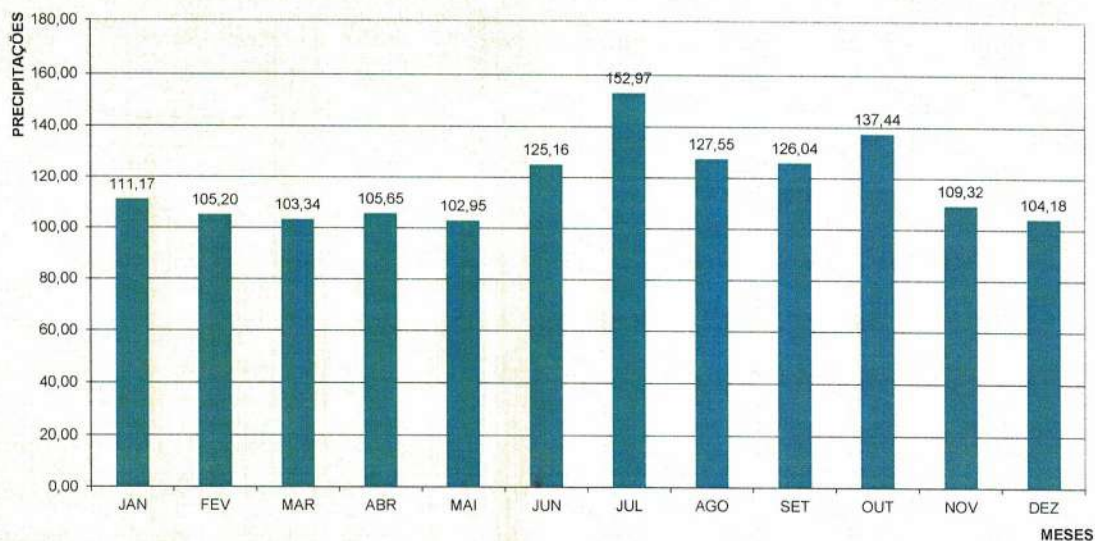


Figura 5 - Histograma da média histórica das precipitações totais mensais.

MÁXIMA HISTÓRICA DAS PRECIPITAÇÕES TOTAIS MENSAIS
ESTAÇÃO: PORTO GARIBALDI
MUNICÍPIO MONTENEGRO-RS



Figura 6 - Histograma da máxima histórica das precipitações totais mensais.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

- Método das Isozonas

Para correlacionar a precipitação nas estações pluviométricas determinou-se a relação 24 horas / 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.

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 da correlação dos dados dos postos pluviométricos com os dados dos postos pluviográficos, foi possível deduzir as precipitações para os períodos inferiores a 24 horas. Para o cálculo das relações que permitem estimar chuvas com diferentes tempos de duração, utilizou-se a tabela de tempos de recorrência para as isozonas, proposta por Taborga Torrico, conforme a apresentada no QUADRO 06

Quadro 6 - Determinação das precipitações.

TR (anos)	K1	K2	P dia (mm)	P 24 h (mm)	P 1 h (mm)	P 0,1 h (mm)
5	0,112	0,420	110,627	121,137	50,877	13,567
10	0,112	0,416	129,294	141,577	58,896	15,857
25	0,112	0,411	152,879	167,403	68,802	18,749
50	0,112	0,407	170,377	186,563	75,931	20,895
100	0,100	0,403	187,745	205,581	82,849	20,558

Os índices das chuvas intensas foram obtidos aplicando-se as expressões abaixo relacionadas:

$$P_{1h} = P_{24h} * K_1$$

$$P_{0,1h} = P_{24h} * K_2$$

Calcula-se a precipitação para uma duração entre 0,1 h e 1 h através de:

$$P = (P_{1h} - P_{0,1h}) * LOG t_c + P_{1h}$$

Calcula-se a precipitação para uma duração entre 1 h e 24 h através de:

$$P = \left(P_{24h} - \frac{P_{1h}}{LOG 24} \right) * LOG t_c + P_{1h}$$

Nas páginas seguintes constam as curvas que sintetizam a intensidade de precipitação x duração x recorrência e precipitação x duração x recorrência.

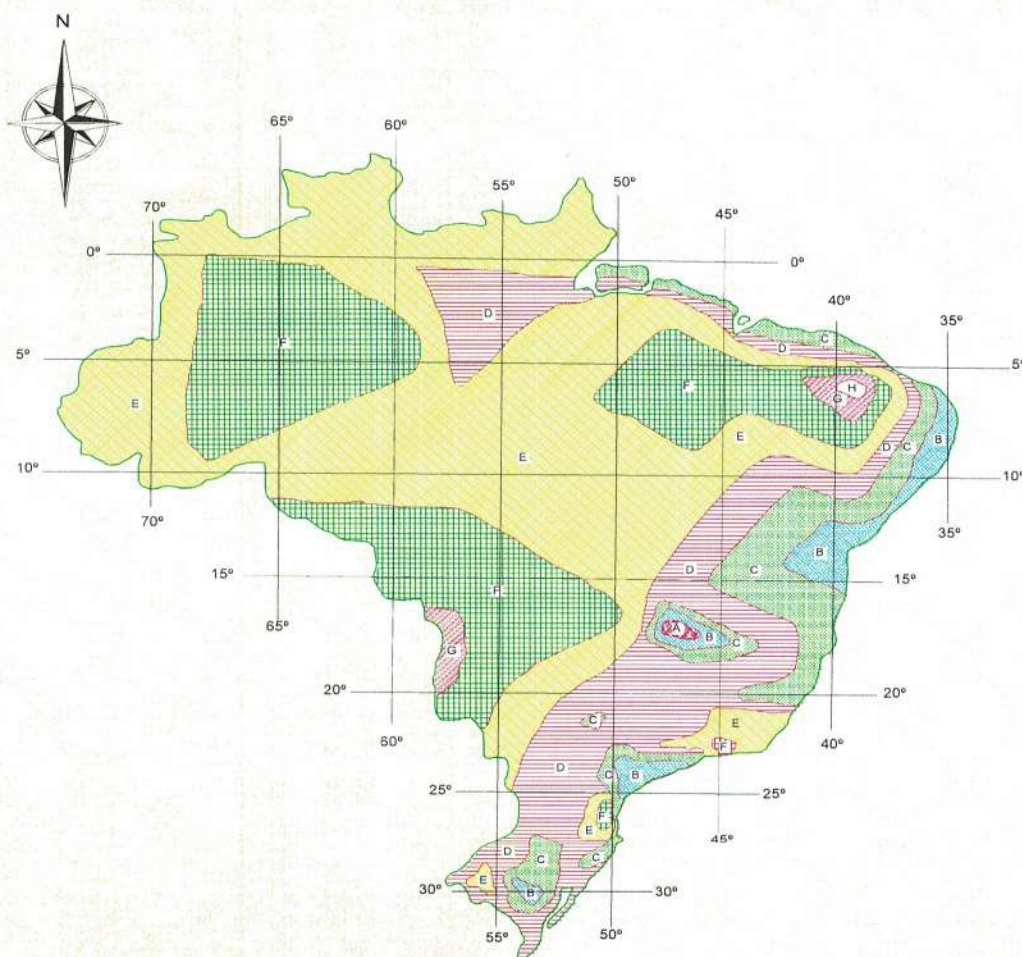


PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Quadro 7 - Determinação das equações de chuva.

TR (anos)	tc (h)	FÓRMULAS		
5	0,1h < tc < 1h	37,310	. LOG tc +	50,877
	1h < tc < 24h	50,905	. LOG tc +	50,877
10	0,1h < tc < 1h	43,039	. LOG tc +	58,896
	1h < tc < 24h	59,905	. LOG tc +	58,896
25	0,1h < tc < 1h	50,053	. LOG tc +	68,802
	1h < tc < 24h	71,438	. LOG tc +	68,802
50	0,1h < tc < 1h	55,036	. LOG tc +	75,931
	1h < tc < 24h	80,156	. LOG tc +	75,931
100	0,1h < tc < 1h	62,291	. LOG tc +	82,849
	1h < tc < 24h	88,922	. LOG tc +	82,849

ISOZONAS DE IGUAL RELAÇÃO (EM PORCENTAGEM)





PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Quadro 8 - 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.

Para fins de compreensão das curvas I-D-F, foi elaborada as Figuras 07 e 08, com os valores de cada curva; isto é, de cada tempo de recorrência. Com isso, pode-se obter os valores de intensidade pluviométrica de forma mais precisa.

A seguir apresenta-se Tabela-02 e os gráficos IDF e PDF:



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

TR	5,000	5,000	10,000	10,000	25,000	25,000	50,000	50,000	100,000	100,000
tc (h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)
0,1	11,931	119,311	13,514	135,139	15,514	155,138	16,997	169,975	16,418	175,136
0,5	32,714	65,427	36,754	73,507	41,848	83,697	45,285	90,570	48,181	96,362
1	41,664	41,664	46,762	46,762	53,190	53,190	57,468	57,468	61,860	61,860
1,5	48,429	32,286	54,480	36,320	62,113	41,408	67,347	44,898	72,670	48,447
2	53,230	26,615	59,956	29,978	68,443	34,222	74,356	37,178	80,340	40,170
2,5	56,953	22,781	64,203	25,681	73,354	29,341	79,793	31,917	86,289	34,516
3	59,995	19,998	67,673	22,558	77,366	25,789	84,235	28,078	91,150	30,383
3,5	62,567	17,876	70,607	20,174	80,758	23,074	87,991	25,140	95,260	27,217
4	64,795	16,199	73,149	18,287	83,696	20,924	91,245	22,811	98,820	24,705
4,5	66,760	14,836	75,391	16,754	86,288	19,175	94,114	20,914	101,960	22,658
5	68,518	13,704	77,396	15,479	88,607	17,721	96,682	19,336	104,769	20,954
5,5	70,109	12,747	79,210	14,402	90,704	16,492	99,004	18,001	107,310	19,511
6	71,560	11,927	80,866	13,478	92,619	15,436	101,124	16,854	109,630	18,272
6,5	72,896	11,215	82,390	12,675	94,380	14,520	103,074	15,858	111,764	17,194
7	74,132	10,590	83,801	11,972	96,011	13,716	104,880	14,983	113,739	16,248
7,5	75,284	10,038	85,114	11,349	97,529	13,004	106,561	14,208	115,579	15,410
8	76,360	9,545	86,342	10,793	98,949	12,369	108,133	13,517	117,299	14,662
8,5	77,372	9,103	87,496	10,294	100,284	11,798	109,610	12,895	118,916	13,990
9	78,326	8,703	88,584	9,843	101,541	11,282	111,003	12,334	120,439	13,382
9,5	79,228	8,340	89,613	9,433	102,731	10,814	112,320	11,823	121,881	12,830
10	80,084	8,008	90,589	9,059	103,860	10,386	113,570	11,357	123,248	12,325
10,5	80,898	7,705	91,518	8,716	104,934	9,994	114,759	10,929	124,549	11,862
11	81,674	7,425	92,404	8,400	105,957	9,632	115,892	10,536	125,789	11,435
11,5	82,416	7,167	93,250	8,109	106,935	9,299	116,975	10,172	126,974	11,041
12	83,126	6,927	94,060	7,838	107,872	8,989	118,012	9,834	128,109	10,676
12,5	83,807	6,705	94,837	7,587	108,770	8,702	119,007	9,521	129,197	10,336
13	84,461	6,497	95,583	7,353	109,633	8,433	119,962	9,228	130,243	10,019
13,5	85,091	6,303	96,302	7,133	110,464	8,183	120,882	8,954	131,249	9,722
14	85,698	6,121	96,994	6,928	111,264	7,947	121,768	8,698	132,219	9,444
14,5	86,283	5,951	97,662	6,735	112,036	7,727	122,623	8,457	133,154	9,183
15	86,849	5,790	98,307	6,554	112,782	7,519	123,449	8,230	134,058	8,937
15,5	87,396	5,638	98,931	6,383	113,504	7,323	124,248	8,016	134,932	8,705
16	87,926	5,495	99,535	6,221	114,203	7,138	125,022	7,814	135,779	8,486
16,5	88,439	5,360	100,121	6,068	114,880	6,962	125,771	7,623	136,599	8,279
17	88,937	5,232	100,689	5,923	115,537	6,796	126,499	7,441	137,395	8,082
17,5	89,421	5,110	101,241	5,785	116,175	6,639	127,205	7,269	138,168	7,895
18	89,891	4,994	101,777	5,654	116,794	6,489	127,891	7,105	138,919	7,718
18,5	90,348	4,884	102,299	5,530	117,397	6,346	128,559	6,949	139,649	7,549
19	90,793	4,779	102,806	5,411	117,984	6,210	129,209	6,800	140,360	7,387
19,5	91,227	4,678	103,301	5,297	118,556	6,080	129,842	6,659	141,053	7,233
20	91,649	4,582	103,783	5,189	119,113	5,956	130,458	6,523	141,728	7,086
20,5	92,061	4,491	104,253	5,086	119,656	5,837	131,060	6,393	142,386	6,946
21	92,463	4,403	104,711	4,986	120,187	5,723	131,647	6,269	143,029	6,811
21,5	92,856	4,319	105,159	4,891	120,704	5,614	132,221	6,150	143,656	6,682
22	93,239	4,238	105,597	4,800	121,210	5,510	132,781	6,035	144,269	6,558
22,5	93,614	4,161	106,025	4,712	121,705	5,409	133,328	5,926	144,868	6,439
23	93,981	4,086	106,443	4,628	122,189	5,313	133,864	5,820	145,454	6,324
23,5	94,340	4,014	106,852	4,547	122,662	5,220	134,388	5,719	146,027	6,214
24	94,691	3,945	107,253	4,469	123,125	5,130	134,901	5,621	146,589	6,108



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

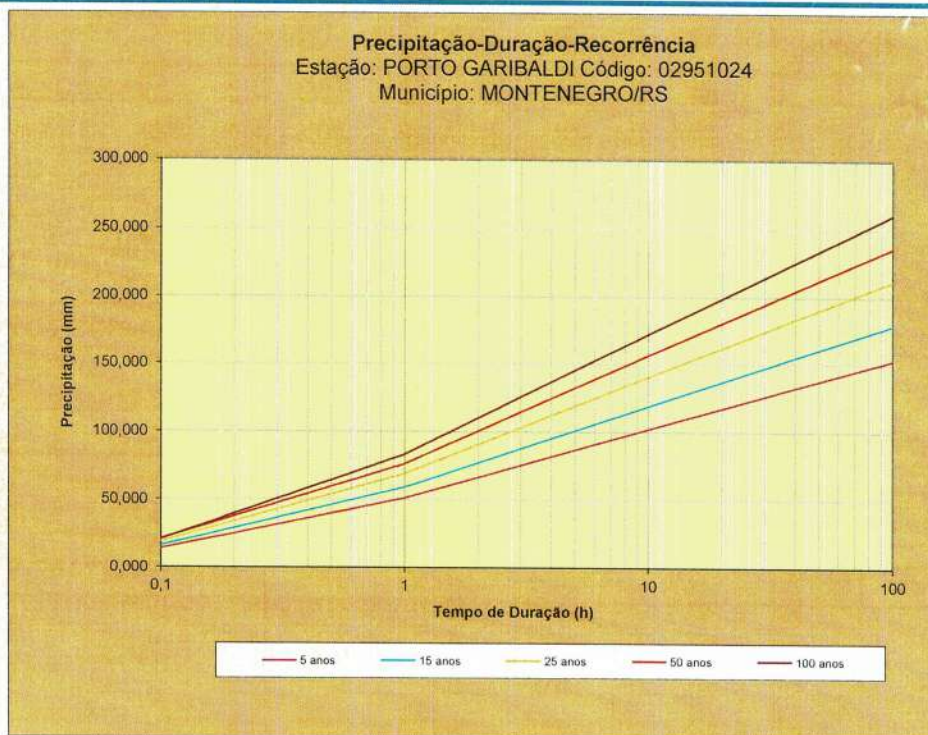


Figura 7 - Gráfico relação precipitação-duração-recorrência.

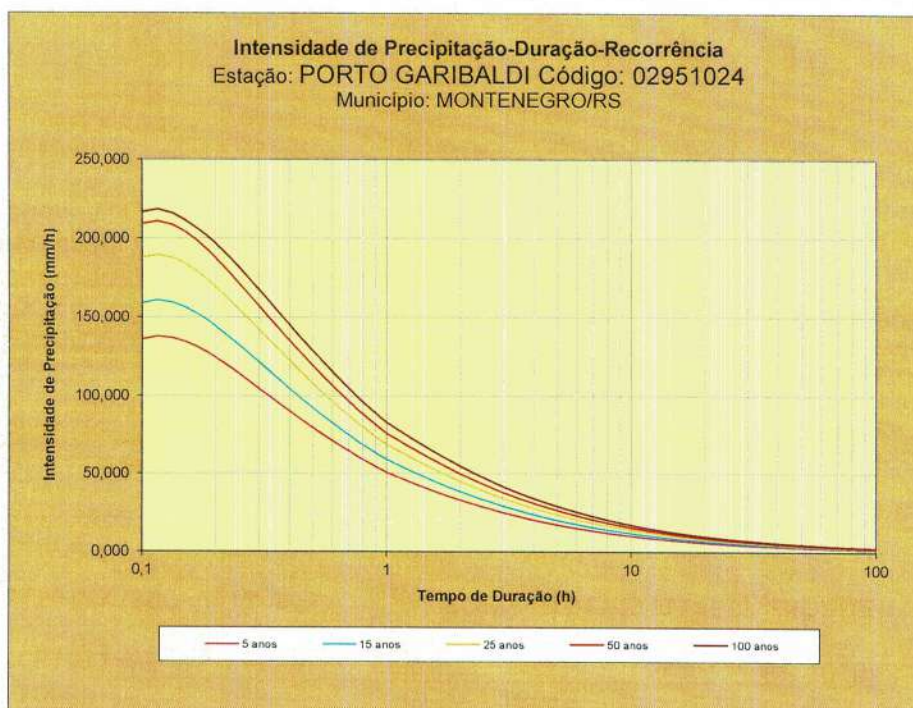


Figura 8 - Gráfico relação intensidade de precipitação-duração-recorrência.



Handwritten signature in blue ink.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

5.2.4 ESTUDOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

As bacias hidrográficas interceptadas pela rodovia tiveram seus parâmetros topométricos aferidos através de informações de relevo com curvas de nível equidistantes de 10m obtido do projeto SRTM - Shuttle Radar Topography Mission gerenciado e idealizado pela NASA - National Aeronautics and Space Administration. De todas as bacias, foram determinados, os seguintes parâmetros físicos reais:

- Área superficial em km²
- Extensão longitudinal da linha de talvegue (para bacias pequenas), ou quando possível, o perfil do talvegue (para bacias maiores), entre o ponto mais distante, nas nascentes da bacia, e o ponto de interceptação do talvegue pelo corpo estradal;
- A declividade equivalente da linha de talvegue, obtido através do perfil do talvegue principal, limitando o estudo entre o ponto mais distante, nas nascentes da bacia, e o ponto de interceptação do talvegue pelo corpo estradal;
- Caracterização dos tipos de cobertura e uso do solo na bacia permitindo ponderar o coeficiente de escoamento superficial adequado.

5.2.5 COEFICIENTES RELATIVOS A BACIA HIDROGRÁFICA

Foram identificados o coeficiente de escoamento superficial (run-off) e o coeficiente de permeabilidade (K) em função do tipo de terreno. Foi adotado o coeficiente de escoamento (c) variável em função do tipo do solo, cobertura vegetal e inclinação média da bacia, conforme tabela a seguir.

Quadro 9 - Valores dos coeficientes de deflúvio o RUN-OFF

VALORES DOS COEFICIENTES DE DEFLÚVIO OU DE RUN-OFF						
COBERTURA VEGETAL	CARACTERÍSTICAS DE PERMEABILIDADE DO SOLO	DECLIVIDADE MÉDIA DA BACIA (%)				
		ESCARPA DA	MONTANHO SA	FORTEMENTE TE ONDULADA	ONDULADA	LEVEMENTE TE ONDULADA
		D > 50	20 < D < 50	5 < D < 20	1 < D < 5	D < 1
ZONA URBANA SEM VEGETAÇÃO	IMPERMEÁVEL	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	SEMI-	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	PERMEÁVEL	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
LAVOURAS E REFLORESTAMENTO DE MONOCULTURA	IMPERMEÁVEL	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	SEMI-	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	PERMEÁVEL	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
PASTAGEM E	IMPERMEÁVEL	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

VALORES DOS COEFICIENTES DE DEFLÚVIO OU DE RUN-OFF						
COBERTURA VEGETAL	CARACTERÍSTICAS DE PERMEABILIDADE DO SOLO	DECLIVIDADE MÉDIA DA BACIA (%)				
		ESCARPA DA	MONTANHO SA	FORTEMENTE ONDULADA	ONDULADA	LEVEMENTE ONDULADA
		D > 50	20 < D < 50	5 < D < 20	1 < D < 5	D < 1
VEGETAÇÃO RASTEIRA	SEMI- PERMEÁVEL	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	PERMEÁVEL	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
CAMPOS NATIVOS	IMPERMEÁVEL	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	SEMI- PERMEÁVEL	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	PERMEÁVEL	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
MATAS OU CAPOEIRAS	IMPERMEÁVEL	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	SEMI- PERMEÁVEL	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	PERMEÁVEL	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Quadro 10 - Características do terreno natural.

CARACTERÍSTICAS DO TERRENO NATURAL	K
Terreno areno-argiloso coberto de vegetação intensa e absorção elevada	2
Terreno comum, coberto com vegetação e absorção apreciável	3
Terreno coberto de vegetação, absorção média	4
Terreno com vegetação média, pouca absorção	4,5
Terreno com rocha, escassa vegetação, baixa absorção	5
Terreno rochoso, vegetação rala, reduzida absorção	5,5

5.2.6 TEMPO DE RECORRÊNCIA HIDROLÓGICO (TR)

Para a determinação da Chuva de Projeto, foram estabelecidos os Tempos de Recorrência, conforme valores solicitados para a verificação e dimensionamento de OAC e OAE em rodovias.

Drenagem Subsuperficial – 1 ano

Drenagem Superficial – 10 anos

Transposição de Talvegues (Bueiros Tubulares) – 15 e 25 anos

Transposição de Talvegues (Bueiros Celulares) – 25 e 50 anos

Pontilhões – 50 anos

Obras-de-Arte Especiais (ponte) – 100 anos



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

As chuvas de projeto foram obtidas conforme descrito anteriormente, com as correções devido às relações entre tempos de precipitação, de forma a atender todos os tempos de recorrência necessários.

5.2.7 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

Cálculo do Tempo de Concentração das Bacias Hidrográficas

$$t_c = 57 \times \left(\frac{L^3}{\Delta h} \right)^{0,385}$$

Onde:

L = comprimento do talvegue principal (km);

Δh = declividade equivalente do talvegue principal (m/m);

t_c = tempo de concentração (h).

Quando o tempo de concentração calculado pela fórmula do extinto DNOS for inferior a 10 min, o tempo de concentração adotado será o mínimo, igual a 10 min conforme o Manual de drenagem de Rodovias do DNIT.

5.2.8 DECLIVIDADE

A declividade equivalente é calculada da seguinte forma:

$$S = \left(\frac{\sum L}{\frac{L_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{L_2}{\sqrt{S_2}} + \frac{L_3}{\sqrt{S_3}} + \dots} \right)^2$$

Sendo:

L = Comprimento total do talvegue (km);

L_n = Comprimento de cada trecho (km); e

S_n = Declividade de cada trecho (m/km).

5.2.9 MÉTODO RACIONAL

Para as bacias hidrográficas, cuja área de drenagem é inferior a 3,5 km², o processo de transformação da chuva em escoamento superficial foi feito através do método racional, com coeficiente C igual a 0,35, que se resume na utilização da seguinte expressão matemática:



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

$$Q = \frac{C * i * A^{0,9}}{3,6}$$

Onde:

Q = vazão de pico, em m³/s;

C = coeficiente de escoamento superficial, um fator adimensional;

i = intensidade da precipitação de projeto em mm/h;

A = área de drenagem da bacia hidrográfica em km².

Este método é dos mais difundidos e utilizados para o cálculo da vazão de pico à saída de uma bacia hidrográfica.

Ele é aplicado a pequenas bacias hidrográficas, ou seja, as que atendem aos seguintes critérios:

- Distribuição uniforme da precipitação, no tempo e no espaço;
- A duração da precipitação usualmente excede o tempo de concentração da bacia;
- Há predomínio de escoamento superficial, como é o caso em áreas urbanizadas;
- Efeitos de armazenamento superficial, durante o escoamento, são desprezíveis.

O coeficiente de escoamento superficial é função de uma série de fatores, com destaque para os seguintes: o tipo de cobertura do solo; a ocupação da bacia; a umidade antecedente; período de retorno; a intensidade da chuva.

5.3 Dimensionamento Hidráulico

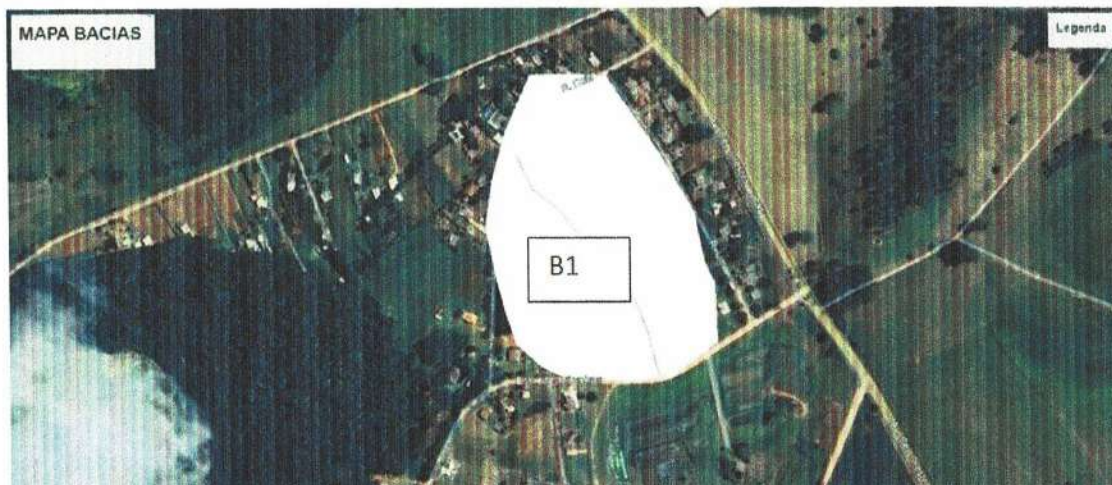
Foi dimensionado a vazão para as obras hidráulicas existentes, onde foi empregado a metodologia de cálculo descrita acima.





PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

5.4 Área de Contribuição da Bacia do Arroio Divisa



Área da bacia B1 = 62.390 m²

Comprimento talvegue L1=295m

Declividade do talvegue i1= 9,15%

5.5 Dimensionamento Hidráulico das Obras de Arte Correntes

Para o dimensionamento hidráulico dos bueiros, admite-se que eles possam trabalhar como canais se não houver carga hidráulica, e ocorrendo a vazão.

- a) nos regimes subcrítico ou crítico ou
- b) considerando a vazão no regime supercrítico;

Vertedouros (pela fórmula de Francis, considerando a altura d'água sobre a borda superior nula);

Orifícios (utilizando o teorema de Bernoulli e a equação da continuidade, se o beiro trabalhar com carga hidráulica, isto é, com entrada submersa). O último método é limitado, pois não leva em consideração as condições externas ao corpo do bueiro, a rugosidade das paredes, o comprimento e a declividade do mesmo.

Observe-se que o caso (a) do dimensionamento como canal estabelece a condição de que a boca de jusante ficar sempre abaixo da altura crítica correspondente à descarga.

Todos os métodos citados tem limitações recomendando-se, para um projeto final mais preciso, os nomogramas e ábacos do Bureau of Public Roads, em sua circular n.º 5 (Hydraulic Charts for the Selection of Highway Culverts - Hydraulic Engineering. Mas o bom senso sugere ser preferível superdimensionar



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Observe-se que o caso (a) do dimensionamento como canal estabelece a condição de que a boca de jusante ficar sempre abaixo da altura crítica correspondente à descarga.

Todos os métodos citados tem limitações recomendando-se, para um projeto final mais preciso, os nomogramas e ábacos do Bureau of Public Roads, em sua circular n.º 5 (Hydraulic Charts for the Selection of Highway Culverts - Hydraulic Engineering. Mas o bom senso sugere ser preferível superdimensionar a seção , garantindo que o bueiro trabalhe como canal livre, que correr o risco de que infiltrações de montante enfraqueçam a estrutura da estrada. Embora a fórmula de Manning tenha sido desenvolvida para condutos livres, aplica-se até certo ponto para condutos forçados. Em casos extremos, ou persistindo dúvidas em situações fora do comum, convém comparar com resultados da aplicação das fórmulas de Chezy, Kutter, Ganguillet & Kutter, etc.

Na descarga de projeto a adotar, é recomendado:

- Dimensionando o bueiro como canal, o tempo de recorrência deve ser $TR = 10$ anos ;
- Dimensionado o bueiro como orifício, usar $TR = 25$ anos.

O valor da carga hidráulica a montante fica limitada por:

- Velocidade máxima compatível com a de erosão das paredes do bueiro e do terreno natural (sem bacia de amortecimento);
- Cota do reforço de subleito;
- Material de que é constituído o aterro;
- Existência de zonas que não possam ser inundadas a montante.

A velocidade mínima de escoamento d'água no bueiro fica limitada pela possibilidade de sedimentação das partículas carreadas.

Dimensionamento hidráulico de bueiros trabalhando como canais livres:

a. Considerações gerais sobre a hidrodinâmica

Toda a técnica de drenagem na construção de estradas tem base na hidrodinâmica. A história começa com Euler (1707-1783) e Bernoulli, que usaram o cálculo integral e diferencial para concluir que em um fluido perfeito, escoando sem atrito,

"Ao longo de qualquer linha de corrente, a soma das alturas representativas das energias cinética ($V^2 / 2g$) , piezométrica (p / ρ) e geométrica ou de posição (Z) é constante."

Na realidade, existem perdas de carga devidas ao atrito da água com as paredes do canal (h_f), que depende da rugosidade do revestimento.

O regime crítico:





PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

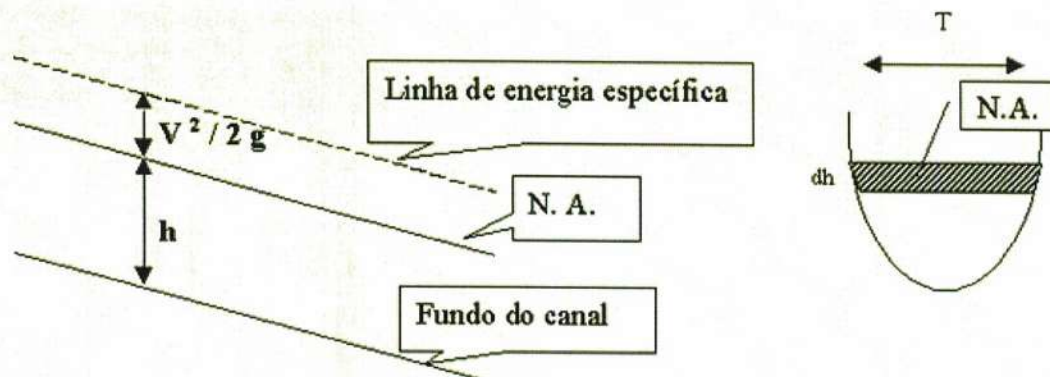


Figura 9 – Energia Específica

Definindo energia específica de um líquido como sua energia total por unidade de peso, ela será a soma das energias cinética e de pressão, sendo a de pressão definida em função da sua altura em relação ao fundo do canal (tirante) .

Isto é:

$$E = h + V^2 / 2g$$

onde

V = velocidade de escoamento (m / s);

h = profundidade hidráulica (m) ; **ver nota na página seguinte.

g = aceleração da gravidade (9,81 m / s / s).

** A profundidade hidráulica h é aproximada pela razão entre a área molhada A e a largura da superfície livre do fluxo.

Denomina-se fluxo crítico o que ocorre com a energia mínima. A velocidade e a profundidade verificada para E = mínimo denominam-se velocidade crítica (VC) e profundidade crítica (h_C).

Para uma descarga Q constante, aumentando a velocidade de escoamento pelo aumento da declividade, verifica-se uma redução da altura d'água (tirante) h dentro do canal. Representando estes elementos em um gráfico, nota-se que a energia irá diminuir com a redução do tirante h , passa por um mínimo e depois aumenta, embora o tirante continue a decrescer. O ponto de energia mínima define a altura crítica h_c , correspondente ao regime crítico.

h

[Handwritten signature]



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

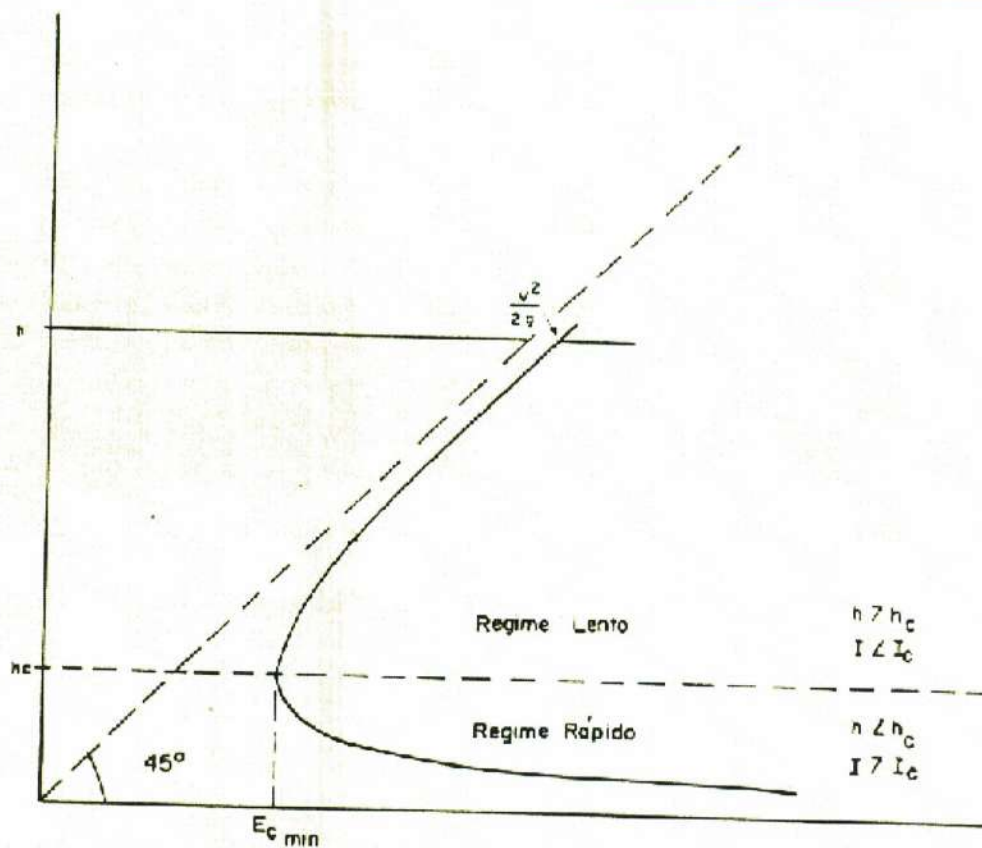


Figura 10 – Gráfico

Considerando constante a vazão Q sendo $V = Q / A$, tem-se para o mínimo desejado:

$$\delta E = d(V^2 / 2g + h) = \delta(Q^2 / 2gA^2 + h) = -T \cdot Q^2 / gA^2 \delta h + \delta h$$

(δ = derivada)

daí,

$$\delta E / \delta h = 1 - Q^2 / g \cdot T / A$$

para obter o mínimo da função, $dE / dh = 0$.

$$Q^2 / g \cdot T / A = 1$$

Colocando o índice c para as grandezas no fluxo crítico, e sendo $h_c = A_c / T_c$, vem

$$Q_c = A_c \cdot (g \cdot h_c)^{1/2}$$



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

que é a primeira equação básica do fluxo crítico. A segunda provém da equação da continuidade ($Q = A \cdot V$) de onde resulta

$$V_c = (g \cdot h_c)^{1/2}$$

A expressão $V / (2g \cdot h)$ define o número (adimensional) de Froude, que separa os escoamentos supercrítico dos subcríticos e cujo valor, no regime crítico é 1 (um)

Substituindo, na equação da energia específica o valor da velocidade pelo da velocidade crítica, resulta

$$E_c = 1,5 h_c$$

Relação básica para dimensionamento dos bueiros no regime crítico (ver figura abaixo)

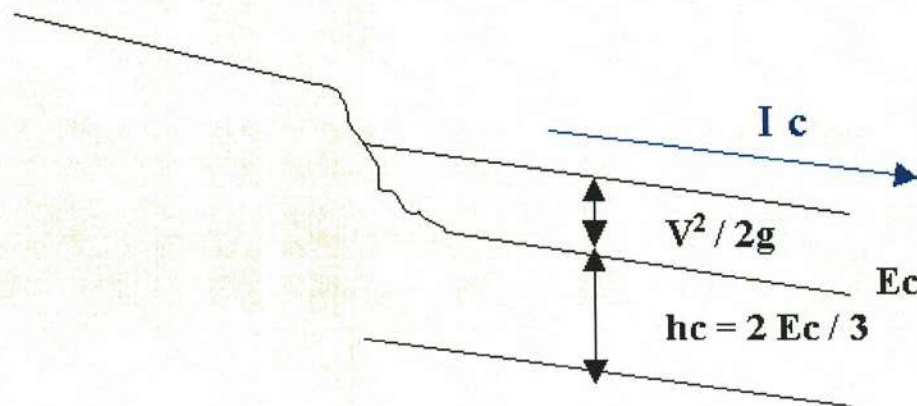


Figura 11 – Relação gráfico regime crítico

Além de ser o tipo de fluxo que se dá com o mínimo de energia, o regime crítico acontece em pelo menos uma seção ao longo do canal, exercendo o controle da capacidade hidráulica da obra, desde que não haja restrições de seção a jusante que limitem tal capacidade.

Ao dimensionar o bueiro como canal, o escoamento poderá seguir o regime crítico, subcrítico ou supercrítico. Sempre que as condições permitirem, o bueiro deve ser dimensionado de acordo com a teoria do fluxo crítico.

A energia específica d'água é a energia total do peso d'água em relação ao fundo da obra, tomado como plano de referência. Assim a energia específica será a soma da energia cinética com a energia estática ou de pressão, correspondente à profundidade d'água :

$$E = h + V^2 / 2g$$

Fórmulas empíricas:



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Partindo do pressuposto de que o regime crítico se realiza quando a energia crítica é a metade da energia estática, é válida a fórmula de Manning :

$$V = R^{2/3} \cdot I^{1/2} / \eta \text{ ou } I = V^2 \cdot \eta^2 / R^{4/3}$$

Conhecendo a vazão (Q) de contribuição da bacia para o bueiro pelos estudos hidrológicos, o coeficiente de rugosidade (η) do material do bueiro e a declividade (I) do terreno, determinada pelos estudos topográficos, podemos dimensionar o bueiro pela fórmula de Manning e pela equação da continuidade:

$$V = Q / S$$

onde

V= velocidade de escoamento em m/s;

I = declividade longitudinal do terreno (do bueiro), em m/m;

η = coeficiente de rugosidade de Manning , função do material do bueiro;

R = raio hidráulico em m ($R = S_m / P_m$ = área da seção reta / perímetro, molhados);

Q = vazão admissível na valeta, em m³ / s;

S = área molhada, em m² .

Das duas equações, resulta também

$$Q = S \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \cdot \eta^{-1}$$

Expressões das grandezas hidráulicas para o estabelecimento de fórmulas do regime crítico:

Caso dos bueiros tubulares

Os valores necessários ao projeto são diretamente ligados ao nível de enchimento do conduto.

Os cálculos e fórmulas a serem empregados serão muito simplificados a usar o ângulo θ como parâmetro do respectivo enchimento (expressar sempre em radianos) .



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

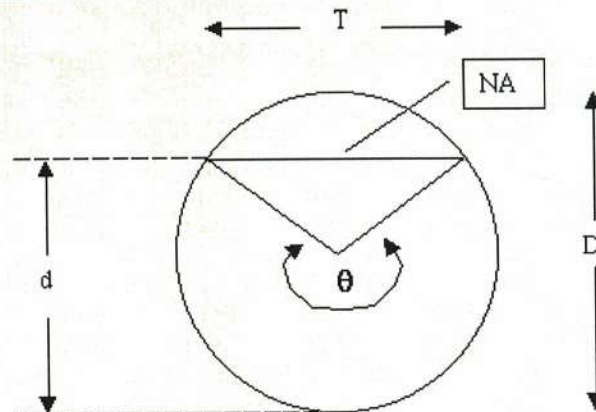


Figura 12 – Seção bueiro tubular

Declividade crítica:

Para que ocorra escoamento uniforme em regime crítico é necessário que a superfície da lâmina d'água seja paralela ao fundo do canal e tenha altura igual ao tirante crítico correspondente à vazão de escoamento. Para determinar a declividade que proporciona o escoamento em regime crítico usar a expressão de Manning considerando a declividade do bueiro igual ao gradiente hidráulico (fluxo uniforme)

$$V = R^{2/3} \cdot I^{1/2} / \eta, \text{ donde } Ic = \eta^2 Vc^2 / Rc^{4/3}$$

Fazendo as substituições devidas,

$$\text{Declividade crítica} = Ic = \eta^2 \cdot g \cdot \theta c \cdot [\theta c / (2.D / \theta c - \text{sen } \theta c)]^3 / \text{sen } \theta$$

c/2

Tirante crítico:

Partindo da vazão crítica

$$Qc = 0,138 \cdot (\theta c - \text{sen } \theta c)^{1,5} \cdot D^{2,5} / (\text{sen } \theta c/2)^{1/2}$$

e da expressão de θ em função de dc e Dc : $\theta c = 2 \arccos (1 - 2 dc / D)$, sendo dc explicitado em função de Qc , por ajustagem de curvas, leva a

$$dc = 0,569 (Qc / (D)^{1/2})^{1/2}, \text{ para } dc / D < 0,9$$

$$dc = 3,023 (Qc)^{1/5} [2,786 (D)^{1/2} - (Qc)^{1/3}] - 4,869 D, \text{ para } 1 > dc/D > 0,65$$

em metros.





PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

5.6 Dimensionamento

A seguir apresentamos a planilha de dimensionamento do sistema de drenagem da via projetada.

MÉTODO RACIONAL

DADOS DE ENTRADA

AREA=	62390,00	m²	0,06239	km²
TALVEGUE=	295,00	m	0,295	km
COTA CRISTA=	75,00	m		
COTA BASE=	48,00	m		
Δh=	27,00	m	0,09	m/m



COTA CRISTA

TALVEGUE

ÁREA DA BACIA

COTA BASE

1. TEMPO DE RETORNO

Inversamente proporcional a probabilidade de ocorrer um evento igual ou superior ao calculado.

Localização	TR (anos)
Rural/urbano	10*
Rural/urbano	25*
Zona Urbana ou de expansão urbana	50

*Em projetos de canalizações e/ou travessias a DAEÉ indicada a utilização de TR 50 anos, independente da

TR= 10a

2. RUNOFF (C)

Relação do volume precipitado pelo volume escoado na bacia. Ocorre em função do grau de impermeabilidade da superfície conforme DAEÉ, São Paulo, 1994. Podemos adotar C2=0,30 para grau baixo de impermeabilização; C2=0,50 para grau médio e C2=0,80 para grau alto.

Uso do solo ou grau de Urbanização	Mínimo	Máximo
Área totalmente urbanizada	0,5	1
Área parcialmente urbanizada	0,35	0,5
Área predominantemente de plantações, pastos, etc...	0,2	0,35

C= 0,30

3. TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

O tempo de concentração da bacia hidrográfica de contribuição foi estimado, para cálculo das chuvas de projeto, com base na Fórmula do California Culverts Practice, California Highways and Public Works, ou Fórmula de KIRPICH, citada em SOUSA PINTO et.

$$t_c = 57 \times (L^3 / \Delta h) \times 0,385$$

L = (km)
Δh = (m)

t_c = 3,91 min

Se o t_c for inferior a 10min, usar 10min

4. INTENSIDADE DE CHUVA

A intensidade pluviométrica é a altura pluviométrica por unidade de tempo (mm/h)

$$i = (25,33 \times T_r)^{0,236}$$

i = MONTENEGRO/RS
135,14 mm/h

t_c = (m)
T = (Anos)

5. VAZÃO DE PROJETO

$$Q = ((C \times i \times A^{0,90}) / 3,6)$$

C = (Adm)
i = (mm/h)
A = (km²)

Q = 0,9273 m³/s

Dimensionamento da bacia 1, onde temos a vazão de Q=0,927m³/s.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

5.7 Bueiros de transposição de talvegues:

Recordando o início deste assunto, vimos que o regime dos fluxos pode ser dividido em 3 categorias:

- regime crítico, consumindo o mínimo de energia e tendo uma declividade própria para uma dada descarga;
- regime rápido, definido por ter a declividade do conduto superior à do regime crítico;
- regime subcrítico, onde a declividade é inferior à do regime crítico.

Usamos um processo para dimensionar bueiros como canais segundo os regimes crítico e rápido, e outro processo para o dimensionamento como canal no regime subcrítico.

Dimensionamento nos regimes crítico e rápido:

Caso dos bueiros tubulares (seção circular)

Adotar a altura representativa da energia específica do fluxo crítico igual à altura dos bueiros. Não permitir carga hidráulica à montante, para não funcionar como orifício. Assim,

$$E_c = D$$

$$\text{como } E_c = 3 h_c / 2 \text{ e } h_c = D (q_c - \sin q_c) / 8 \sin q_c / 2 ,$$

$$E_c = D = 3 D (q_c - \sin q_c) / 16 \sin q_c / 2 , \text{ que fornece}$$

$$q_c = 4,0335 \text{ rd (radianos) ou } q_c = 231^\circ 06' 09'' ,$$

que corresponde ao tirante crítico

$$d_c = 0,716 D$$

substituindo o valor de q nas fórmulas anteriores, para bueiros tubulares, chegamos às fórmulas finais para o dimensionamento dos bueiros tubulares no regime crítico:

$$Q_c = 1,533 D^{2,5} , \text{ em m}^3 / \text{s}$$

$$V_c = 2,56 D^{0,5} , \text{ em m / s}$$

$$I_c = 32,82 h^2 D^{-1/3} , \text{ em m / m}$$





PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Esses valores são apresentados na tabela abaixo para as dimensões usuais dos tubos.

Vazão, velocidade e declividade crítica de bueiros tubulares de concreto trabalhando como canal ($E_c = D$)

TIPO	DIAMETRO (m)	AREA MOLHADA CRITICA (m ²)	VAZAO CRITICA Qc (m ³ / s)	VELOCIDADE CRITICA Vc (m / s)	DECLIVIDADE CRITICA Ic %
BSTC	0,60	0,22	0,43	1,98	0,88
BSTC	0,80	0,39	0,88	2,29	0,80
BSTC	1,00	0,60	1,53	2,56	0,71
BSTC	1,20	0,87	2,42	2,80	0,70
BSTC	1,50	1 , 35	4,22	3,14	0,65
BDTC	1,00	1,20	3,07	2,56	0, 71
BDTC	1,20	1, 73	4,84	2,80	0,70
BDTC	1,50	2,71	8,45	3,14	0,65
BTTC	1,00	1,81	4,60	2,56	0, 71
BTTC	1,20	2,60	7,26	2,80	0,70
BTTC	1,50	4,06	12,67	3,14	0,65

Tabela dimensionamento bueiros tubulares.

(fonte: Manual de Drenagem DNIT,)

Para a vazão da bacia A1, conforme a tabela acima se chega ao dimensionamento das obras de artes correntes para cada uma desta travessias existentes, sendo que para bacia B1 com vazão de 0,927m³/s, será empregado o BSTC Ø1,00m, o qual atende a vazão calculada.





PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

5.8 Especificações do serviço de drenagem

As especificações a seguir têm como objetivo a fixação de diretrizes técnicas e métodos para avaliação quantitativa e qualitativa dos serviços necessários para a implantação de Redes de Esgotos Pluviais

O projeto foi desenvolvido considerando as condições da bacia, com tubos de concreto a serem implantados sob o leito da pista devidamente envelopados conforme detalhes de drenagem.

A rede principal terá dispositivos de drenagem (caixas) em todo intervalo projetado com o tipo adequado ao diâmetro do tubo, sendo construídos conforme memorial descritivo e detalhes com tampa de concreto armado.

Por tratarem-se de trechos curtos e estreitos com baixa captação a condução das águas serão superficiais com caixas de coleta no eixo e bordos da pista encaminhando as águas pluviais para o interceptor principal na Av. Érico Veríssimo.

5.9 Escavação mecânica de valas mat. 1ª cat. prof. até 2,50 m

A execução de valas tem como finalidade fazer com que se crie um sistema de drenagem pluvial e escoamento de águas proveniente das chuvas.

As valas serão executadas ao longo da via e nos locais conforme especificado no projeto em anexo, tendo suas características definidas conforme as necessidades do terreno "in loco".

A operação para a execução do referido serviço consiste em:

- Operação de locação e marcação pela topografia no local, e só após isto deve-se estar liberado para que os equipamentos comecem os serviços;
- Escavar com escavadeira hidráulica ou retroescavadeira nos trechos especificados e locados pela topografia;
- Executar operações de corte e remoção do material, sendo que estes dois itens devem seguir as cotas e caimento suficiente para um bom escoamento;

Para se executar este tipo de serviço deverão empregar-se os seguintes equipamentos:

Escavadeira hidráulica ou retroescavadeira, moto niveladoras, retroescavadeira e caminhões transportadores.

Além dos equipamentos acima citados deverão executar-se serviços manuais no tocante a acabamentos finais.

As execuções dos serviços deverão prever a utilização racional de equipamentos apropriados atendidos às condições locais e a produtividade exigida.

A medição do serviço de escavação e o seu respectivo transporte será feita em m³ separadamente.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

5.10 Tubulação $\varnothing$ 1,00 PA-1 - PB – Fornecimento e Assentamento

Os tubos assentados terão a finalidade de ligar os dispositivos de drenagem. Os tubos serão de concreto com seção circular variáveis, nas travessias serão utilizados tubos classe PA1, tipo ponta e bolsa devidamente assentados sobre lastro de brita.

A operação de preparo do local e colocação dos tubos se dará pela seguinte forma:

- a) Escavação mecânica;
- b) Regularização do fundo das valas com as declividades e profundidades convenientes para que haja um bom escoamento das águas;
- c) Será executada uma camada de 5,0 cm de lastro de brita para assentamento da rede de drenagem;
- d) Fornecimento e assentamento de tubos;
- e) Rejuntamento dos tubos com argamassa cimento-areia, traço 1:4, incluído nos serviços de assentamento;
- f) Execução do reaterro, preferencialmente com o próprio material escavado, desde que este seja de boa qualidade, ou material adequado, exceto nas travessias que deverá ser utilizado oriundo de jazida com ISC mínimo de 15% e expansão máxima de 1%, se for necessário;
- g) O reaterro deve ser compactado com compactador mecânico ou com a própria retroescavadeira.
- h) Neste serviço não está prevista escavação em rocha. Deverão ser executados ensaios de compressão diametral nos tubos, sendo retirados pela fiscalização do município uma amostra a cada cem unidades de acordo com a NBR 8890/2007.

5.11 Embasamento da tubulação

O fundo da vala deve ser apiloado para eliminar a existência de materiais soltos. Este deverá se apresentar uniforme nas cotas e declividades especificadas em projeto, desprovido de quaisquer saliências ou reentrâncias. Não é admitida a instalação dos tubos diretamente sobre o fundo da vala, deverão ser sempre aplicados sobre lastro de brita 2 com espessura de 5,0 cm.

A superfície dos berços, sobre o qual se apoiará a tubulação, deverá ser lisa, uniforme e retilínea, sem pontos altos e baixos. Os tubos poderão ser assentados por meio de guindaste com eslingas, neste caso o ideal que sejam tubos PB.

Nas juntas de ponta e bolsa deverão ser deixados amplos recessos, a fim de impedir que as bolsas fiquem apoiadas sobre o fundo. Todos os tubos deverão ter seu apoio feito sobre o corpo do mesmo, conforme mostrado na figura.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

5.12 Transporte do material excedente (DMT = 400 a 600 m)

A remoção do calçamento e o material excedente inservível (bota-fora) devem ser previamente definidos pela Fiscalização.

Junto com o calçamento, também deve ser removido o material com baixa capacidade de suporte inferior (1ª categoria), o qual deve ser transportado para o "bota-fora" definido previamente pela Fiscalização, sendo esta área devidamente licenciada perante os órgãos ambientais, com DMT máxima de 400 a 600 m.

Para esta etapa da obra, devem-se utilizar equipamentos tipo retroescavadeira e caminhões transportadores.

A medição efetuar-se-á levando em consideração a quantidade em m^3 retirados do local.

Apoio feito sobre o corpo do tubo

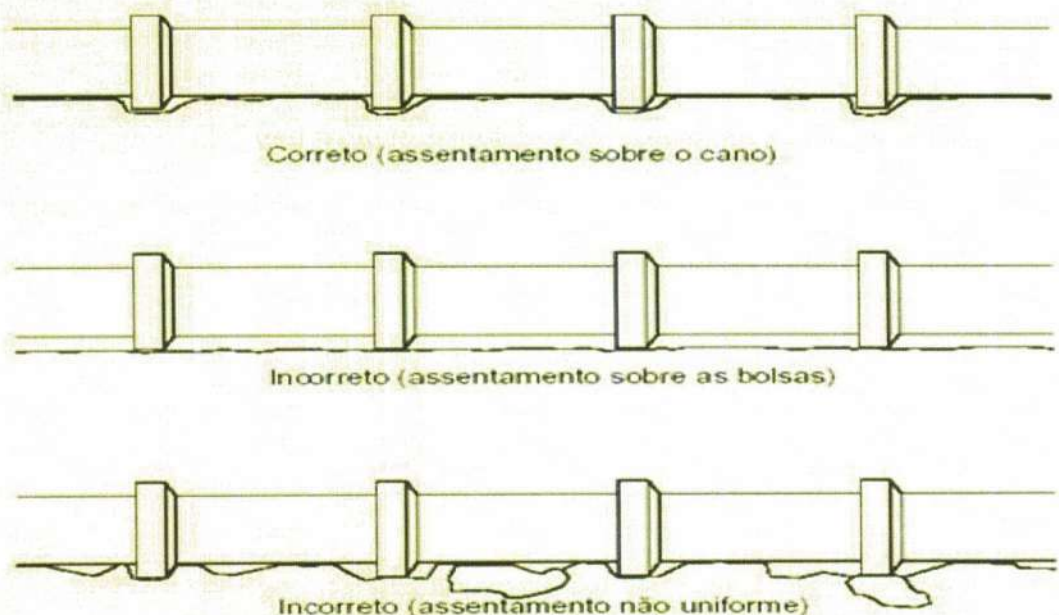


Figura 9 – Detalhe de assentamento da tubulação.

A medição do embasamento será por m^3 .

5.13 Reaterro compactado de vala pluvial com material local

Aterros de pista são segmentos cuja implantação requer depósito de materiais provenientes do corte da pista, no interior dos limites das seções especificados no projeto.

Após a execução dos trechos de redes, e estes sendo liberados pela fiscalização, as operações de aterro compreendem:



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Movimento de terra dos locais onde estão depositados, e colocando-os sobre as redes de tubos, preenchendo as valas por completo.

Na execução dos aterros de valas, deve-se prever para que estes sejam compactados, em camadas iguais e não superior a 20 cm.

Na construção dos aterros poderão ser empregadas retroescavadeiras, escavadeira hidráulica, caminhões basculantes, compactadores hidráulicos por percussão e soquetes de madeira.

A medição do serviço de aterro e compactação será feita em m³ executado nas áreas de drenagem.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

PROJETO DE SINALIZAÇÃO



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

6 PROJETO DE SINALIZAÇÃO

6.1 Introdução

O projeto de sinalização obedeceu às determinações da Lei nº 9.503, de 23 de Setembro de 1997, que institui o código de Trânsito Brasileiro regidas pelo CONTRAN e às especificações e recomendações Técnicas do DNIT. Ele compreendeu a concepção e o detalhamento dos sistemas de sinalização horizontal e vertical, complementados por dispositivos de segurança, de maneira a proporcionar ao usuário um desempenho seguro no fluxo de tráfego. A velocidade de projeto adotada foi de 40 km/h, determinando assim o dimensionamento de sinais de regulamentação, de advertência e de indicação. O projeto de sinalização horizontal consistiu na determinação das pinturas a serem feitas no pavimento, compreendendo:

- Zebrado de preenchimento da área de pavimento- faixa de Pedestre;
- Linhas de divisão de fluxos de mesmo sentido ;

O projeto de sinalização vertical consistiu no posicionamento das placas de regulamentação, de advertência e de indicação ao longo da via.

6.2 Sinalização Vertical

A sinalização vertical refere-se sinalização viária com a aplicação de placas e painéis em pontos laterais ou suspensas sobre a rodovia. A codificação das placas apresentadas no projeto seguiu o regulamento do Código de Trânsito Brasileiro, Anexo I – Sinalização, e das Resoluções 180/2005 e 243/2007 do CONTRAN e será especificada a seguir.

6.2.1 Placas de regulamentação

As placas de regulamentação têm por finalidade informar aos usuários sobre as limitações, proibições ou restrições, regulamentando o uso da via.

Atende a Resolução 180/2005 (Volume I – Sinalização Vertical de Regulamentação) do CONTRAN.

6.2.1.1 *Placa circular*

O fundo é branco revestido com película retrorrefletiva Tipo I-A, com orla e diagonal vermelha retrorrefletiva, Tipo I-A, com inscrições ou símbolos preto não refletivos tipo IV, Dimensão: Ø = 0,40m. Código de cor: (02).

6.2.2 Placas de advertência

As placas de advertência têm função de chamar a atenção dos condutores de veículos para existência e natureza de perigo na via ou adjacente a ela.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Atende a Resolução 243/2007 (Volume II – Sinalização Vertical de Advertência) do CONTRAN.

6.2.2.1 Placa quadrada

O fundo é amarelo revestido com película retrorrefletiva, Tipo I-A, com símbolo preto não refletivo Tipo IV, Dimensão: L=0,40m. Código de cor: (03).

6.2.3 Material das placas

6.2.3.1 Chapas

As placas serão confeccionadas com chapas retas de ferro galvanizados com cristais minimizados, nº 18, lisas e isentas de graxas ou manchas. Quando aéreas serão utilizadas chapas de alumínio segundo norma ASTM-B-209M, liga AA5052-têmpera H-38, de espessura nominal de 1,5mm, cortadas nas dimensões do projeto.

6.2.3.2 Refletividade

A sinalização vertical conforme diretriz das Resoluções do CONTRAN, as placas devem ser toda refletiva com exceção da cor preto que será não refletiva.

6.2.3.3 Película refletiva

Na refletividade das placas e painéis serão utilizadas películas retrorrefletivas que devem atender aos requisitos da NBR-14644/2007.

As cores das placas de sinalização devem atender ao que determina a Resolução 160/2004 do CONTRAN.

6.2.3.4 Suportes para placas de solo

Os postes serão confeccionados em tubo de aço galvanizados com altura de 3,50m e 4,50 metros.

6.2.3.4.1 Suportes metálico

Os suportes metálicos devem atender as diretrizes da NBR-14890/2002 e NBR-14962/2003, no que se refere a requisitos e projeto e implantação deste tipo de suporte.

- Placas até 1 m²

Usar tubo de aço galvanizado com 2" X 4,50m parede 3,00mm.

- Placas de 1 a 3 m²

Usar tubo de aço galvanizado com 3" X 4,50m parede 3,75mm.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

6.2.3.5 Afastamento lateral das placas

Em caso de meio-fio elevado (calçadas), as placas devem ser colocadas a 0,30m trecho retos e 0,40 em trechos em curva, da borda até o alinhamento vertical da placa, conforme indica a Resolução 180/2005 do CONTRAN.

6.2.3.5.1 Placas laterais em zona urbana

Deverá guardar uma distância de 1,20m do bordo externo do acostamento.

6.2.3.6 Letras, tipos e tamanhos

Empregam-se nas inscrições das placas os alfabetos de sinalização rodoviária das séries E(M), adaptados do Standard Alphabets for Highway Signs and Pavement Markings (EUA). Para o emprego das tabelas deverão ser utilizadas letras com altura igual a 150mm, sendo todas as letras Maiúsculas.

6.2.3.6.1 Tarjas de contorno da placa

Devem ter todos os cantos arredondados, com 30mm de largura e estar 20mm afastadas das extremidades verticais e horizontais.

6.3 Sinalização Horizontal

A sinalização horizontal refere-se a sinalização viária composta de linhas de canalização de fluxo, marcas, símbolos e legendas.

6.3.1 Limpeza e varrição da pista

São objetos desta especificação os serviços de limpeza, varrição e lavagem de pista, para fins de preparação de pista para aplicação da sinalização. As operações de limpeza, varrição da pista serão executadas mediante a utilização de equipamentos adequados (vassoura mecânica) complementados com o emprego de serviços manuais. Os serviços de limpeza, varrição da pista serão medidos em função da área em m².

6.3.2 Materiais para Sinalização Horizontal:

Os materiais e suas aplicações deverão satisfazer às normas da ABNT, conforme terminologia descrita na NBR-7396/1987 – “Materiais para sinalização Horizontal”.

6.3.3 Tipos de Pintura

6.3.3.1 Pintura branca

A cor branca deve ser utilizada nas linhas que delimitam a pista de rolamento, Linhas de Borda (LBO) e, também, para regulamentar movimento sobre a pista tais como, Linhas de divisão de fluxos de mesmo sentido (LMS) tracejadas ou contínuas, Linhas de continuidade (LCO) tracejadas ou contínuas, setas, símbolos e legendas.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Os posicionamentos, comprimentos, e cadências devem obedecer às diretrizes da Resolução 236/2007 do CONTRAN. Como temos velocidade operacional da via, de 60 km/h, adotamos a cadência de 4,00 x 8,00 metros no eixo.

Marcas Transversais:

- Linhas de Retenção: largura de 0,40m;
- Faixas Travessia de Pedestres, Linha L=0,40 espaço vazio L=0,60m;

Marcas Longitudinais:

- Linhas de Borda e eixo L=0,10m;
- Linhas de continuidade (taper's) L=0,10m;
- Linhas de continuidade tracejadas 1,00x1,00m L=0,10m;

A marcação de zebreados deverá ser espaçada em 1,20m, conforme definição da Resolução 236/2007 CONTRAN. Com largura de linha adota de 0,40m para relação 1:3.

6.3.3.2 Pintura amarela

A cor amarela deverá ser utilizada no eixo das ruas transversais em linhas de divisão de fluxo opostos (LFO), contínuas, regularizando fluxos de sentido opostos. A largura de linha será igual a 0,12m.

A cor amarela deverá ser utilizada também na pintura do quebra-molas, conforme à resolução 600 de 24 de maio de 2016 do CONTRAN.

6.3.4 Parâmetros para sinalização horizontal

Os parâmetros estão indicados nas Instruções de Sinalização Rodoviária (DAER-RS), e nas normas da ABNT, conforme relação a seguir:

A) NBR-11862/1998 – Tinta para sinalização Horizontal à Base de Resina Acrílica;

B) NBR-13699/1996 – Sinalização Horizontal Viária –Tinta à base de resina acrílica emulsionada em água.

6.3.4.1 Tinta

A tinta para a sinalização horizontal do presente projeto deverá ser do tipo plástico a frio retrorrefletiva à base de resinas acrílicas, aplicadas por "Spray", por meio de máquinas apropriadas.

6.3.4.2 Duração

Para um bom desempenho deve enquadrar-se para uma duração de 2 Anos.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

6.3.4.3 Retrorrefletividade

Para a avaliação da retrorrefletância na sinalização horizontal deve ser considerado o método de medição: NBR-14723/2005.

A sinalização horizontal deverá ser sempre refletiva, com adição de microesferas de vidro, conforme especificação da NBR-6831/1996 – “Sinalização Horizontal Viária – Microesferas de Vidro” – Requisitos.

6.3.4.4 Materiais das esferas de vidro

Tintas acrílicas:

I-B (PREMIX, na NBR 6831) na dosagem equivalente de 200 a 250 gramas/litro;

II-A (DROP-ON, na NBR 6831) aplicação por aspersão simultaneamente a tinta, na dosagem de 200 gramas/m² de pintura.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

LIMPEZA FINAL



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

7 LIMPEZA E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A obra deverá ser entregue limpa livre de qualquer tipo de entulho ou material indesejável. Suas instalações deverão apresentar bom funcionamento operacional, garantindo ao tráfego e a sua utilização.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA	
Secr. Mun. de Coordenação e Planejamento	
PROJETO APROVADO	
PROC <u>227/24</u>	DATA <u>30/01/24</u>
VALIDADE 12 MESES	

ENG. RODRIGO CARDOSO KIRCHHOF
CREA-RS: 153447
Secr. Mun. de Coordenação e Planejamento


Edison Luis Pulz
Matrícula 2265-9
Engenheiro Civil