



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

PROJETO DE ENGENHARIA

PAVIMENTAÇÃO EM
PEÇAS PRÉ-MOLDADAS EM CONCRETO.

OUTUBRO/2021



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

1 CONTEÚDO

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 Seções Transversais.....	8
2.2.4 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 Reforço de Subleito.....	11
3.5 Transporte do material excedente (DMT = 400 a 600 m).....	21
3.6 Espalhamento e compactação de material local de 1ª cat.....	21
3.7 Regularização e compactação de subleito.....	24
4 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO.....	26
4.1 Dimensionamento.....	26
4.2 Serviços.....	26
4.2.1 Execução do Pavimento em Peças pré-moldadas em Concreto.....	26
4.2.2 Execução de meio-fio pré-moldado, inclusive carga, transporte.....	30
4.2.3 Regularização e compactação de passeios.....	31
5 ESTUDO HIDROLÓGICO E PROJETO DE DRENAGEM.....	33
5.1 Introdução.....	33
5.2 Estudo Hidrológico.....	33
5.2.1 Caracterização Da Região.....	33
5.2.2 Caracterização Pluviométrica.....	34
5.2.3 Estudos estatísticos das chuvas.....	35
5.2.4 Estudos das Bacias Hidrográficas.....	49
5.2.5 Coeficientes Relativos A Bacia Hidrográfica.....	49
5.2.6 Tempo de Recorrência Hidrológico (Tr).....	50
5.2.7 Tempo de Concentração.....	51



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

5.2.8 Declividade.....	51
5.2.9 Método Racional.....	52
5.3 Dimensionamento Hidráulico.....	52
5.4 Concepção do Sistema de Drenagem.....	53
5.5 Critérios de Projeto.....	53
5.6 Critérios de Dimensionamento.....	53
5.7 Dimensionamento Rede Pluvial.....	54
5.8 Especificações do serviço de drenagem.....	54
5.9 Escavação mecânica de valas mat. 1ª cat. prof. até 2,50 m.....	54
5.10 Tubulação Ø 400 PS-1 e PA-1 - PB – Fornecimento e Assentamento.....	55
5.11 Embasamento da tubulação.....	56
5.12 Transporte do material excedente (DMT = 400 a 600 m).....	56
5.13 Reaterro compactado de vala pluvial com material local.....	57
6 PROJETO DE SINALIZAÇÃO.....	60
6.1 Introdução.....	60
6.2 Sinalização Vertical.....	60
6.2.1 Placas de regulamentação.....	60
6.2.2 Placas de advertência.....	61
6.2.3 Material das placas.....	62
6.3 Sinalização Horizontal.....	64
6.3.1 Limpeza e varrição da pista.....	64
6.3.2 Materiais para Sinalização Horizontal:.....	64
6.3.3 Tipos de Pintura.....	64
6.3.4 Parâmetros para sinalização horizontal.....	65



**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 PEÇAS PRÉ-MOLDADAS DE CONCRETO (PAVs), SINALIZAÇÃO HORIZONTAL e VERTICAL**, da Rua **ALAMEDA 2** 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 (Agosto/2021), do DNIT (abril/2021). Foram utilizadas as diversas fontes, pois isoladamente não contemplam a composição 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: **2,00m x 1,12m**.

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) Vias contempladas:

-Alameda - 2, parcial do km 0+329,23 ao km 0+608,50., Bairro Parque Primavera;

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



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

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, 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, 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.

2.2 Projeto Planialtimétrico

A projeção média diária de veículos é baixa, concomitante à topografia enquadrada com a cota 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 aclave 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 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.

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.

3.4 Reforço de Subleito

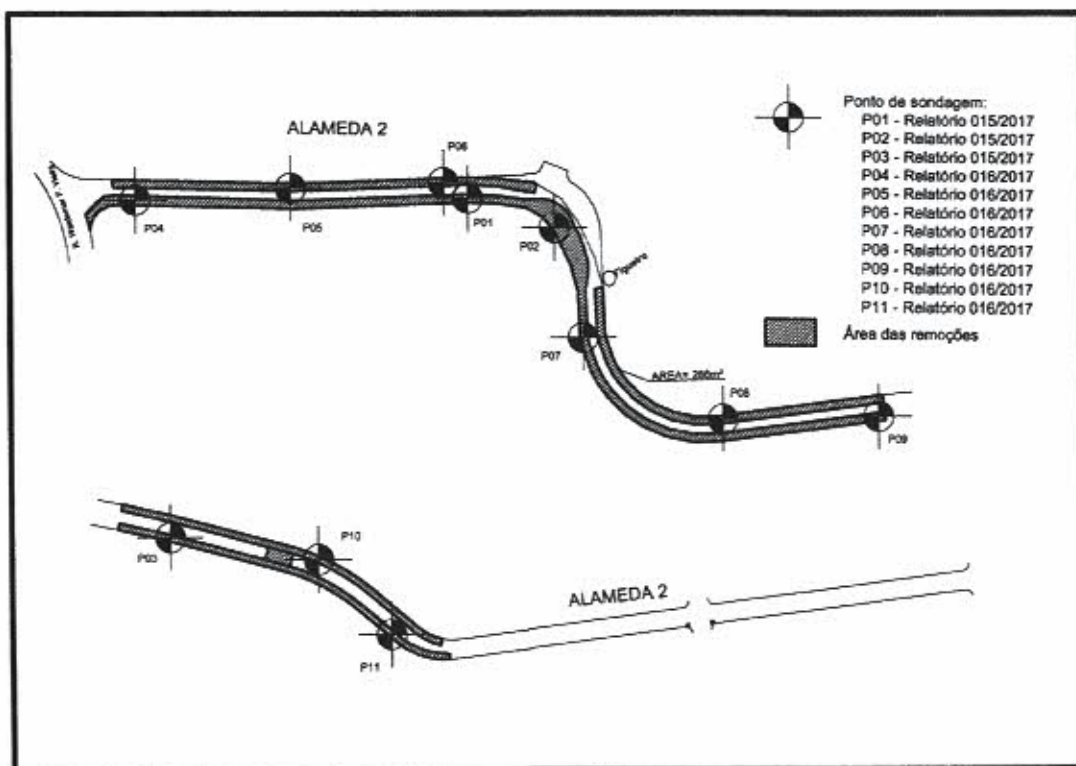
Foram realizados nos dias 08/11/17 e 18/12/17 investigações complementares com utilização de retroescavadeira em vários pontos da



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

Alameda 02 ao longo do trecho para verificar a necessidade de reforços em de subleito.

Abaixo segue a localização da área com pretensão de ser realizado o reforço e todos os pontos onde foram realizadas as escavações:



Quadro 1, Localização furos de Sondagem.

Foram realizados ao total 11 pontos de investigação indicados no quadro 1, onde será utilizado neste projeto os pontos 10 e 11, que compreende do km 0+329,23 ao km 0+450 m. A profundidade de cada local permeou uma altura de 2,00m a contar do nível do terreno.

PONTO DE INVESTIGAÇÃO 10:



FOTO:1 Material escavado

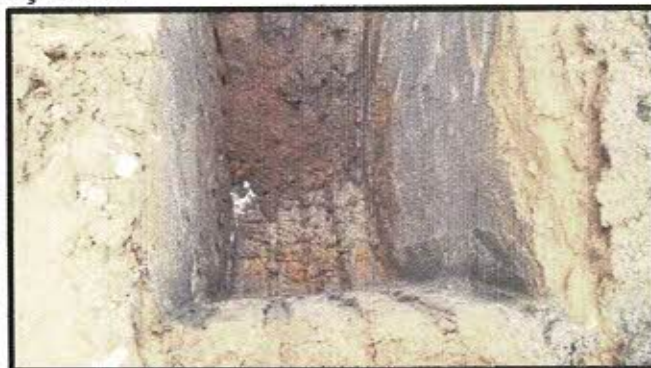


FOTO:2 Visualização do ponto



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

No ponto de investigação 10 possui uma camada de argila superficial com espessura de 40,00cm aproximadamente na parte superior da vala. A partir desta profundidade constatamos um solo arenoso/siltoso com pequena quantidade de material orgânico (húmus/argiloso). Também podemos visualizar a presença de água que brotava no local da escavação pelo fundo.

PONTO DE INVESTIGAÇÃO 11:



FOTO:3 Material escavado



FOTO:4 Visualização do ponto

No ponto de investigação 11 possui uma camada de argila superficial com espessura de 40,00cm aproximadamente na parte superior da vala. A partir desta profundidade constatamos um solo arenoso/siltoso com grande quantidade de material orgânico (húmus/argiloso), inclusive com presença de entulhos orgânicos. O solo não demonstrou ter quantidade expressiva de água que pudesse prejudicar sua funcionalidade.



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

encopav											
INDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA											
MUNICÍPIO		Cidade		Rua		Cidade/Estado					
377		CAPELA DE SANTANA		Alameda 2		ARGILA CINZA ESCURA					
MATERIAL		L.D.F.E.		Equipe		19/08/2016					
7 a 15		REMOÇÃO				05					
UMIDADE ÚMIDA	17,0	19,2	21,3	23,4	25,5	HIGROSCÓPICA		P. AM. 10		6000	
% AGUA ADICIONADA	10,5	12,5	14,5	16,5	18,5	P. AM. 10		12		30	
CILINDRO No	1	71	13	6	74	CAP. 100		76,00		71,00	
CILINDRO - SOLO UMIDO	8215	8460	8750	8700	8478	CAP. 100		72,60		67,50	
PESO DO CILINDRO	4689	4689	4689	4689	4689	P. DA AGUA		3,40		3,64	
SOLO UMIDO	3524	3771	4061	4011	3789	P. DA AGUA		10,97		10,66	
VOLUME DO CILINDRO	2068	2068	2068	2068	2068	P. DA AGUA		61,61		56,70	
DENSIDADE UMIDA	1,704	1,821	1,964	1,940	1,832	P. DA AGUA		5,5		6,4	
CAPSULA No						P. DA AGUA		6,0		DISCO	
AGUA ADICIONADA	627	747	867	987	1107	P. DA AGUA		6,0		DISCO	
CAPSULA - SOLO SECO						P. DA AGUA		6,0		DISCO	
PESO DA AGUA						P. DA AGUA		6,0		DISCO	
LARA DA CAPSULA						P. DA AGUA		6,0		DISCO	
PESO DO SOLO SECO						P. DA AGUA		6,0		DISCO	
DIAM. DE UMIDADE	17,0	19,2	21,3	23,4	25,5	P. DA AGUA		6,0		DISCO	
DENSIDADE SECA	1,456	1,531	1,619	1,572	1,460	P. DA AGUA		6,0		DISCO	
II. INICIAL		11,54	11,44	11,44		P. DA AGUA		6,0		DISCO	
DATA	TEMPO	1111	1111	1111	1111	P. DA AGUA		6,0		DISCO	
19/08/2016	0 h	1,50	1,40	1,40		P. DA AGUA		6,0		DISCO	
20/08/2016	24 h					P. DA AGUA		6,0		DISCO	
21/08/2016	48 h					P. DA AGUA		6,0		DISCO	
22/08/2016	72 h					P. DA AGUA		6,0		DISCO	
diferença		3,30	2,20	1,30		P. DA AGUA		6,0		DISCO	
% de Expansão		2,86	1,92	1,14		P. DA AGUA		6,0		DISCO	
ENSAYO DE PENETRAÇÃO											
No. PRENSA											
TEMPO	PENETRAÇÃO	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111
0,5	0,67 mm										
1,0	1,27										
1,5	1,90										
2,0	2,54										
3,0	3,81										
4,0	5,08										
6,0	7,62										
8,0	10,16										
PRENSÃO	P= 2,54 mm										
CORRIG	P= 5,08 mm										
U.S.C.	PC= 0,546										
ADOPTADO											

LACOPRECECENANA LGA
João Rosa de Nascimento
Coord. Laboratório



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

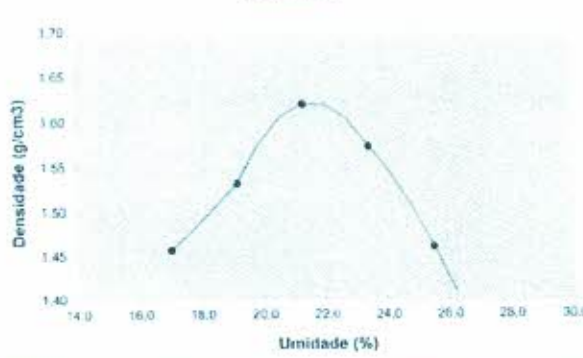


ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

OBJETO		LOCAL		RUA		CLASSIFICAÇÃO VISUAL	
377		CAPELA DE SANTANA		Alameda 2		ARGILA CINZA ESCURA	
TIPO	ESP. CAMADA	INDICADOR		EQUIPE		DATA	
T	0,0 1,0	LD/LE		Equipe		19/08/2016	
ESTRATÉGIA		MÉTODO				RELEVÂNCIA	
7 a 15		REMOCÃO				05	

UMIDADE CALC.	17,0	19,2	21,3	23,4	25,5	HIGROSCÓPICA		P. AM. UM.	000
% AGUA ABSORVIDA	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	CAP. No	1,1	1,1	P. AM. S.
CILINDRO No	01	02	03	04	05	CAP. No		06	07
CILINDRO + SOLO UMIDO	82,9	84,6	87,9	89,3	92,9	CAP. No		17,0	17,0
PESO DO CILINDRO	85,0	84,9	86,9	88,9	92,9	CAP. No		1,40	1,44
SOLO UMIDO	3524	3771	4061	4011	3789	CAP. No		10,00	N. GORP
VOLUME DO CILINDRO	200,0	200,0	200,0	200,0	200,0	CAP. No		61,61	N. CAM
DENSIDADE UMIDA	1,762	1,885	1,981	1,940	1,895	CAP. No		5,5	SOQ
CAPSLA No						CAP. No		6,0	DISCO
AGUA ABSORVIDA	627	741	807	987	1107	RESULTADOS Hot 21,6 % Dmax 1,621 g/cm3			
CAPSLA + SOLO SECO									
PESO DA AGUA									
TARA DA CAPSLA									
PESO DO SOLO SECO									
TEOR DE UMIDADE	19,0	19,2	21,3	23,4	25,5				
DENSIDADE SECA	1,456	1,531	1,619	1,572	1,480				

Compactação



ENCOPAV - ENGENHARIA LTDA
Av. Ruy do Maciel, 100
Cidade de Santana

Eng. Responsável

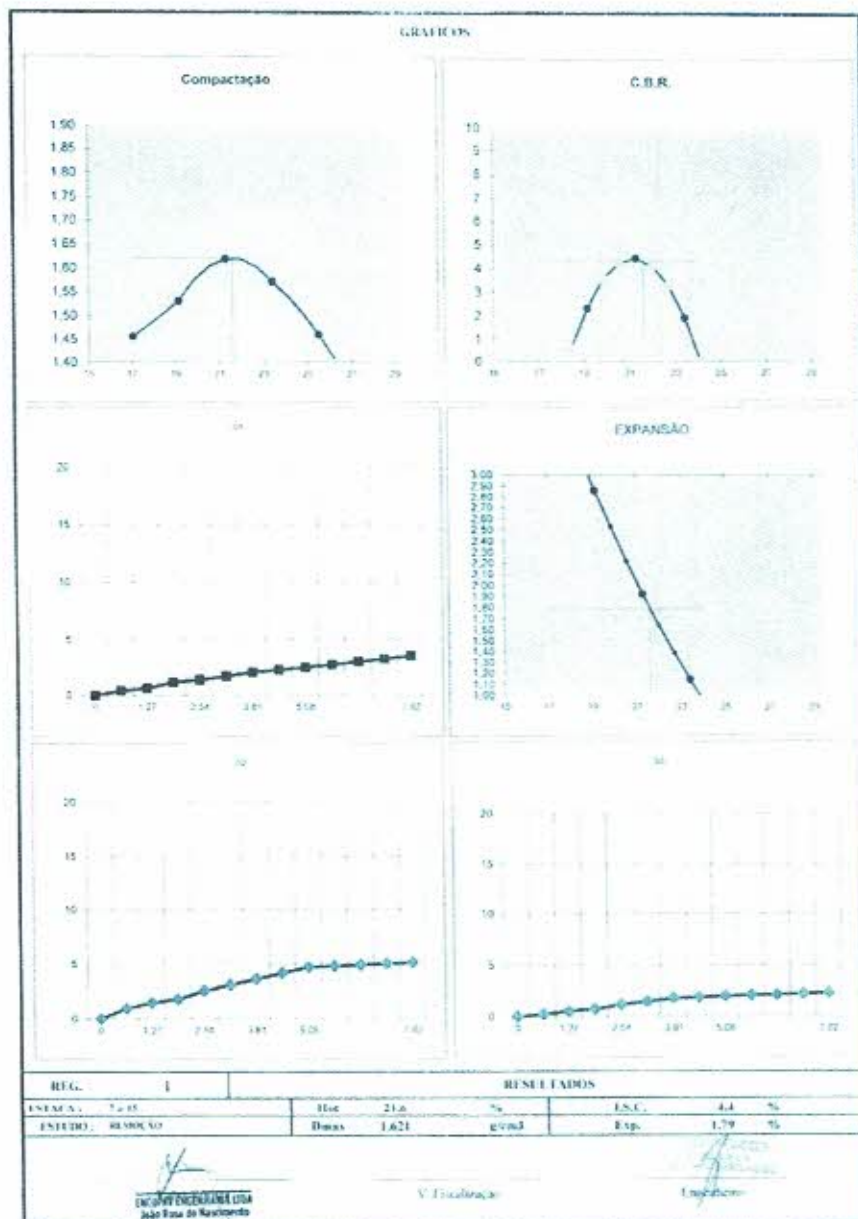
Eng. Fiscal

Eng. Laboratório

Eng. Qualidade



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





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

RESULTADOS DAS INVESTIGAÇÕES:

Nas investigações realizadas no dia 08 de novembro de 2017 e no dia 18 de dezembro de 2017 percebemos claramente a presença considerável de material orgânico em todos os pontos escavados. Sua presença é constatada em cota média aproximada de 42,00cm, a partir desta cota até o fundo da investigação realizada, a grande maioria dos pontos apresentou este material orgânico. Também percebemos a presença de quantidade de água considerável na grande maioria dos pontos investigados.

Através destes pontos investigados e de referências técnicas apontadas ao longo deste relatório, foi possível obter informações suficientes para concluir sobre a necessidade de substituição dos solos averiguados.

CONSIDERAÇÕES:

Com este relatório queremos demonstrar a existência estimável de matéria orgânica na localidade, além da presença de água em quantidade significativa e demonstrar a importância de ser realizada uma intervenção a fim de viabilizar a execução do objeto, constante do contrato 115/2015. Não realizamos ensaios de STP, pois entendemos que não se trata de uma obra para uma rodovia, tanto que o projeto original só apresentou um ensaio de CBR no trecho em questão.

Tabela-2: Correlação número CBR w Sistema de Classificação

CBR Nº	Qualidade	Utilização	Sistema de Classificação	
			Unificado	BRASILEIRO
0-3	péssimo	sub-base	CH, CH, MH, OL	A5, A6, A7
3-7	ruim a regular	sub-base	CH, CH, MH, OL	A4, A5, A6, A7
7-20	regular	sub-base	OL, CL, AL, SC, SM, SP	A2, A4, A6, A7
20-50	bom	base, sub-base	GI, GC, SV, SM, SP, GP	Alb, A2-3, A3, A2-6
>50	excelente	base	GI, GI	Ala, A2-4, A3

Tabela 1 - Site Geotecnia e Fundações



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

Na Tabela 1, é correlacionada a classificação do solo, segundo os sistemas unificado e AASHTO, com o número de CBR.

A capacidade de suporte de um solo compactado pode ser medida através do método do Índice de suporte, que fornece o "Índice de Suporte Califórnia – ISC ou CBR". Trata-se de um método de ensaio empírico, adotado por grande parcela de órgãos rodoviários, no Brasil e no mundo. O objetivo do ensaio é determinar o CBR e a expansão (E).

O ensaio CBR consiste na determinação da relação entre a pressão necessária para produzir uma penetração de um pistão num corpo de prova de solo, e a pressão necessária para produzir a mesma penetração numa mistura padrão de brita estabilizada granulometricamente. Essa relação é expressa em porcentagem.

Pela Tabela 01 nossa amostra é considerada uma amostra de qualidade "Ruim a Regular". Considerando somente o CBR este material poderia ser usado para sub-base, no entanto se analisarmos suas outras características ele seria descartado para esta finalidade, pois para torná-la uma sub-base adequada graduada seria necessário modificar várias de suas características, que inviabilizariam economicamente, tal como sua expansão de 1,79% (deve ser menor que 0,5%), presença de matéria orgânica (constatação visual), Limite de Liquidês de 46,3% ($LL_{19ax} < 25$), Índice de Plasticidade de 17,3% ($IP_{19ax} \leq 6\%$), material passante na peneira #400 de 91,2% (Máx. 66,7%), dentre outros.

Em minha pesquisa encontrei uma informação que acredito ser pertinente acrescentar neste relatório. Encontrei uma indicação num trabalho do Programa de Pós graduação da Univesidade Federal do Amazonas – UFAM sobre Técnicas de Construção de Pavimentos – Parte I Bases e Subbases. Em seu estudo tem uma indicação no que se segue abaixo:

"A camada de reforço do subleito pode ou não existir. Sua presença se dá quando a resistência do subleito, em termos de CBR, é baixa, da ordem de 2 a 5%."

(Programa de Pós graduação da Univesidade Federal do Amazonas – UFAM sobre Técnicas de Construção de Pavimentos – Parte I Bases e Subbases página 77)

De acordo com a citação indicada acima nosso subleito está dentro da faixa especificada, apresentando os CBR 3,60%, 4,4% e 4,54%. Portanto, condiz realizar tal reforço do subleito.

O projeto original indica os locais onde será necessário realizar remoções de camada de solo com espessura de 60,00cm. Também indica que será recomposto com solo compactado, entendemos que este reforço seja o reforço de subleito de projeto.

Neste cenário, no momento da compactação do solo recomposto com o rolo compactador, este não conseguirá atingir o grau de compactação de 100% exigida pela norma DNIT 138/2010-ES, pois as camadas inferiores estão comprometidas com a presença de matéria orgânica e água, possuindo um



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

Limite de Plasticidade muito alto, sendo que a espessura máxima de compactação é de 20,00cm, então esta pequena camada de solo para reforço de subleito estaria sob um "colchão mole" de terra orgânica, não tendo suporte para si, nem para as outras duas camadas de 20,00cm sobre ela.

Reiteramos que um solo com material orgânico seja prejudicial à estabilidade do subleito, consequentemente das camadas superiores.

Pelo relatório 015/2017 informamos que o limite de plasticidade da amostra é de 29,10. A amostra em questão refere-se ao material rico em matéria orgânica coletado no local. Este limite é o teor de umidade abaixo do qual o solo passa do estado plástico para o estado semi-sólido, ou seja, ele perde a capacidade de ser moldado e passa a ficar quebradiço. Quanto maior é este índice, menor será a quantidade de água necessária nele para torná-lo plástico.

3.4 LIMITE DE PLASTICIDADE (LP)

Índice de Plasticidade (IP)

- IP:
 - determina o caráter de plasticidade de um solo
 - quando maior mais plástico será o solo
- Classificação (Jenkins):

Fracamente plásticos	$1 < IP \leq 7$
Medianamente plásticos	$7 < IP \leq 15$
Altamente plásticos	$IP > 15$

Prof. Fabia Toni

Tabela 2 - Aula de Plasticidade UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ – UFPR

Na Tabela 2, na classificação de Jenkins percebemos que nossa amostra está classificada como altamente plástica, portanto tende a passar do estado semi-sólido para o estado plástico mais facilmente.

Em nosso caso estamos falando de uma rua urbana que terá um tráfego bem menor do que uma rodovia, mesmo assim nos parece que o projeto original não levou em consideração a grande presença da matéria orgânica no local, não estabelece as espessuras de Sub-Base e Subleito, tão pouco estabelece as condições de tráfego para a região.

É de conhecimento local que a via existente já passou ao longo dos anos, por várias intervenções com reforços, principalmente em seu eixo central, porém seus bordos não passaram pelo mesmo tratamento.



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

SOLUÇÃO PRETENDIDA:

A proposta deste relatório para solucionar o problema de baixa capacidade de suporte de subleito é a realização de reforços com pedras do tipo rachão, nas espessuras de 80,00cm e 90,00cm indicadas na figura 01 e no projeto integrante do processo nº 1994/2017. Estas camadas além de melhorarem a capacidade de suporte irão promover uma proteção hidráulica para a base e seu pavimento, pois tendem a rebaixar o nível do lençol freático.

CONCLUSÕES SOBRE O REFORÇO DE SUBLEITO:

Pelo exposto neste relatório, podemos ter as seguintes conclusões:

A necessidade de reforço de subleito nos pontos investigados está condizente devido à baixa capacidade de suporte do subleito;

A solução apresentada em projeto original de recomposição de reforço com solo compactado com espessura total de 60,00cm é impraticável para os pontos investigados;

A solução apresentada neste relatório é compatível de ser adotada e irá promover a viabilidade do objeto, constante do contrato nº 115/2015.

3.5 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.

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



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

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.

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:



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

- 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.

- Ensaio 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.



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

compactação,
arremates e demais operações e encargos necessários à completa execução
desses
serviços.

3.7 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.

OBS: Os serviços de remoção de solos moles, será executado por conta da
própria Prefeitura Municipal de Capela de Santana.



**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.

Os passeios serão somente regularizados e concretados com acabamento convencional com espessura de 6cm.

Estrutura do Pavimento em Peças pré-moldado em Concreto

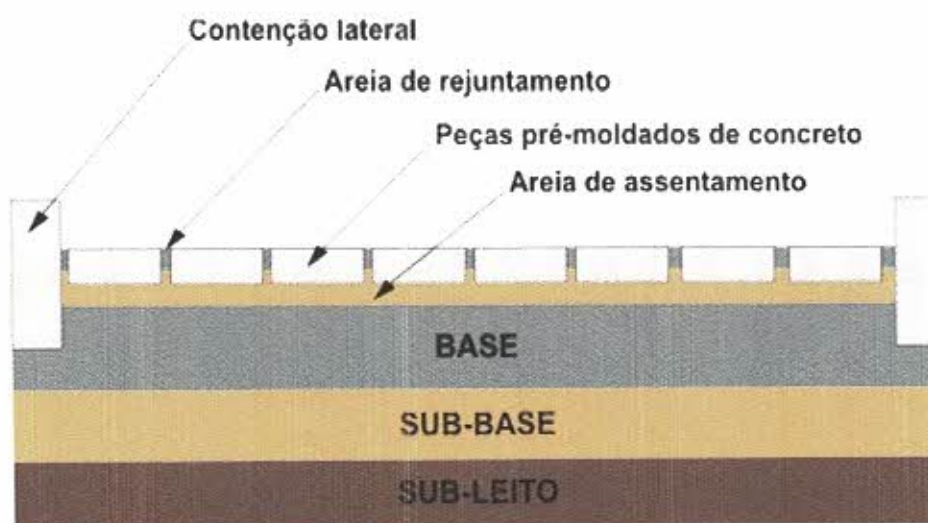


FOTO: 5 - Esquema da Estrutura do Pavimento.

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 ALAMEDA-2 (km0+329+23 ao km 0+608,50), 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.



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



FOTO: 6, 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.

-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



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

perpendiculares (90°) com o meio-fio, travando todo o pavimento. Puxe uma linha bem esticada para definir o alinhamento.



FOTO: 7, 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.

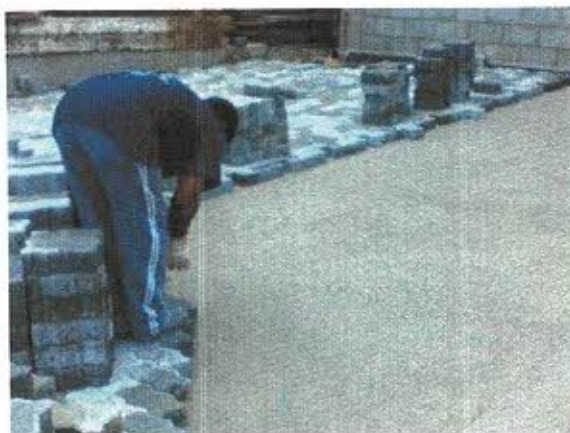


FOTO: 8, Assentamento dos PAVs.

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:



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

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: 9, 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: 10, Compactação do PAVs

-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.



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



FOTO: 11, 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 $f_{ck} \geq 15$ 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.



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

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 tardo 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, conseqüentemente, 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 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
Maió	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 3 - 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 2 – 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 3 - 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 4 - Relação Entre Alturas Pluviométricas.

N	Relações	Coeficientes
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.



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

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 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 5 - Relação Precipitação x Tempo de Recorrência.

Tempo de Recorrência (Tr)	y = -Ln[Ln(Tr) - Ln(Tr-1)]	K (Tr) = (y - y _n) / σ_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 6 - Distribuição estatística.



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

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 MENSAIS
ESTAÇÃO: PORTO GARIBALDI
MUNICÍPIO MONTENEGRO-RS.

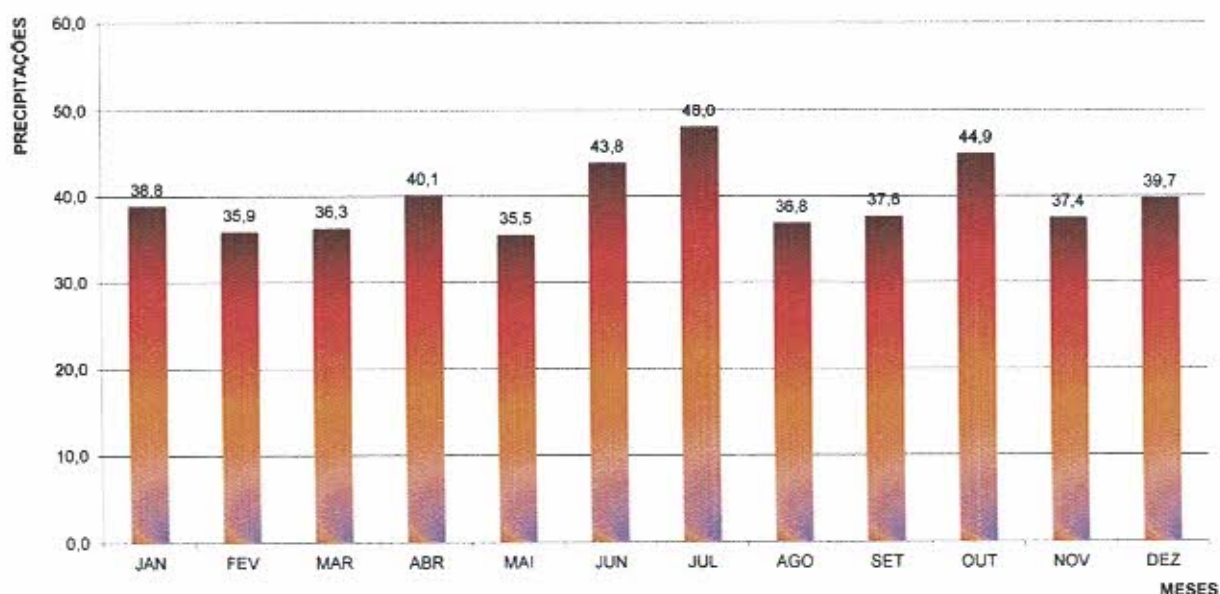


Figura 1 - Histograma da média histórica das precipitações máximas mensais.

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

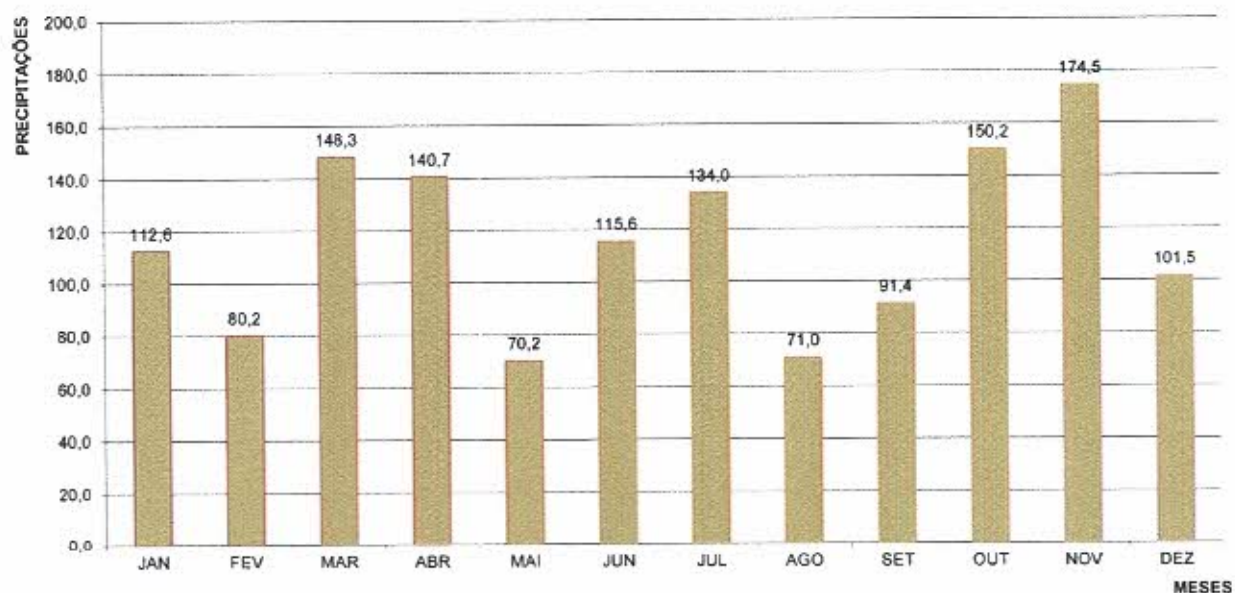


Figura 2 - Histograma da máxima histórica das precipitações máximas mensais.



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

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

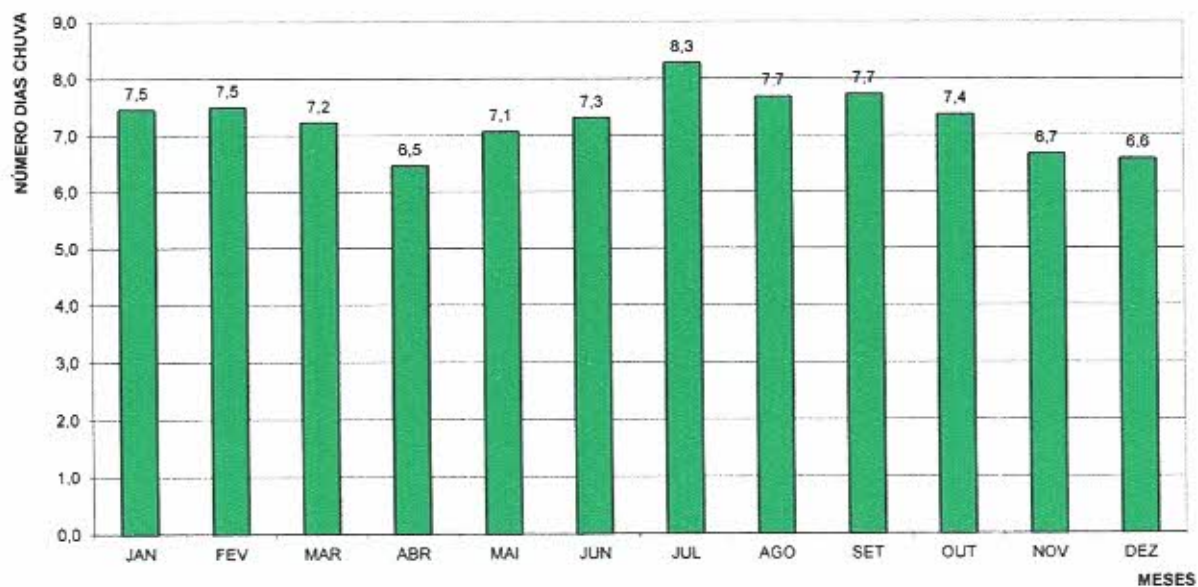


Figura 3 - Histograma da média histórica das chuvas mensais.

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

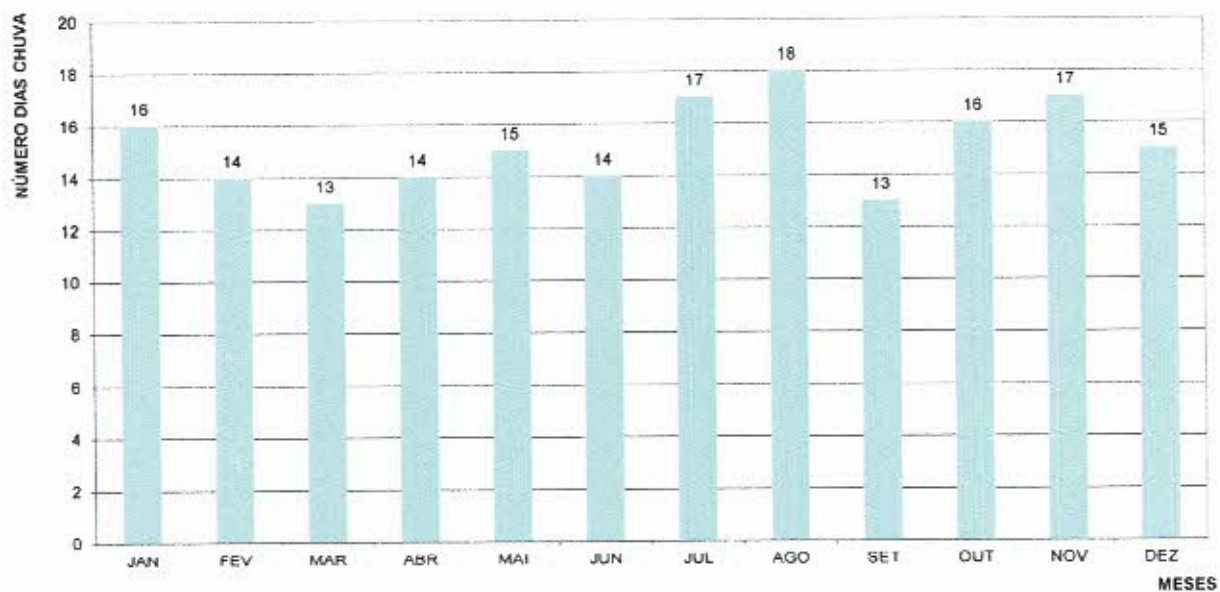


Figura 4 - Histograma da máxima histórica dos dias de chuvas mensais.



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

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

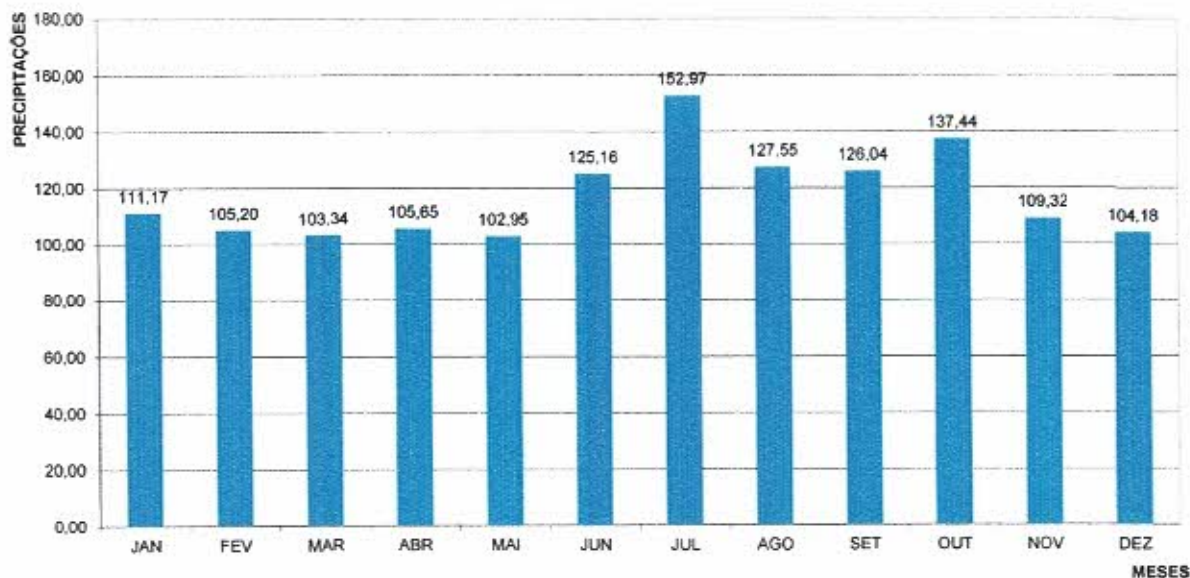


Figura 5 - Histograma da média histórica das precipitações totais mensais.

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

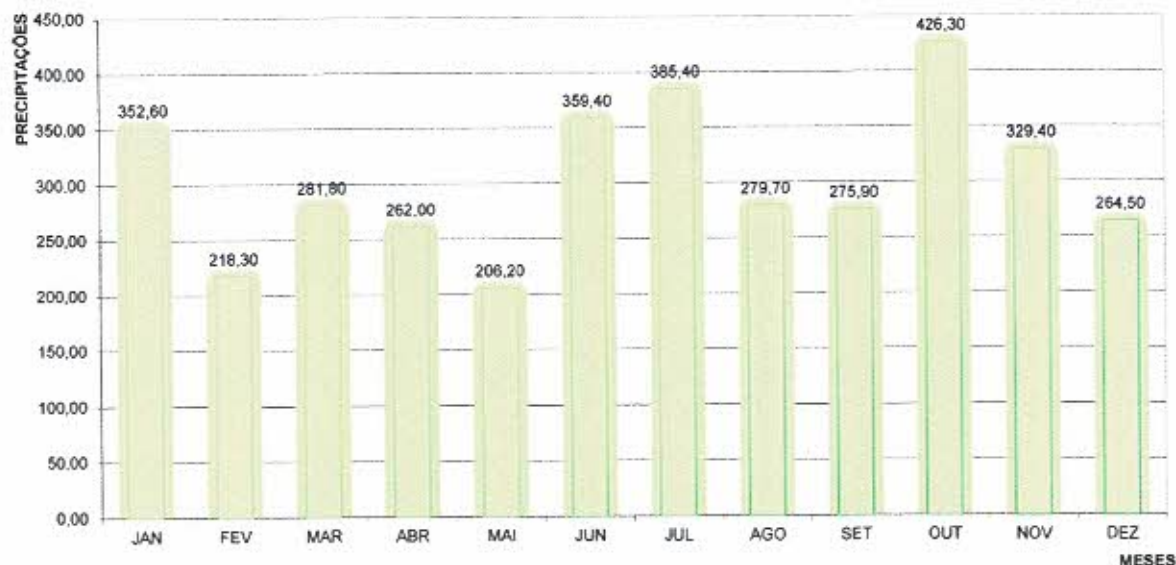


Figura 6 - Histograma da máxima histórica das precipitações totais mensais.



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 / 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 07:

Quadro 7-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

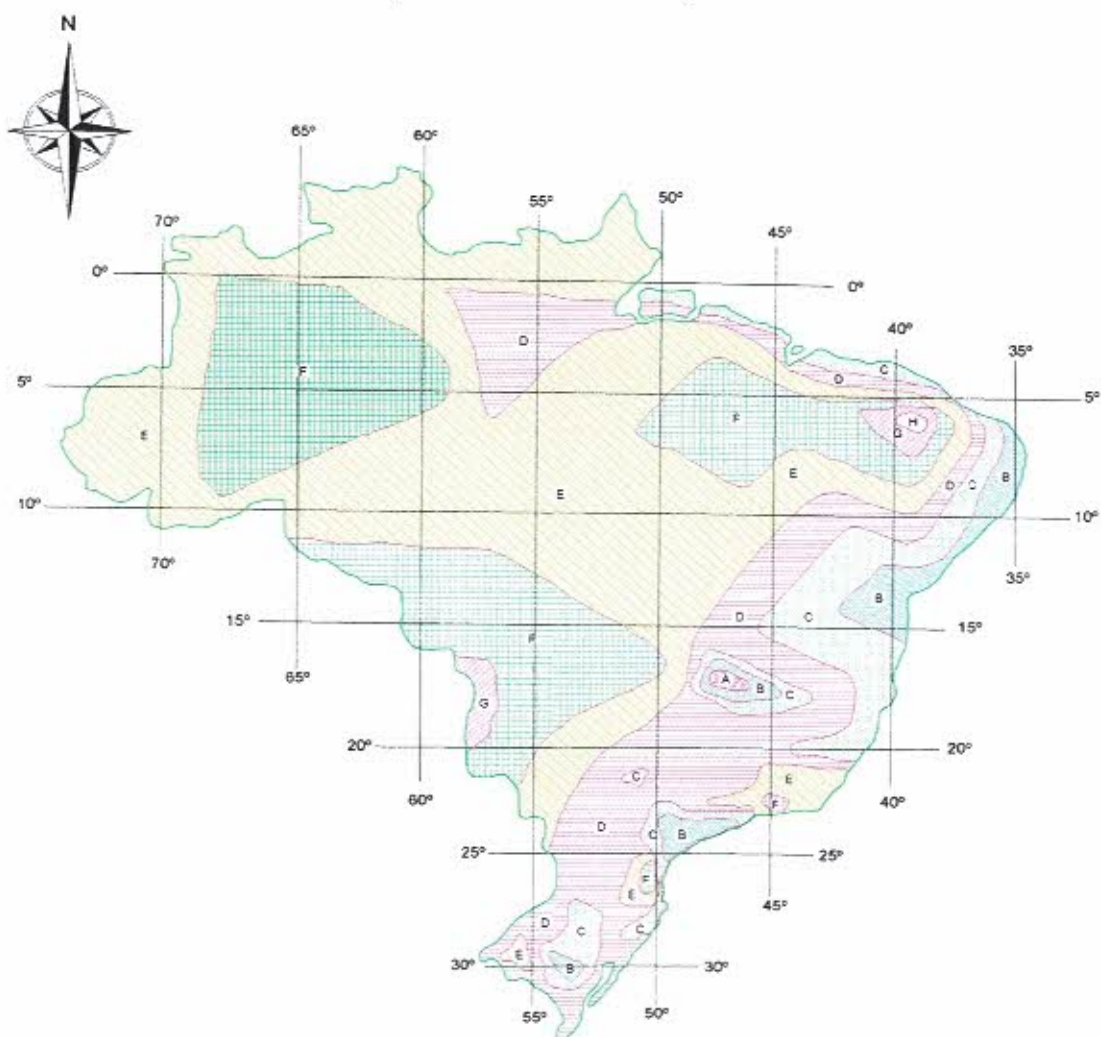
Quadro 8 - Determinação das equações de chuva.

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



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

ISOZONAS DE IGUAL RELAÇÃO
(EM PORCENTAGEM)



Quadro 9 - Distribuição estatística das isozonas em função dos tempos de recorrência.

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

Fonte: Práticas Hidrológicas – Torgora Torrico.



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

Para fins de compreensão das curvas I-D-F, foi elaborada as Figuras 02 e 03, 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-4 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

Tabela 4 - Tabela valores curva IDF x PDF



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

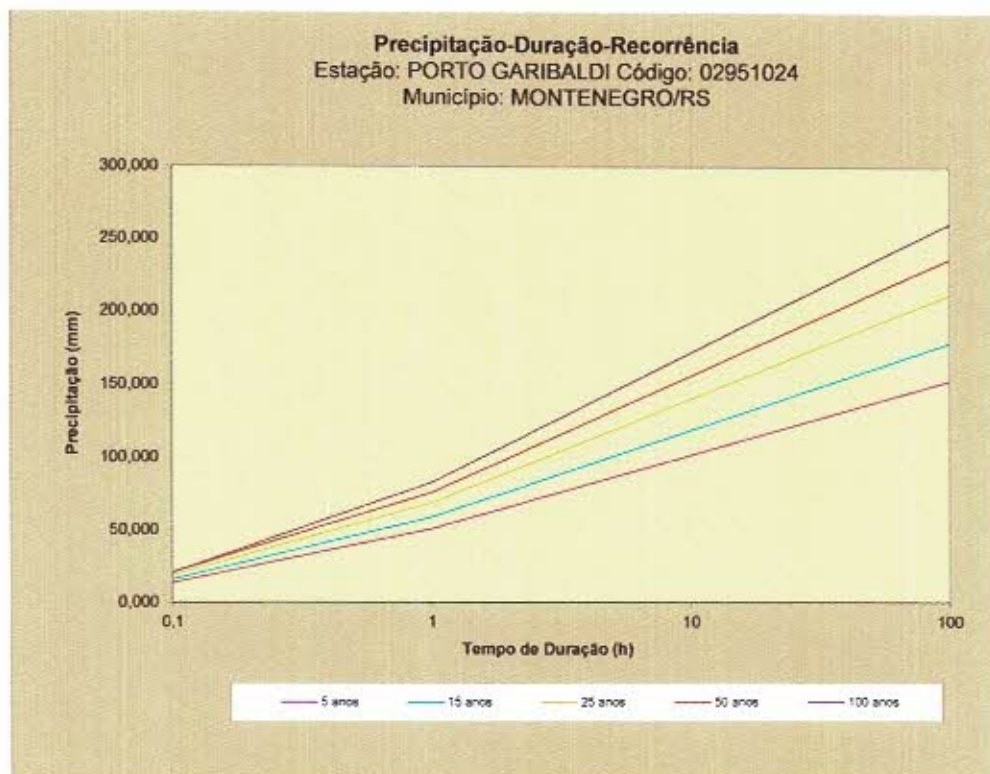
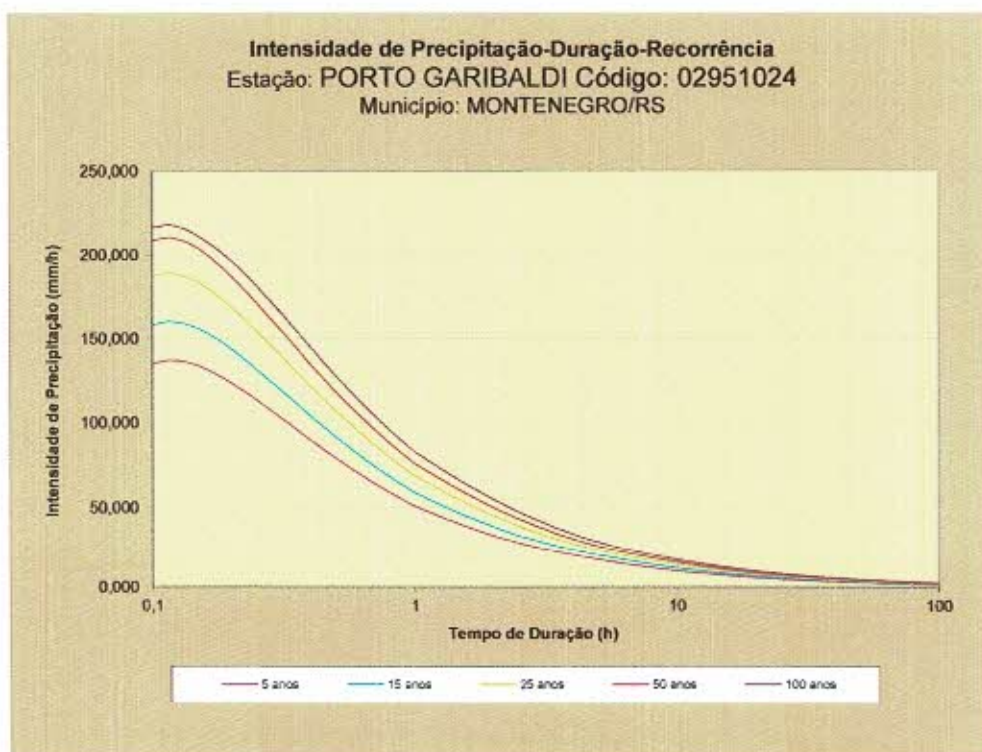


Figura 7 - Gráfico relação precipitação-duração-recorrência.





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

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

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 10 - Valores dos coeficientes de deflúvio o RUN-OFF

VALORES DOS COEFICIENTES DE DEFLÚVIO OU DE RUN-OFF						
COBERTURA VEGETAL	CARACTERÍS TICAS DE PERMEABILI DADE DO SOLO	DECLIVIDADE MÉDIA DA BACIA (%)				
		ESCARP ADA	MONTANH OSA	FORTE ME NTE ONDULA DA	ONDUL ADA	LEVEME NTE ONDULA DA
		D > 50	20 < D < 50	5 < D < 20	1 < D < 5	D < 1
ZONA URBANA SEM VEGETAÇÃO	IMPERMEÁVE	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



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

VALORES DOS COEFICIENTES DE DEFLÚVIO OU DE RUN-OFF						
COBERTURA VEGETAL	CARACTERÍS TICAS	DECLIVIDADE MÉDIA DA BACIA (%)				
	DE PERMEABILI DADE	ESCARP ADA	MONTANH OSA	FORTE ME NTE ONDULA DA	ONDUL ADA	LEVEME NTE ONDULA DA
	DO SOLO	D > 50	20 < D < 50	5 < D < 20	1 < D < 5	D < 1
LAVOURAS E REFLORESTA MENTO DE MONOCULTUR	IMPERMEÁVE	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 VEGETAÇÃO RASTEIRA	IMPERMEÁVE	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	SEMI-	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	PERMEÁVEL	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
CAMPOS NATIVOS	IMPERMEÁVE	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	SEMI-	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	PERMEÁVEL	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
MATAS OU CAPOEIRAS	IMPERMEÁVE	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	SEMI-	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	PERMEÁVEL	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Quadro 1 - 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



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

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

Pontilhões – 50 anos

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

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

$$t_c = \frac{A^{0,3} * L^{0,2}}{2,4 * K * i^{0,4}}$$

Onde:

A = área da bacia contribuinte (km²);

L = comprimento do talvegue principal (km);

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

K = coeficiente de permeabilidade do solo (adimensional);

tc = tempo de concentração (h).

Para o trecho, por ocasião das inspeções de campo, foi definido em 4 o valor do coeficiente K, conforme a tabela anteriormente citada, segundo o Manual de Serviços de Consultoria para Estudos e Projetos Rodoviários do extinto DNOS.

Quando o tempo de concentração calculado pela fórmula do extinto DNOS for inferior a 12 min, o tempo de concentração adotado será o mínimo, igual a 12 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);

Ln = Comprimento de cada trecho (km); e

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



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

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:

$$Q = 0,278 * C * i * A$$

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 Concepção do Sistema de Drenagem

O Sistema de drenagem previsto para os trechos das ruas teve como critério principal projetar a coleta nos bordos da via através de tubos de concreto interligados por caixas conjugadas com boca de lobo e direcionado para um sistema existente com alta capacidade de captação, conduzindo-as águas ao seu destino final, sem que ocorra danos ao meio ambiente.

5.5 Critérios de Projeto

A seguir, serão apresentados dos critérios adotados para o dimensionamento do sistema de drenagem proposto respaldados nas normas contidas no Caderno de Encargos CE/05 do DEP (Departamento de Esgotos Pluviais da Prefeitura Municipal de Porto Alegre).

- Diâmetro mínimo:.....0,40 m
- Velocidade: $0,80 \leq V \text{ (m/s)} \leq 5,00$
- $h/D(\text{máx})$:0,90
- Recobrimento mínimo no passeio:0,50 m
- Recobrimento mínimo na rua:0,60 m
- Profundidade:..... $0,60 \leq \text{Profundidade (m)} \leq 4,50$
- Altura máxima de PV:.....4,50 m
- Ressalto Máximo em PV:1,20 m
- Distância Máxima entre PVs:60,0 m
- Coeficiente de escoamento superficial: $C=0,85$ (áreas pavimentadas)

Os coletores serão projetados para funcionarem como condutos livres ($h/D=0,90$), para o cálculo de capacidade máxima adotou-se a vazão que corresponde a seção plena do coletor. Em mudanças de diâmetro deverão ser observados a necessidade de rebaixamento na tubulação maior, igual a diferença entre os diâmetros efluente (maior) e afluente (menor).

Material utilizado: Os tubos de diâmetro 0,40 metros devem ser do tipo PS1 (NBR 8.890/2003), concreto simples com seção circular, ponta e bolsa, junta rígida e os tubos de diâmetros de 0,40 metros, devem ser do tipo PA1 (NBR 8.890/2003), concreto armado com seção circular, ponta e bolsa quando as juntas forem rígidas.

5.6 Critérios de Dimensionamento

Para o dimensionamento da rede, foi adotada a fórmula de Manning-Strickler:

$$V = \frac{1}{n} * R h^{2/3} * I^{1/2}$$



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

Onde:

V = Velocidade em m/s;

I = declividade em m/m;

Rh = raio hidráulico em m;

n = coeficiente de Manning.

$$D_{min} = \left(\frac{n * Q}{I^{1/2}} \right)^{8/3}$$

Onde:

Dmin = diâmetro mínimo;

Q = vazão em m³/s;

I = declividade em m/m;

n = coeficiente de Manning.

5.7 Dimensionamento Rede Pluvial

A rede projetada esta apresentada na planta 06 de drenagem da Rua Alameda 2.

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.



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

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.

5.10 Tubulação Ø 400 PS-1 e 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 de Ø 400, no passeio e nas travessias serão utilizados tubos classe PS-1 e 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 pluvial;
- d) Fornecimento e assentamento de tubos;
- e) Rejuntamento dos tubos com argamassa cimento-areia, traço 1:4, incluído nos serviços de assentamento;



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

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.

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 m³ retirados do local.



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

Apoio feito sobre o corpo do tubo

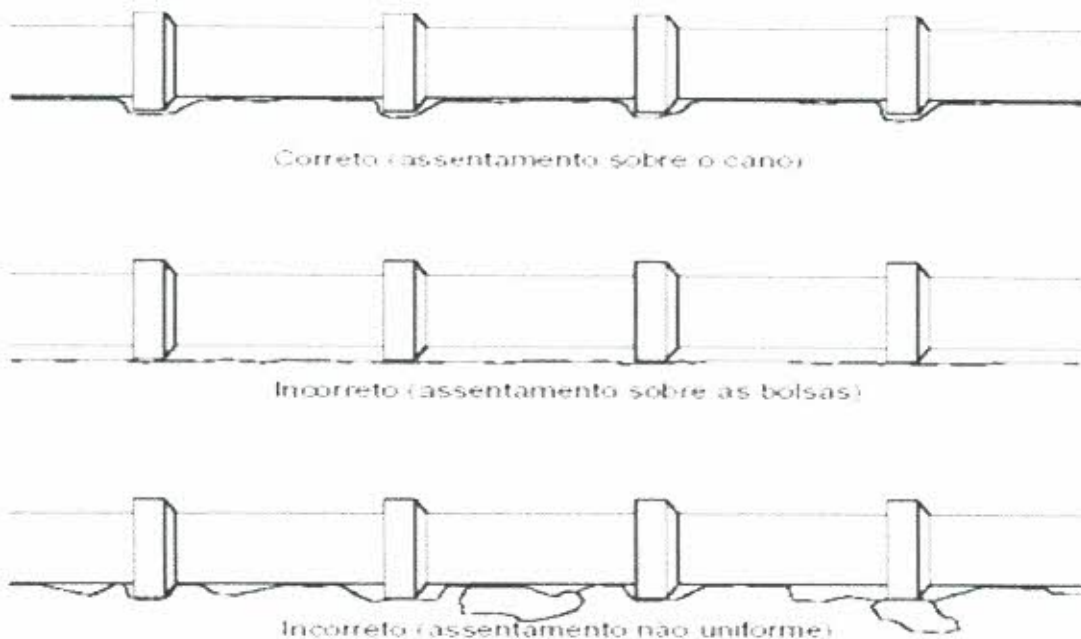


Figura 9 – Detalhe de assentamento da tubulação.

A medição do embasamento será por m³.

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:

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

Poços de Visita com boca-de-lobo tipo A 1,30 x 1,30, (externa) em alvenaria de tijolo.

As caixas serão compostas por bocas-de-lobo com tampa de concreto e são dispositivos a serem executados junto às redes pluviais, nos locais indicados no projeto, com o objetivo de captar as águas pluviais e conduzi-las a rede condutora. Será construída com três paredes de 15 cm e uma parede de 25 cm, executadas com pedras grês.

A operação de preparo do local e construção das caixas se dará pela seguinte forma:

a) Escavação e remoção do material existente, de forma a comportar a "boca-de-lobo" previsto, sendo estes executados sobre a canalização;

b) Execução das paredes em alvenaria, assentados com argamassa cimento-areia, traço 1:4, conectando-a a rede condutora e ajustando o(s) tubo(s) de entrada e/ou saída à alvenaria executada, através de rejunte com argamassa;

c) Instalação de meio-fio, "boca-de-lobo" nos poços (conjugadas);

d) Execução das vigas de respaldo;

As caixas coletoras terão as seguintes dimensões externas:

Terão altura variada, no mínimo 1,00 m, conforme as características do terreno no local.

As caixas coletoras serão medidas de acordo com o tipo empregado, pela determinação do número de unidades aplicadas.

Abaixo apresentamos a planilha de dimensionamento da rede pluvial a ser projetada.

PLANILHA DE CÁLCULO DE LANÇAMENTOS – DIMENSIONAMENTO														
PROJETO: RUA Alameda 2										Localidade: CAPELA DE SANTANA/RS				
Tc (min): 5					Tempo de Recorrência (anos): 5					Coef.de escoamento: 0,85				
DADOS DE ENTRADA							DADOS CALCULADOS							Observações
TRECHO	L	I	Σ ÁREA	ÁACUM.	tc	tp	p	i	Q	Ø	h/D	V	VERIF. P/ VELOC.	
Início	Fim	[m]	[%]	[m ²]	[m ²]	[min]	[min]	[mm]	[mm/h]	[m ³ /s]	0,8	[s]	[m/s]	
PV-012	PV-013	21,00	1,56	1.249,0	1.249	5,00	0,00	10,62	127,37	0,038	0,600	0,17	1,79	SIM
PV-027	PV-028	11,00	3,27	151,0	151	5,00	0,00	10,62	127,37	0,005	0,400	0,09	1,30	SIM
PV-028	PV-013	9,00	5,22	82,5	234	5,00	0,14	11,07	129,14	0,007	0,400	0,10	1,75	SIM
PV-013	PV-014	32,00	0,50	169,4	1.803	5,00	0,23	11,34	130,09	0,055	0,600	0,27	1,33	SIM
PV-014	PV-015	10,00	0,50	230,6	2.033	5,00	0,63	12,53	133,59	0,064	0,600	0,29	1,38	SIM
PV-015	PV-016	53,00	1,03	261,7	2.295	5,00	0,75	12,88	134,37	0,073	0,600	0,26	1,86	SIM
PV-016	FIM	10,00	2,00		2.295	5,00	1,23	14,16	136,52	0,074	0,600	0,22	2,37	SIM
PV-045	FIM	16,00	2,86	210,00	210	5,00	0,00	10,62	127,37	0,006	0,400	0,10	1,37	SIM



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

Poços de Visita com boca-de-lobo tipo A 1,30 x 1,30, (externa) em alvenaria de tijolo.

As caixas serão compostas por bocas-de-lobo com tampa de concreto e são dispositivos a serem executados junto às redes pluviais, nos locais indicados no projeto, com o objetivo de captar as águas pluviais e conduzi-las a rede condutora. Será construída com três paredes de 15 cm e uma parede de 25 cm, executadas com pedras grês.

A operação de preparo do local e construção das caixas se dará pela seguinte forma:

- a) Escavação e remoção do material existente, de forma a comportar a "boca-de-lobo" previsto, sendo estes executados sobre a canalização;
- b) Execução das paredes em alvenaria, assentados com argamassa cimento-areia, traço 1:4, conectando-a a rede condutora e ajustando o(s) tubo(s) de entrada e/ou saída à alvenaria executada, através de rejunte com argamassa;
- c) Instalação de meio-fio, "boca-de-lobo" nos poços (conjugadas);
- d) Execução das vigas de respaldo;

As caixas coletoras terão as seguintes dimensões externas:

Terão altura variada, no mínimo 1,00 m, conforme as características do terreno no local.

As caixas coletoras serão medidas de acordo com o tipo empregado, pela determinação do número de unidades aplicadas.