



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

PROJETO DE ENGENHARIA

PAVIMENTAÇÃO EM
PEÇAS PRÉ-MOLDADAS EM CONCRETO.
(Rua Getúlio Vargas)

NOVEMBRO/2023



PREFEURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

SUMÁRIO

1	ESTUDOS INICIAIS	4
1.1	Serviços Preliminares	4
2	PROJETO GEOMÉTRICO	6
2.1	Introdução	6
2.2	Projeto Planialtimétrico	6
2.2.1	Projeto Planialtimétrico	6
2.2.2	Projeto Altimétrico	6
2.2.3	Seções Transversais	6
2.2.4	Locação dos Sistema Viário	6
3	PROJETO DE TERRAPLENAGEM	8
3.1	Descrção	8
3.2	Metodologia e serviços pertinentes	8
3.3	Escavação Mecânica de solos de 1ª categoria	8
3.4	Reforço de Subleito	8
3.5	Transporte do material excedente (DMT = 400 a 600 m)	8
3.6	Espalhamento e compactação de material local de 1ª cat.	8
3.7	Regulamentação e compactação de subleito	9
4	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	11
4.1	Dimensionamento	11
4.2	Serviços	11
4.2.1	Execução do Pavimento em Peças pré-moldadas em Concreto	11
4.2.2	Execução de meio-fio pré-moldado, inclusive carga, transporte	13
4.2.3	Regularização e compactação de passeios	13
5	ESTUDO HIDROLÓGICO E PROJETO DE DRENAGEM	15
5.1	Introdução	15
5.2	ESTUDO HIDROLÓGICO	15
5.2.1	CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO	15
5.2.2	CARACTERIZAÇÃO PLUVIOMÉTRICA	15
5.2.3	Estudos estatísticos das chuvas	16
5.2.4	ESTUDOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS	23
5.2.5	COEFICIENTES RELATIVOS A BACIA HIDROGRÁFICA	23

5.2.6	TEMPO DE RECORRÊNCIA HIDROLÓGICO (TR)	
5.2.7	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO	
5.2.8	DECLIVIDADE	
5.2.9	MÉTODO RACIONAL	
5.3	Dimensionamento Hidráulico	
5.4	Concepção do Sistema de Drenagem	
5.5	Crterios de Projeto	
5.6	Crterios de Dimensionamento	
5.7	Dimensionamento Rede Pluvial	
5.8	Especificações do serviço de drenagem	
5.9	Escavação mecânica de valas mat. 1ª cat. prof. até 2,50 m	
5.10	Tubulação Ø 400 PS-1 e PA-1 - P3 - Fornecimento e Assentamento	
5.11	Embasamento da tubulação	
5.12	Transporte do material excedente (DMT = 400 a 600 m)	
5.13	Reaterro compactado de vala pluvial com material local	
6	PROJETO DE SINALIZAÇÃO	
6.1	Introdução	
6.2	Sinalização Vertical	
6.2.1	Placas de regulamentação	
6.2.2	Placas de advertência	
6.2.3	Material das placas	
6.3	Sinalização Horizontal	
6.3.1	Limpeza e varrição da pista	
6.3.2	Materiais para Sinalização Horizontal	
6.3.3	Tipos de Pintura	
6.3.4	Parâmetros para sinalização horizontal	



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

ESTUDOS INICIAIS

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]



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 PEÇAS PRÉ-MOLDADAS DE CONCRETO(PAVs), SINALIZAÇÃO HORIZONTAL e VERTICAL, da Rua Getúlio Vargas 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 (setembro/2023). Foi contemplada 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 galvanizada, 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 a via.

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) Via contemplada:

-Rua Getúlio Vargas, da est. km 0+000 até est. km 18+12,80m., Bairro Imigrantes;

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

e) 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.

f) 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.

Os estudos levaram em conta estabelecimentos em operação com pedreira, instalação de britagem, usina de concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) e jazida de areia mais próximos ao município. A pesquisa resultou em distâncias as quais definimos como máxima de 30 km para o transporte de material pétreo, arenoso e asfáltico.

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 ressarcida entre 400,00 a 600,00 metros a partir da obra, definindo 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, foi desenvolvido com base no traçado utilizando-se os espaços necessários para a boa circulação de veículos e pedestres.

O passeio será em concreto acabado devidamente compatibilizado regularizado e compactado em ambos os lados com largura máxima de 2,50 m.

A via foi concebida adequando a geometria 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.

eixo das vias, marcando todas as estações 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.

2.2 Projeto Planialtimétrico

A projeção média diária de veículos é baixa, concomitante à topografia enquadrada com active 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.

Os passeios serão executados em momento oportuno.

2.2.2 Projeto Altimétrico

O projeto altimétrico, levou em consideração a cota do piso pronto das edificações e por se tratar de uma região acidentada optou por desenvolver um ajuste no ponto de maior active assim diminuindo a inclinação da rampa.

Foram diretrizes para o lançamento do greide:

- base a pista existente;
- preservar a maioria das soleiras existentes no lançamento do greide da via;
- reduzir interferências nas soleiras já projetadas;
- escoamento superficial das águas pluviais;

O resumo das características altimétricas projetadas para o sistema viário ficam evidente no greide.

2.2.3 Seções Transversais

As seções transversais do pavimento tipo esta representada no projeto pavimentação, com os gabaritos para a rua apresentada em planta.

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

2.2.4 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



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 terraplenagem 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.

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 atração 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 dívida 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.

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

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 entre 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 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%. Podarão 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;
- Greide 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.
- 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 m³, 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 m² 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

A via é formada pela pista de rolamento, que terá pavimentação em com peças pré-moldadas de concreto PAVs.

Estrutura do Pavimento em Peças pré-moldado em Concreto

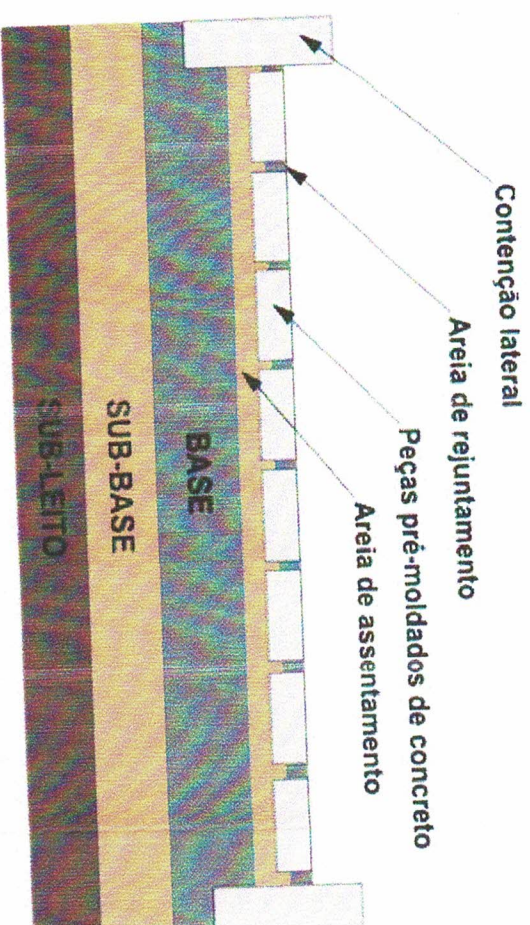


FOTO: 1 - Esquema da Estrutura do Pavimento.

O colchão de areia será de 5 cm, com finalidade para assentamento das peças pré-moldadas em concreto, e a base será em brita graduada corrida com 10cm de espessura e o subleito será regularizado e compactado afim de dar suporte ao assentamento da camada de areia e das peças pré-moldado em concreto.

4.2 Serviços

4.2.1 Execução do Pavimento em Peças pré-moldadas em Concreto.

Este caso será exclusivamente para a pavimentação da RUA GETÚLIO VARGAS, atendendo a NBR 15.953:2011 – Pavimento intertravado com peças de concreto.

— Execução, que seguirá as seguintes recomendações para sua execução.
O piso intertravado é um tipo de pavimento fácil de assentar, que é indicado tanto para passeios, calçadas, alamedas com trânsito de pessoas e bicicletas, como para ruas, ruas internas, estacionamentos e acessos de veículos.



FOTO: 2, Foto do calçamento de rua urbana.

Macete 01: Antes de adquirir o piso intertravado do fornecedor, solicite o laudo de resistência.

Macete 02: Para que o piso intertravado tenha um bom desempenho, principalmente os pisos onde passam veículos, é necessário que a Base seja muito bem executada.

Alguns serviços preliminares devem estar prontos antes de assentar o piso intertravado, são eles:

Subleito tratado;

Base tratada (geralmente em bica corrida), a granulometria da bica corrida deve atender conforme a Norma ABNT NBR 12264.

-Colchão de areia:

O pavimento intertravado é assentado sobre um colchão de areia. Este colchão deve ter altura entre 8,0 cm e 10,0 cm. Quanto melhor estiver a base, mais fino ficará o colchão de areia. Esse colchão pode ser de areia de dreno para assentamento de pavimento (mais barata) areia comum, ou pó de pedra (mais cara). O colchão de areia deve ser mestrado com a utilização de tubos de ferro 3/4" ou barras de ferro de seção quadrada. Feitas as mestras sarrafeie a areia com a régua de alumínio ou rodo de alumínio.



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

-Definição do Alinhamento:

O alinhamento do pavimento geralmente é paralelo ao meio fio da rua a ser calçada, ou na longitudinal da rua, para que as peças de intertravado fiquem perpendiculares (90°) com o meio-fio, travando todo o pavimento. Puxe uma linha bem esticada para definir o alinhamento.



FOTO: 3, Colchão de Areia para assentamento PAVs.

-Assentar o Bloquetes da Mestra:

Ao longo do alinhamento definido no passo anterior assente os blocos intertravados definindo assim a mestra. Feito isso você já pode retirar a linha.

-Assentamento dos Bloquetes:

Comece assentando os bloquetes da mestra para o meio-fio, fazendo panos inteiros, deixando apenas o arremate junto ao meio-fio para fazer depois.

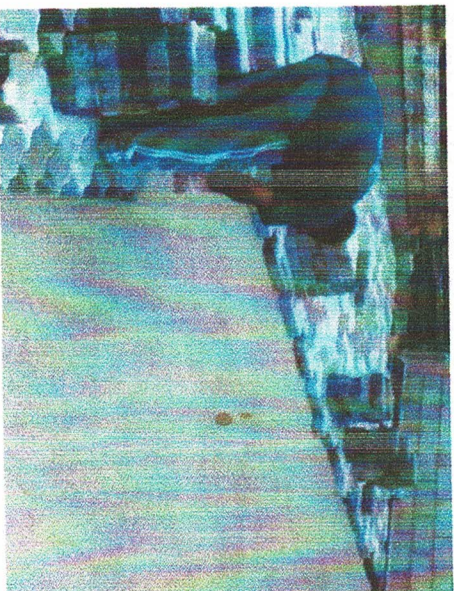


FOTO: 4, Assentamento dos PAVs.

Macete 03: Descarregue os bloquetes o mais próximo possível do local de assentamento.

Macete 04: Utilize um carrinho paleteira para movimentar os paletes de intertravado para que eles fiquem mais próximo do local de assentamento;

-Salgar o Piso:

Salgue todo o piso assentado espalhando areia sobre toda a sua superfície. Essa areia é a mesma utilizada para o colchão. Essa areia irá penetrar por todas as juntas que existem entre um bloquete e outro.



FOTO: 5, Salgamento com areia p/fixação e Compactação do PAVs

-Compactar o Piso:

Todo o pano de intertravado assentado e salgado deve, no final do dia, ser compactado ou batido. Com uma placa vibratória CM-13 bata todo o piso para que ele termine de assentar sobre o colchão de areia e as juntas entre um bloquete e outro também se acertem.



FOTO: 6 Compactação do PAVs.



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

-Arremates de Canto:

Após assentar um pano grande de intertravado é hora de fazer os arremates dos cantos. Risque os bloquetes para que eles se encaixem nos cantos. Em seguida corte-os com uma guilhotina ou uma serra Clipper de mão (portátil). São os arremates junto ao meio-fio que vão travar todo o piso.



FOTO: 7 Arremates.

Macete 05: Os pedacinhos pequenos não conseguem arrematar o piso com qualidade, assim, preencha os pequenos espaços com concreto ao invés de pedacinhos de bloquete intertravado. Não preencha com areia.

Macete 06: Evite transitar com carros e máquinas sobre o piso que não estiver travado.

-Varrição e Limpeza:

Terminado o assentamento faça a varrição do excesso de areia que ficou sobre o piso e recolha os pedaços de piso e paletes que ficaram no local.

4.2.2 Execução de meio-fio pré-moldado, inclusive carga, transporte

Os meios-fios serão executados sobre uma base que serve de regularização e apoio, obedecendo aos alinhamentos, cotas e dimensões indicadas, e estes devem apresentar fck $\geq$ a 15 MPa.

Os meios-fios terão as seguintes dimensões:

- altura = 0,30 m;
- espessura = 0,12 m na base e 0,10 m no topo;
- espelho = 0,15 m;
- comprimento = 1,00 m.

Os meios-fios serão do tipo pré-moldado, assentados sobre base firme e rejuntados com argamassa de cimento e areia, seu escoramento será com material local de no mínimo 30 cm de largura, evitando-se que a peça fique sem apoio e vir a sofrer descolamento do trecho e criarem-se assim possíveis retrabalhos.

Deverão ser realizados ensaios de compressão a cada 200 m dos elementos assentados intercalando os lados na distância definida, conforme NBR 9780 e 9781.

Na extremidade ao final do pavimento deverão ser enterrados uma linha de meio fio para travamento, assim como no intervalo entre as estacas 01 e 04 deverão ser executados também o travamento para evitar a erosão do material de assentamento e o provável deslocamento das pedras assentadas.

Os meios-fios serão medidos em m lineares executados no local.

4.2.3 Regularização e compactação de passeios

Esta especificação se aplica à regularização do leito dos passeios ao tardoz dos meio fios.

Regularização é a operação que é executada para uniformizar e nivelar a camada mais superficial existente destinada a conformar o passeio transversal e longitudinalmente.

São indicados os seguintes tipos de equipamentos para execução da regularização: ferramentas manuais como pás, picaretas, soquetes e carro de mão.

A medição dos serviços de regularização do subleito será feita por m² de plataforma concluída, já incluída a área de passeios.

A temperatura recomendável, para a compressão da mistura fina, na prática, entre 100°C a 120°C.

Caso sejam empregados rolos de pneus de pressão variável, inicia-se a rolagem com baixa pressão, a qual será aumentada à medida que a mistura for sendo compactada, e, consequentemente, suportando pressões mais elevadas.

A compressão será iniciada pelos bordos, longitudinalmente, continuando em direção ao eixo da pista.



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 hidroclimáticos 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 Porto 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 carreados 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).

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
Maio	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 MENSIAIS 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 Cai 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 Cai e Gravataí.

Nova Santa Rita localiza-se entre as bacias do Rio dos Sinos e do Rio Cai, contendo com os arroios Berto Cirio, Califônia, Gerdau, Caiu, 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 Trcho 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.

	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 2 - Tempo de Retorno.

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

Quadro 3 - Relação Entre Alturas Pluviométricas.

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

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



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

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:

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

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 feita operação é:

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

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)	$y = -\ln[-\ln(T_r)]$	$K (Tr) = (y - y_n) / \sigma_n$	P 1 dia (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

Quadro 5 - Distribuição estatística.



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

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

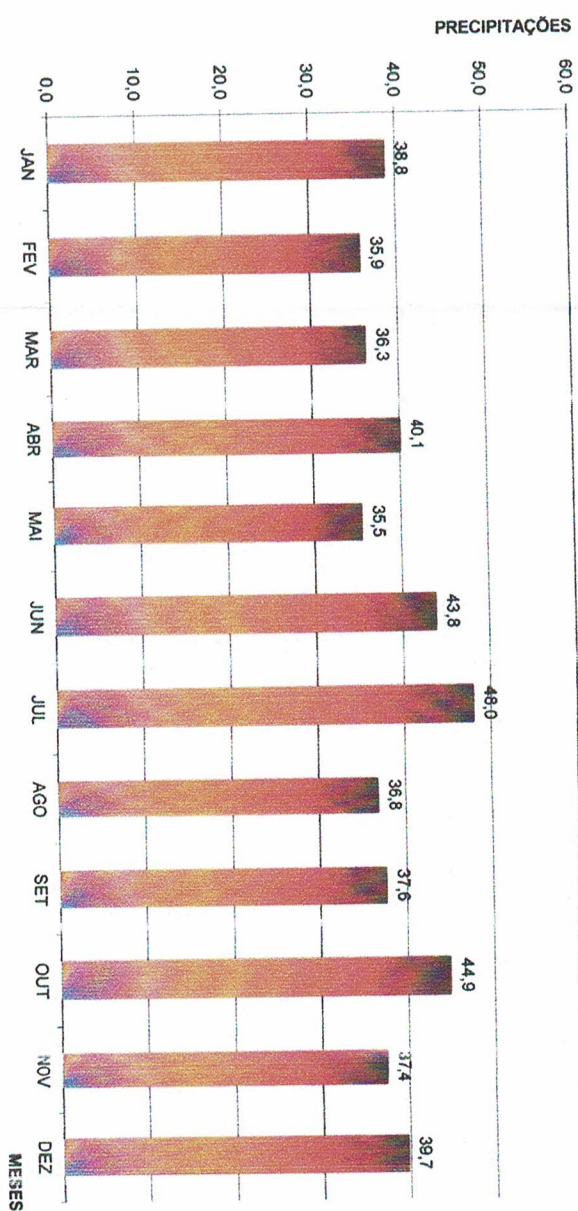


Figura 1 - Histograma da média histórica das precipitações máximas mensais.

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

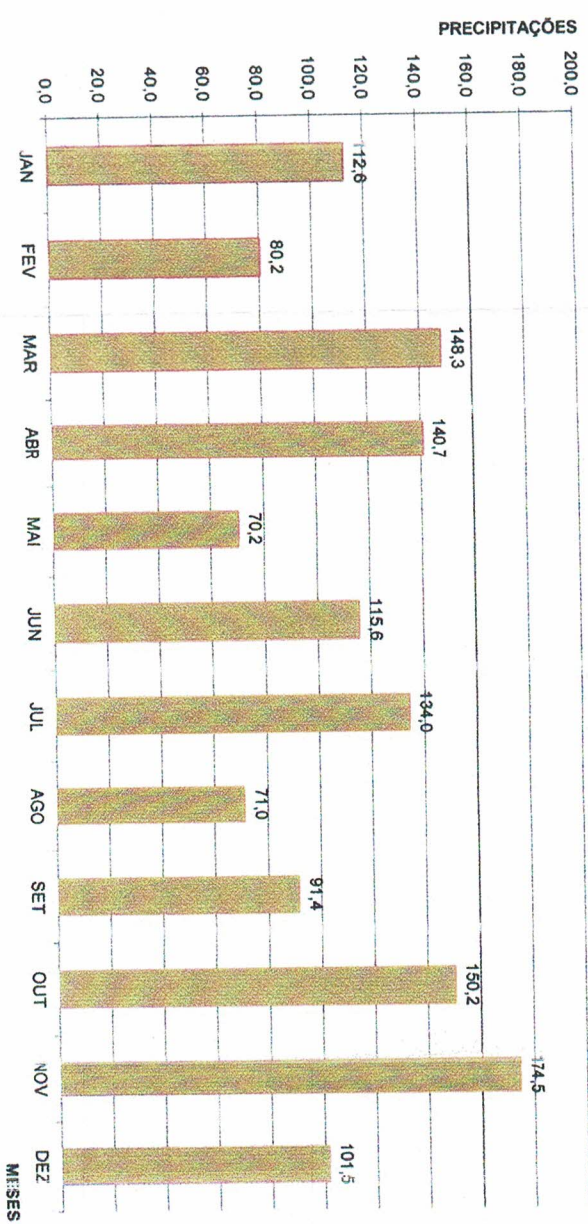


Figura 2 - Histograma da máxima histórica das precipitações máximas mensais.

Numero de o'dem "m" reordenado	Máxima diária reordenada	*F=100*(1-m/(N+1))	Tempo de Recorrência (Tr)	Varíavel Reduzida Y = -Ln[-Ln(Tr)-Ln(Tt-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 DOS DIAS CHUVAS MENSAL
ESTAÇÃO: PORTO GARIBALDI
MUNICÍPIO: MONTENEGRO-RS.

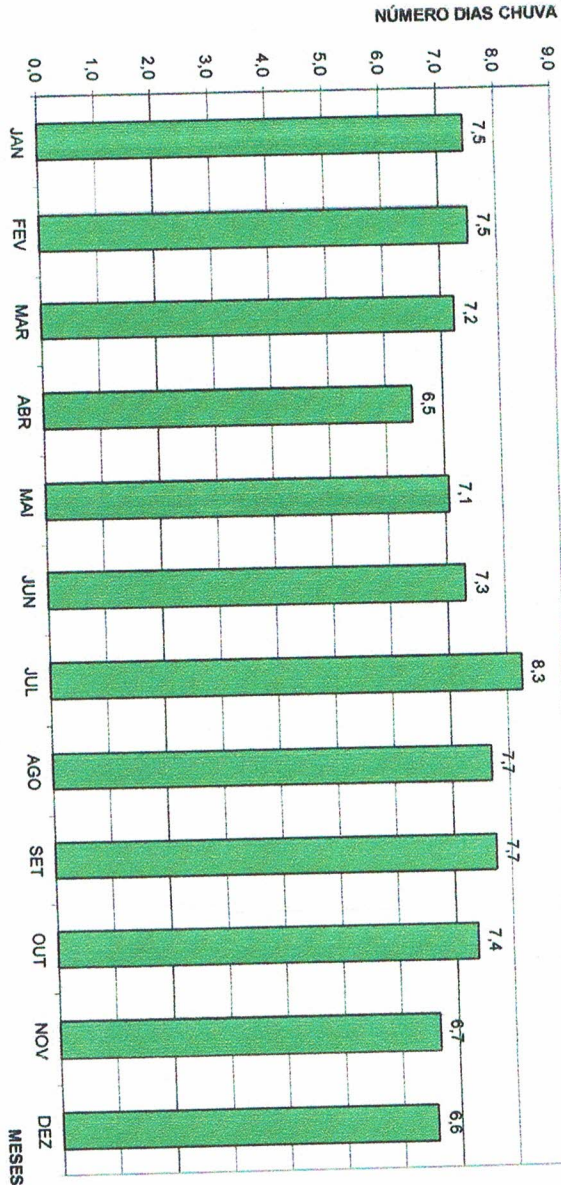


Figura 3 - Histograma da média histórica das chuvas mensais.

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

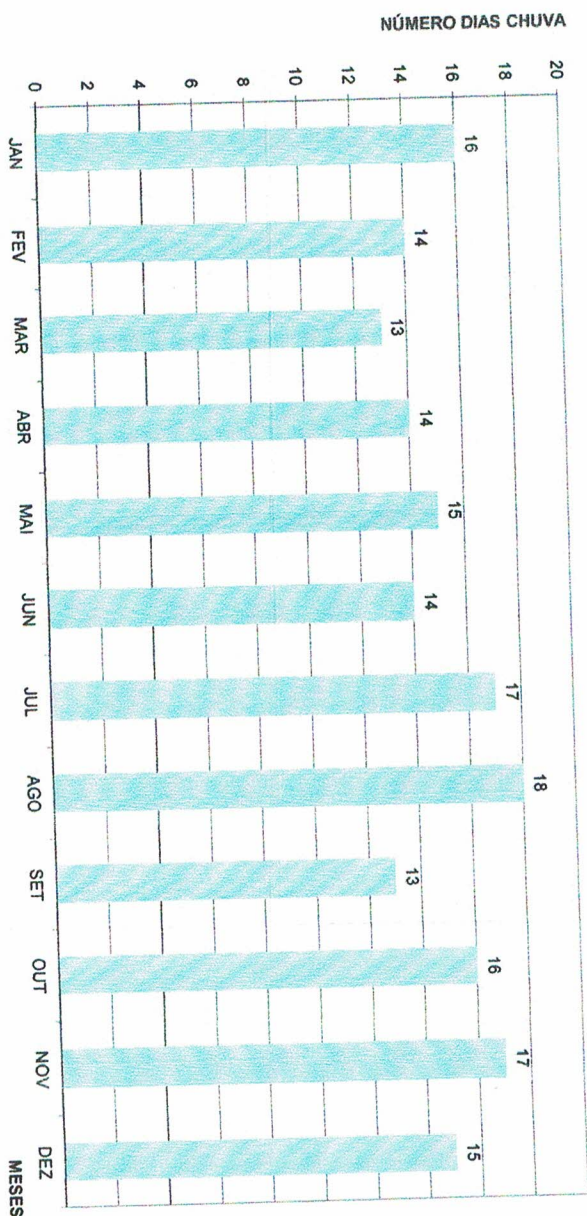


Figura 4 - Histograma da máxima histórica dos dias de chuvas mensais.

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

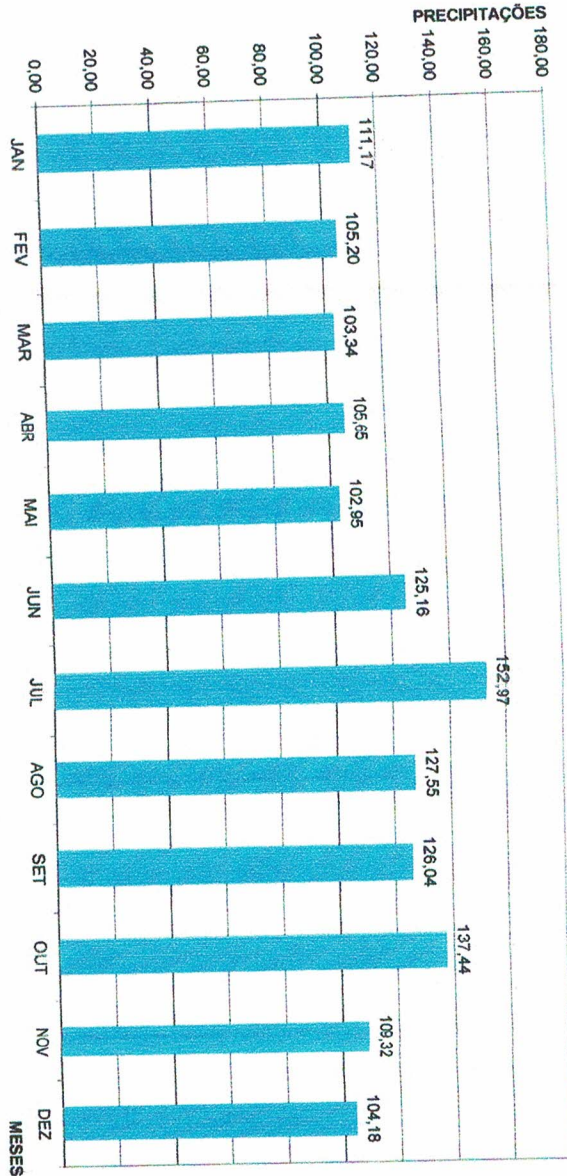


Figura 5 - Histograma da média histórica das precipitações totais mensais.

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

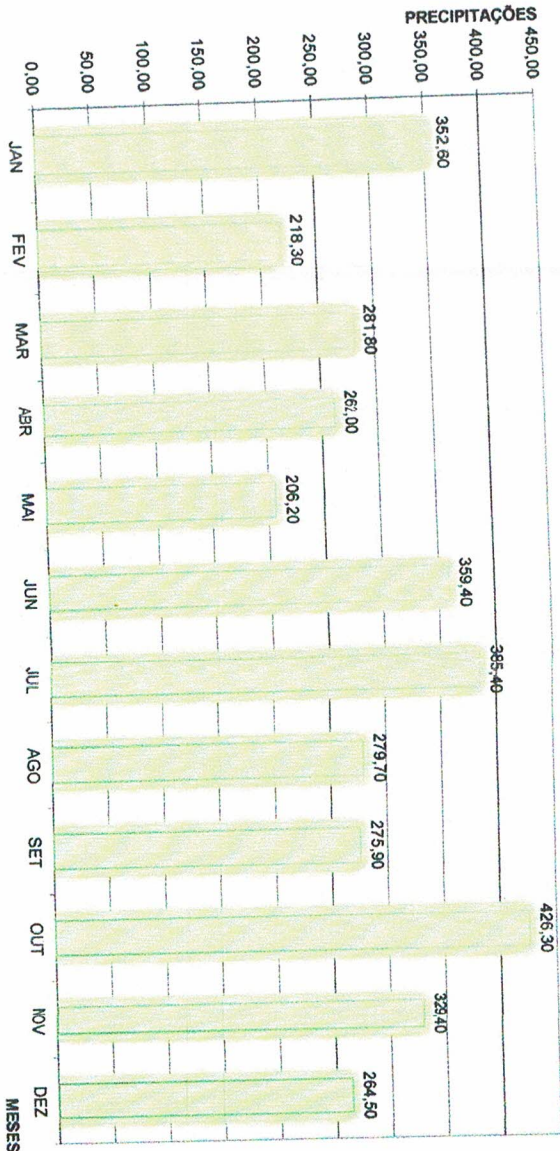


Figura 6 - Histograma da máxima histórica das precipitações totais mensais.

- Método das Isozonas



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Para correlacionar a precipitação nas estações pluviométricas determinou-se a relação 24 horas / 1 dia, 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 05:

Quadro 5 - 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.

Quadro 6 - Determinação das equações de chuva.

TR (anos)	tc (h)	FÓRMULAS	
		LOG tc +	50,877
5	0,1h < tc < 1h	LOG tc +	50,877
	1h < tc < 24h	LOG tc +	58,896
10	0,1h < tc < 1h	LOG tc +	58,896
	1h < tc < 24h	LOG tc +	68,802
25	0,1h < tc < 1h	LOG tc +	68,802
	1h < tc < 24h	LOG tc +	75,931
50	0,1h < tc < 1h	LOG tc +	75,931
	1h < tc < 24h	LOG tc +	82,849
100	0,1h < tc < 1h	LOG tc +	82,849
	1h < tc < 24h	LOG tc +	82,849