PLANO DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS DE BACIAS URBANAS

MANUAL DE DRENAGEM MUNICIPAL



2017













PREFEITURA MUNICIPAL DE ITANHAÉM

Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente

Av. Washington Luís, 75, Centro – Itanhaém – SP CEP: 11740-000 Fone: (13) 3421-1652 Sítio: www.itanhaem.sp.gov.br

PLANO DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS DE BACIAS URBANAS

Manual de Drenagem Municipal

PRODUTO X

FEVEREIRO DE 2017





EMPRESA RESPONSÁVEL



EVOLUA AMBIENTAL ENGENHARIA E CONSULTORIA CNPJ 16.697.255/0001-95 END.: Rua Dep. Nilson Ribas, nº 533 sl 02 | CEP 86062-090 Londrina – PR. Fone: 43 3354 9500 | e-mail: contato@evoluaambiental.com.br

EQUIPE TÉCNICA

Nayla Motta Campos Libos

Eng. Sanitarista e Ambiental CREA-SC 90377-1/D | V-PR 110861

Alcides Pascoal Junior Engenheiro Ambiental CREA-PR 108839/D Geógrafo CREA-PR 95232/D

Marcelo Gonçalves

Thiago Henrique Silva Desenhista Técnico

Claudia Barboza Camilo Arquiteta e Urbanista

CAU A1215-1

Deise Beatriz Farias Gestora de Finanças CRA - 200469







APRESENTAÇÃO

A empresa Evolua Ambiental Engenharia e Consultoria foi contratada pela Prefeitura Municipal de Itanhaém, para a elaboração dos estudos e projetos do "Plano de Manejo de Águas Pluviais de Bacias Urbanas, com Projeto de Recuperação Ambiental dos Rios Campininha, Curitiba e Bicudo".

A proposta do referido estudo foi aprovada para obtenção de recursos do FEHIDRO – Fundo Estadual de Recursos Hídricos, através do Comitê da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista – CBH-BS, Contrato 061/2013, o desenvolvimento das atividades previstas iniciaram-se a partir da data da assinatura da Ordem de Serviço, nos termos estabelecidos na Lei nº 8.666/1993, procedimento licitatório Tomada de Preços nº 06/2014 formalizado através do Processo nº 2034/2014 – Contrato nº 109/2014 celebrado entre Prefeitura Municipal de Itanhaém e a empresa consultora Evolua Ambiental Engenharia e Consultoria, em 04 de novembro de 2014.

O referido projeto é compatível com o detalhamento do PDC 7 Prevenção e Defesa contra Eventos Hidrológicos Extremos – Programa 7. 2 – Meta 7.2.1a do Plano de Bacia da UGRHI-7, Ação 23 cujo objetivo é 'Elaborar projetos e implantar obras estruturais em drenagem urbana', combinado com o PDC 3 Recuperação e Qualidade dos Corpos D'Água – Programa 3.3 – Meta 3.3.1b, Ação 17 'Identificações de ligações cruzadas.

A Prefeitura de Itanhaém, é a titular dos serviços de drenagem de águas pluviais, responsável pela prestação do serviço de forma direta, por seus funcionários. Porém, devido à carência de corpo técnico especializado para a elaboração de projetos e estudos, com o auxílio do FEHIDRO a Prefeitura contratou diversos projetos e realizou importantes obras no eixo da drenagem urbana, com resultados satisfatórios, sendo que o presente estudo trata-se de uma continuidade e atualização de trabalhos já executados.

De acordo com o ANEXO – Informações da Proposta para a elaboração do "Plano de Manejo de Águas Pluviais de Bacias Urbanas, com Projeto de Recuperação Ambiental dos Rios Campininha, Curitiba e Bicudo" no Município de Itanhaém, a proposta visa elaboração de estudos e projetos para obras estruturais de e controle de cheias em rios urbanos, áreas com problemas de inundações.





O principal objetivo deste plano é a incorporação aos estudos existentes no município de conceitos de manejo sustentável de drenagem urbana e saneamento ambiental, conjugando-os com as soluções convencionais, principalmente do Plano Diretor de Macrodrenagem, pois é norteador de intervenções que afetam diretamente grande parcela da população do município.

Também o estabelecimento de Projetos de Recuperação Ambiental para três importantes rios urbanos, contemplando a sensibilização da comunidade do entorno quanto a importância dos mesmos, proporcionando a integração dos recursos hídricos com a comunidade e a melhoria da qualidade ambiental, agregando os conceitos de sustentabilidade.







ÍNDICE GERAL

Produto I

Atualização e compilação dos estudos existentes

Produto II

Diagnóstico e Alternativas de Atuação

Produto III

Seleção de Proposições

Produto IV

Cadastro Técnico da Drenagem Municipal

Produto V

Projeto de Recuperação do Rio Campininha

Produto VI

Projeto de Recuperação do Rio Bicudo

Produto VII

Projeto de Recuperação do Rio Curitiba

Produto VIII

Projetos Executivos de Ações Estruturais - Travessias, Regularização Ambiental e

Parque do Rio Campininha e Rio Bicudo

Produto IX

Consolidação do Plano de Manejo de Águas Pluviais Urbanas

Produto X

Manual de Drenagem Municipal





MUNICÍPIO DE ITANHAÉM PLANO DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS DE BACIAS URBANAS

Manual de Drenagem Municipal



SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	. 11
2	CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS	. 14
2.1	BACIA HIDROGRÁFICA	14
2.1.1	Análise Linear	15
2.1.2	Análise Areal	16
2.1.3	Análise Hipsométrica	17
2.2	PRECIPITAÇÃO	18
2.3	PERÍODO DE RETORNO	20
3	PROJETOS DE MICRODRENAGEM	. 22
3.1	PRECIPITAÇÃO DE PROJETO PARA MICRODRENAGEM	23
3.2	VAZÃO DE PROJETO PARA MICRODRENAGEM	24
3.3	CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM	25
3.3.1	Rede coletora	27
3.3.2	Bocas-de-lobo	28
3.3.3	Poços de visita	28
3.3.4	Caixas de ligação	29
3.4	DIMENSIONAMENTO HIDRÁULIDO DA REDE DE DRENAGEM	29
3.4.1	Ruas e sarjetas	29
3.4.2	Bocas-de-lobo	31
3.4.3	Galerias	32
4	PROJETOS DE MACRODRENAGEM	. 34
4.1	PRECIPITAÇÃO DE PROJETO PARA MACRODRENAGEM	34
4.2	VAZÃO DE PROJETO PARA MACRODRENAGEM	35
4.3	MODELOS PARA MACRODRENAGEM	36
4.3.1	Bacias de detenção e retenção	36
4.3.2	Canais	42
5	MEDIDAS PARA CONTROLE DO ESCOAMENTO NA FONTE	. 44
5.1	NOS LOTES	47
5.1.1	Reservatórios de retenção e detenção nos lotes	47
5.1.2	Faixas gramadas	48
5.2	NOS LOTEAMENTOS	48
5.2.1	Pavimentos permeáveis e porosos	49
5.2.2	Reservatórios de detenção e retenção	50
5.2.3	Poços de infiltração	51
5.2.4	Valas e valetas	52
5.3	ESTUDO DE VAZÃO COM APLICAÇÃO DE CONTROLE DO ESCOAMENTO NA FONTE .	52
6	LEVANTAMENTO E ORGANIZAÇÃO DE BASES CARTOGRÁFICAS	. 55







0.4		
6.1	LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DOS MAPAS	56
6.Z	METODOLOGIA DE PLANEJAMENTO DAS BASES PARA ELABORAÇÃO DOS MAPAS	57
/	DEFININDO LIMA DRO JEÇÃO NO OCIO	39
7.1		60
7.2	DEFININDO UMA PROJEÇÃO NO ARCGIS	61
7.3		62
7.4 0	TRABALHANDO COM ESCALAS NO ARCGIS	64
8	GEOPROCESSAMENTO E SISTEMA DE INFOMAÇÕES GEOGRAFICAS	65
8.1		65
8.Z	O QUE E SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRAFICAS - SIG?	65
8.3		65
8.4		65
8.5		65
9		. 66
9.1		66
9.2	CARREGANDO CAMADAS NO QGIS	00
9.3		68
9.4		69
9.5		70
9.0		12
9.7	TRADALHANDO NO ADCCIS	13
10		. /3
10.1		75
10.2	URGANIZAÇÃO DOS ARQUIVOS E LEITURA DENTRO DO SOFTWARE	70
10.3		
10.4	BARRA DE FERRAMENTAS (TOOLS)	03
10.5		84
10.0	ADICIONANDO E TRABALHANDO ARQUIVOS	84
10.7		oo
10.0		00
10.9		89
10.10		92
10.11		93
10.12		97
11	ELABORAÇAO DE MAPAS NO ARCOIS	100
11.1		100
11.2		102
11.3		103
12	KEFEKENUAJ BIBLIUGKAFICAJ	100







LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Situações da rede coletora	27
Figura 3.2 – Alinhamento dos condutos	28
Figura 3.3 – Localização de caixas de ligação (CL)	29
Figura 3.4 – Localização de caixas de ligação (CL)	30
Figura 3.5 – Boca de lobo guia	31
Figura 3.6 – Boa de lobo com grelha	31
Figura 3.7 – Boca de lobo combinada	31
Figura 4.1 – Característica do leito do rio	34
Figura 4.2 – Bacia de detenção.	37
Figura 4.3 – Bacia de retenção.	38
Figura 4.4 – Bacia de detenção off-line	40
Figura 4.5 – Bacia de detenção <i>on-line</i>	41
Figura 4.6 – Dispositivo Orifício.	42
Figura 4.7 - Canal escavado com seção mista	43
Figura 4.8 - Canal em concreto com seção trapezoidal mista	43
Figura 4.9 - Canal em concreto com seção retangular mista	43
Figura 5.1 - Modelo de reservatório de detenção e retenção no lote com sistema de reaproveitam	nento
da água da chuva	48
Figura 5.2 – Exemplo de pavimentos permeáveis e porosos	50
Figura 5.3 – Exemplo de reservatórios de detenção em loteamentos	51
Figura 5.4 – Exemplo de poço de infiltração	51
Figura 5.5 – Exemplo de valas de infiltração	52
Figura 6.1 – Pasta de Informações Cartográficas	58
Figura 7.1 - Menu Configurações; Ferramenta Opções; Aba SRC; Seletor de Sistema de Coorden	adas
	60
Figura 7.2- Menu View; Data Frame Properties; Coordinate System	61
Figura 7.3 – Definindo escala numérica de visualização no QGis	62
Figura 7.4 – Definindo escala gráfica de visualização no QGis	63
Figura 7.5 – Definindo escala numérica de visualização no ArcGis	64
Figura 9.1 – Caixa de Diálogo para escolha do shapefile	67
Figura 9.2 – Shapefile carregado e projetado no GIS	68
Figura 9.3 – Janela de criação de uma nova camada Shapefile	69
Figura 9.4 – Ferramentas de edição	70
Figura 9.5 – Tabela de Atributos para a camada regiões	71
Figura 9.6 – Tela de Medição de Distâncias	73
Figura 9.7 – Tela de Medição de Áreas	73



MUNICÍPIO DE ITANHAÉM



PLANO DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS DE BACIAS URBANAS



Manual de Drenagem Municipal

Figura 9.8 – Tela de Medição de Ângulos	73
Figura 10.1 – Exemplo arquivo vetorial de linha	77
Figura 10.2 – Exemplo arquivo vetorial de polígono	77
Figura 10.3 – Exemplo arquivo vetorial de ponto	78
Figura 10.4 – Exemplo arquivo no formato raster	78
Figura 10.5 – Encontrando o ArcMap no computador	79
Figura 10.6 – Iniciando o programa	79
Figura 10.7 – Definindo coordenada geográfica	80
Figura 10.8 – Habilitando extensões	81
Figura 10.9 – Habilitando ferramentas	82
Figura 10.10 – Salvamento do projeto	82
Figura 10.11 – Área de trabalho ArcMap	83
Figura 10.12 – Inserindo arquivo	84
Figura 10.13 – Arquivos prontos para os trabalhos dentro do ArcMap	85
Figura 10.14 – Arquivos prontos para os trabalhos dentro do ArcMap	86
Figura 10.15 - Criação da "Shapefile"	87
Figura 10.16 – Definindo as características da Shapefile	88
Figura 10.17 – Seleção de área desejada	89
Figura 10.18 – Abrindo tabelas de atributos	89
Figura 10.19 – Procedimento (1) para criar nova coluna de atributos	90
Figura 10.20 – Procedimento (2) para criar nova coluna de atributos	90
Figura 10.21 – Procedimento (3) para criar nova coluna de atributos	91
Figura 10.22 – Finalização do procedimento para criar nova coluna de atributos	91
Figura 10.23 – Procedimento (1) para inserir informações na coluna de atributos	92
Figura 10.24 – Procedimento (2) para inserir informações na coluna de atributos	92
Figura 10.25 – Procedimento join para importar tabela excel no geodatabase	93
Figura 10.26 – Procedimento (1) join	94
Figura 10.27 – Procedimento join, visualização da tabela importada no sistema	95
Figura 10.28 – Procedimento (2) join	95
Figura 10.29 – Procedimento (3) join	96
Figura 10.30 – Antes do procedimento join	96
Figura 10.31 – Depois do procedimento join	97
Figura 10.32 – Procedimento (1) para field calculator	98
Figura 10.33 – Procedimento (2) para field calculator	98
Figura 10.34 – Procedimento (3) para field calculator	99
Figura 10.35 – Finalização do procedimento field calculator	99
Figura 11.1 – Procedimento (1) para symbology	100
Figura 11.2 – Procedimento (2) para symbology	101
Figura 11.3 – Finalização e resultado do procedimento symbology	101
Figura 11.4 – Habilitação do Layout View	102
	11/2



MUNICÍPIO DE ITANHAÉM PLANO DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS DE BACIAS URBANAS



Manual de Drenagem Municipal

Figura 11.5 – Inserindo Coordenadas Geográficas.	103
Figura 11.6 – Inserindo Coordenadas Geográficas.	103
Figura 11.7 – Inserindo Indicação de Norte	104
Figura 11.8 – Inserindo Escala Gráfica	104
Figura 11.9 – Inserindo Legenda	105

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Períodos de retorno em função do uso do solo	21
Tabela 3.1 – Coeficientes para a equação de intensidade média das chuvas em Itanhaém-SP	24
Tabela 3.2 – Fatores de redução do escoamento das sarjetas	31
Tabela 3.3 – Fatores de redução do escoamento para bocas-de-lobo	32
Tabela 3.4 – Valores do coeficiente de rugosidade de Manning	33
Tabela 5.1 – Cálculo das vazões das bacias urbanas – Cenário Atual	53
Tabela 5.2 – Cálculo das vazões das bacias urbanas – Cenário com redução de 30% através	s do
controle do escoamento na fonte	54







1 INTRODUÇÃO

Para que o município consiga implementar as ações constantes neste Plano de Manejo de Águas Pluviais de Bacias Urbanas é preciso que sejam seguidas algumas normas e procedimentos. Um dos objetivos deste Manual de Drenagem Urbana é exatamente estabelecer normas para os cálculos e procedimentos de micro e macrodrenagem no município. Além do manual, está previsto uma capacitação para que os técnicos do município possam colocar em prática estas normas.

Considerando o Termo de Referência que orienta a elaboração dos estudos e projetos para o "Plano de Manejo de Águas Pluviais de Bacias Urbanas, com Projeto de Recuperação Ambiental dos Rios Campininha, Curitiba e Bicudo" do município de Itanhaém, conforme proposta aprovada para a obtenção de recursos do FEHIDRO - Fundo Estadual de Recursos Hídricos através do Contrato 061/2013, elaborou-se este Manual de Drenagem Urbana Sustentável.

Por muito tempo no Brasil o sistema de drenagem urbana foi visto, planejado e construído com objetivo de direcionar e esgotar rapidamente toda a água das áreas urbanas para os canais ou rios naturais, com objetivo de evitar problemas nas ruas e casas. Infelizmente, na maioria dos municípios brasileiros essa ainda é uma realidade do sistema de drenagem urbana.

Em consequência, popularizou-se a utilização de obras como galerias e canalização de rios na área urbana em detrimentos de soluções que buscassem a integração do meio natural com áreas urbanas. Assim, livrar-se rapidamente da água tornou-se o principal objetivo destas obras, convencendo inclusive à população que aplica a mesma ideia nas suas propriedades particulares urbanas, impermeabilizando os lotes e direcionando suas águas para a rua.

A razão principal segundo Silveira (2002) é que o conceito ambiental é muito mais difícil e caro de aplicar porque exige ações integradas sobre grandes áreas, com conhecimento técnico multidisciplinar, ao contrário das ações higienistas, voltadas a soluções locais, e concebidas unicamente por engenheiros civis. Além do fato das obras de infraestrutura tradicionais terem um comportamento dinamicamente restrito, portanto fáceis de dimensionar, pois só têm a função de transporte rápido.

O enfoque ambiental da drenagem urbana moderna preocupa-se com a manutenção e recuperação de ambientes saudáveis interna e externamente à área







urbana, ao invés de só procurar sanear o interior da cidade, segundo preceitos meramente sanitaristas (Silveira, 1999).

A drenagem urbana moderna deve ter os seguintes princípios (Tucci e Genz, 1995):

- Não transferir impactos para jusante;
- Não ampliar cheias naturais;
- Propor medidas de controle para o conjunto da bacia;
- Legislação e Planos de Drenagem para controle e orientação;

 Constante atualização de planejamento por estudo de horizontes de expansão;

- Controle permanente do uso do solo e áreas de risco;
- Competência técnico-admnistrativa dos órgãos públicos gestores;

• Educação ambiental qualificada para o poder público, população e meio técnico.

Assim, o que deve ser implementado com esse documento é uma correta gestão dos impactos do meio urbano sobre o meio-ambiente hidrológico e isto transcende a um simples receituário de obras padrão e remete a uma abordagem mais complexa incluindo aspectos técnicos de engenharia, sanitários, ecológicos, legais e econômicos e que exige uma conexão muito mais estreita com a concepção e gestão dos espaços urbanos.

Claro que isso não significa abandonar os dispositivos de drenagem urbana ou deixar de realizar projetos para esgotamento das águas pluviais locais. Deve-se integrar os dispositivos tradicionais e ações de controle para que as características hidrológicas das bacias não sofram alterações que signifiquem aumento das cheias. Assim, o ciclo hidrológico é elemento chave na definição do saneamento urbano e da drenagem.

O ciclo hidrológico consiste em um processo simples: a água, contida na superfície da Terra em forma de rios, lagos e mares, é transferida por meio de evapotranspiração ou evaporação para a baixa atmosfera. Isso se dá graças ao Sol, que fornece calor e energia suficientes para transportá-la da superfície para a atmosfera. Essa água contida na atmosfera, transportada pelas massas de ar, podem ser condensadas, formando as nuvens, que, por sua vez, podem gerar precipitações. A precipitação que acontece sobre a terra é dispersada de várias formas, podendo







ficar temporariamente nos solos, retornar para atmosfera através da evapotranspiração, escoar superficialmente até os rios, ou penetrar profundamente abastecendo os reservatórios de águas subterrâneas (VILLELA & MATTOS, 1975).

De todas as etapas do ciclo hidrológico, a precipitação, escoamento superficial e infiltração são os mais importantes e determinantes para o planejamento eficiente dos sistemas de drenagem urbana.







2 CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS

As características hidrológicas de uma área são essenciais para o correto entendimento do ciclo hidrológico e para o eficiente planejamento dos sistemas de drenagem de um município. Tanto os projetos convencionais de drenagem quanto as soluções de manejo sustentável têm como base de cálculos e entendimentos tais características.

Para se elaborar um projeto de manejo sustentável das águas urbanas é preciso entender o funcionamento da bacia hidrográfica inserida ou incidente na área de atuação, é preciso entender o ciclo hidrológico através da observação das precipitações, do comportamento do escoamento superficial e dos processos de infiltração da água no solo.

Geralmente, as soluções convencionais para drenagem urbana levam em consideração apenas a área direta de influência do sistema e seus dispositivos, sem observar possíveis transformações que poderão ocorrer na bacia hidrográfica como um todo. Por exemplo, ao projetar o sistema de drenagem de um loteamento, geralmente se utiliza apenas as características atuais de ocupação do entorno do loteamento e não as projeções futuras em toda a bacia de contribuição, fazendo com que, muitas vezes, os dispositivos sejam subdimensionados de acordo com ocupações futuras.

Além disso, não são planejados os efeitos de se conduzir determinada vazão para um corpo receptor, não sendo levado em consideração que toda a água precipitada em uma bacia poderá, em poucos minutos, atingir tal rio, aumentando consideravelmente seu volume, transbordando o leito natural.

2.1 BACIA HIDROGRÁFICA

Várias são as definições de bacia hidrográfica, mas todas convergem para um mesmo ponto. Bacia hidrografia, segundo Tucci (1993), "[...] é a área total de superfície do terreno de captação natural da água precipitada, na qual um aquífero ou um sistema fluvial recolhe sua água". A bacia de drenagem (NETTO, 2003, p. 97) ou bacia hidrográfica pode ser definida como uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais para uma saída comum. Sua estrutura lembra uma







"espinha de peixe" (SEIFFERT, 2009) em que vários afluentes convergem para um rio principal.

Genericamente, de acordo com Botelho (1999), "[...] entende-se como bacia hidrográfica ou bacia de drenagem a área da superfície terrestre drenada por um rio principal e seus tributários, sendo limitada pelos seus divisores de água".

Basicamente, esta linha de separação divide a precipitação que cai na superfície, alimentando diversos sistemas fluviais e bacias hidrográficas distintas. O divisor de águas é delimitado seguindo os pontos mais altos (cotas de altitude) e atravessa o curso d'água apenas no ponto de saída (GONÇALVES & SPINELI, 2014).

As bacias hidrográficas possuem características físicas importantes para compreendermos o funcionamento do sistema hidrológico, possuindo correspondência com o ciclo hidrológico. Essas características são de extrema importância para conhecer a variação dos elementos do sistema hidrológico e de drenagem urbana e sua distribuição dentro do espaço, auxiliando no entendimento de alguns processos dinâmicos da natureza (GONÇALVES & SPINELI, 2014).

Para a determinação de tais parâmetros morfométricos da rede de drenagem de uma bacia, comumente segue-se a metodologia proposta por Horton (1945), aplicada segundo as condições ambientais e físicas do Brasil descritas por Christofoletti (1980). Para tanto, a análise morfométrica das bacias inicia-se pela ordenação dos canais fluviais, obtendo-se assim a hierarquia fluvial da bacia, partindo então para as análises dos aspectos lineares, areais e hipsométricos.

2.1.1 Análise Linear

Comprimento médio por ordem de segmentos (m): para este cálculo, dividese a soma dos comprimentos dos canais de cada ordem pelo número de segmentos existentes nas respectivas ordens. É obtido pela fórmula:

$$Lm = Lu / Nu$$

Em que:

Lm = Comprimento médio por ordem dos segmentos (m);

Lu = Comprimento médio dos canais de mesma ordem;

Nu = Número de segmentos da respectiva ordem.

Comprimento do canal principal (km) - Lcp: É a distância que se estende ao longo do canal principal, desde sua nascente até a foz.

evolua engenharia e consultoria





Altura do canal principal (m) — Hcp: para encontrar a altura do canal principal, subtrai-se a cota altimétrica encontrada na nascente pela cota encontrada na foz.

Gradiente do Canal Principal (m/km) — Gcp: é a relação entre a altura do canal e o comprimento do respectivo canal, indicando a declividade do curso d'água. É obtido pela fórmula:

$$Gcp = Hcp / Lcp$$

Onde:

Gcp = Gradiente do canal principal (m/km);

Hcp = Altura do canal principal (m);

Lcp = Comprimento do canal principal (km).

Este gradiente também pode ser expresso em porcentagem (%):

$$Gcp = Hcp / Lcp X 100$$

Extensão do percurso superficial (km/km²) — Eps: representa a distância média percorrida pelas águas entre o interflúvio e o canal permanente. É obtido pela fórmula:

$$Eps = 1/2 Dd$$

Onde: Eps = Extensão do percurso superficial (km/km²);

1 = constante;

2 = constante;

Dd = Valor da densidade de drenagem (km/km²).

2.1.2 Análise Areal

Comprimento da bacia (km) - Lb: é calculado através da medição de uma linha reta traçada ao longo do rio principal desde sua foz até o ponto divisor da bacia.

Coeficiente de compacidade da bacia – Kc: é a relação entre o perímetro da bacia e a raiz da área da bacia. Este coeficiente determina a distribuição do deflúvio ao longo dos cursos d'água, e é em parte responsável pelas características das enchentes, ou seja, quanto mais próximo do índice de referência que designa uma bacia de forma circular, mais sujeita a enchentes será a bacia. É obtido pela fórmula:

 $Kc = 0,28 X P / \sqrt{A},$

Onde:

Kc = Coeficiente de compacidade;





P = Perímetro da bacia (km);

A = Área da bacia (km²).

Índice de referência — 1,0 = forma circular. Índice de referência — 1,8 = forma alongada. Pelos índices de referência, 1,0 indica que a forma da bacia é circular e 1,8 indica que a forma da bacia é alongada. Quanto mais próximo de 1,0 for o valor deste coeficiente, mais acentuada será a tendência para maiores enchentes. Isto porque em bacias circulares o escoamento será mais rápido, pois a bacia descarregará seu deflúvio direto com maior rapidez produzindo picos de enchente de maiores magnitudes. Já nas bacias alongadas o escoamento será mais lento e a capacidade de armazenamento maior.

Densidade hidrográfica (rios/km²) - Dh: é a relação entre o número de segmentos de 1^a ordem e a área da bacia. É obtido pela fórmula:

$$Dh = N1 / A$$

Onde: Dh = Densidade hidrográfica;

N1 = Número de rios de 1ª ordem;

A = Área da bacia (km²).

Canali (1986), define três categorias de densidade hidrográfica: Dh baixa — menos de 5 rios/km²; Dh média — de 5 a 20 rios/km²; Dh alta — mais de 20 rios/km².

Densidade de drenagem (km/km²) — Dd: é a relação entre o comprimento dos canais e a área da bacia. É obtido pela fórmula:

$$Dd = Lt/A$$

Em que:

Dh = Densidade hidrográfica;

Lt = Comprimento dos canais (km);

A = Área da bacia (km²).

O índice varia de 0,5 km/km², para bacias com pouca capacidade de drenagem, até 3,5 km/km² ou mais, para bacias excepcionalmente bem drenadas.

2.1.3 Análise Hipsométrica

Altura da bacia (m) — Hb: é a diferença altimétrica entre o ponto mais elevado da bacia e o ponto mais baixo (foz).

Relação de relevo (m/km) — Rr: é a relação entre a altura da bacia e a maior extensão da referida bacia me dida paralelamente ao rio principal. Esta relação indica







a energia dos rios nas encostas, quanto maior a energia maior o aprofundamento do leito e quanto menor a energia maior a acumulação de materiais no fundo. É obtido pela fórmula:

Em que:

$$Rr = Hb / Lb$$

Rr = Relação de relevo (m/km);

Hb = Altura da bacia (m);

Lb = Comprimento da bacia (km).

Este gradiente também pode ser expresso em porcentagem (%):

Rr = Hb / Lb * 100

2.2 PRECIPITAÇÃO

A precipitação, ou a chuva, ocorre a partir de complexos fenômenos de aglutinação e respectivo crescimento das pequenas gotículas em nuvens com a presença significativa de umidade e núcleos de condensação, formando grandes quantidades de gotas com tamanho e peso suficientes. Quando o nível de condensação é crítico e as partículas de água não conseguem mais se manter suspensas no ar, graças à força da gravidade, retornam à superfície na forma líquida (chuvas) ou sólida (neve e granizo) (SCHIAVETTI; CAMARGO, 2005).

A chuva faz a transferência de água da atmosfera para a superfície terrestre, constituindo o "input" (entrada) da água nos sistemas naturais. É ela que alimenta os outros componentes do ciclo hidrológico (RAMOS, 2005).

A precipitação atua como controlador do ciclo hidrológico, sendo determinante na regulação das condições ecológicas, climáticas e geográficas de uma região, uma vez que a quantidade de precipitação, seus regimes sazonais ou diários e as intensidades da chuva são fatores que afetam diretamente a natureza e a magnitude do trabalho de formação e transformação do relevo, se tornando fatores fundamentais no planejamento de áreas urbanas e rurais (NETTO, 2003).

A precipitação é o principal dado hidrológico de entrada utilizado no cálculo das vazões de projeto das obras de drenagem pluvial. A expressão precipitação de projeto identifica a precipitação que é definida com o objetivo de gerar um hidrograma ou vazão de projeto para determinada obra hidráulica.





Ela é um evento crítico de chuva construído artificialmente com base em características estatísticas da chuva natural e com base em parâmetros de resposta da bacia hidrográfica. Estas características estatísticas e parâmetros são levados em conta com a definição de dois elementos básicos:

- período de retorno *T* da precipitação de projeto (anos)
- duração crítica **D** crítica do evento (min)

As precipitações de projeto podem ser constantes ou variadas ao longo de sua duração. A precipitação de projeto constante é normalmente aplicada a projetos de microdrenagem (áreas menores que 2 km2) definida para aplicação do Método Racional. A precipitação de projeto variada no tempo (hietograma de projeto, onde as lâminas de precipitação variam de Dt para Dt ao longo da duração D) é adequada para projetos de redes pluviais de macrodrenagem (áreas superiores a 2 km2), a partir da aplicação de um Hidrograma Unitário.

Em termos práticos, para uma precipitação de projeto constante considera-se a duração igual ao tempo de concentração da bacia. Para um hietograma de projeto a duração deve ser maior que o tempo de concentração, pois este deveria ser o tempo de duração apenas de sua parcela efetiva.

As precipitações de projeto consideradas acima são normalmente determinadas a partir de relações intensidade-duração-freqüência (curvas IDF) das precipitações sobre a bacia contribuinte. Expressas sob forma de tabelas ou equações, as curvas IDF fornecem a intensidade da precipitação para qualquer duração e período de retorno. Pode-se obter uma lâmina ou altura de precipitação, multiplicando-se a intensidade dada pela IDF pela sua correspondente duração.

Os tipos de precipitação de projeto sugeridas neste Manual são aplicáveis em casos comuns de projeto. Em casos especiais, pode ser necessária a aplicação de outros tipos de precipitação de projeto, como sequências cronológicas históricas ou sintéticas de chuva ou mesmo tormentas de projeto obtidas com técnicas consagradas do método da precipitação máxima provável (PMP).

As precipitações de projeto deste manual têm uma dimensão pontual que é aplicada ao centro geométrico da bacia. Em outras palavras, a precipitação máxima pontual correspondente à bacia estudada deve ser aplicada no seu centro geométrico e uma técnica de espacialização deve ser aplicada para obtenção da precipitação média em toda a bacia.







A vazão de projeto segue as mesmas condicionantes da precipitação: na microdrenagem, é definida pela aplicação do Método Racional a uma precipitação constante no tempo; na macrodrenagem, define-se um hidrograma de projeto a partir da aplicação de um Hidrograma Unitário a uma precipitação de projeto variada no tempo.

2.3 PERÍODO DE RETORNO

Para se decidir o grau de proteção conferido à população com a construção das obras de drenagem, deve-se conhecer a probabilidade P de o valor de uma determinada vazão ser igualado ou superado em um ano qualquer. A vazão de projeto é imposta de tal forma que sua probabilidade P não exceda um determinado valor pré-estabelecido.

A probabilidade ou o período de retorno é calculado com base na série histórica observada no local. Para o cálculo da probabilidade, as séries devem ser representativas e estacionárias no tempo. Quando a série é representativa, os dados existentes permitem calcular corretamente a probabilidade. A série é estacionária quando as alterações na bacia hidrográfica não produzem mudanças significativas no comportamento da mesma e, em consequência, nas estatísticas das vazões do rio.

É difícil avaliar os danos resultantes de uma inundação, ainda mais em uma área urbana predominantemente plana como a de Itanhaém. Os prejuízos decorrentes de inundações (mesmo que frequentes) de sarjetas e cruzamentos em áreas residenciais, podem até mesmo ser desprezíveis, se o acúmulo de água durar pouco de cada vez. Já em uma zona comercial, esse mesmo tipo de ocorrência pode causar transtornos mensuráveis. Em alguns casos, a disposição e possibilidade da população beneficiária em financiar as obras por meio de tributos é que acaba definindo o projeto.

Assim, a sociedade, através de seus representantes, é que deve decidir o risco aceitável pela comunidade e o quanto ela está disposta a pagar pela proteção conferida pelas obras, sendo a escolha do período de retorno um critério definido em esferas políticas.

O risco adotado para um projeto define a dimensão dos investimentos envolvidos e a segurança quanto a enchentes. A análise adequada envolve um estudo de avaliação econômica e social dos impactos das enchentes para a definição dos riscos. No entanto, esta prática pode ser inviável devido o custo do próprio estudo







para pequenas áreas. Por isso os períodos de retorno usualmente adotados para o Estado de São Paulo são os apresentados a seguir, sugeridos por DAEE/CETESB (1980) e SUDERHSA (2002).

Tipo de Obra	Uso do Solo	Período de Retorno		
	Residencial	2 a 5		
	Comercial	5		
Microdrenagem	Prédios Públicos	5		
	Aeroportos	10		
	Vias arteriais	5 a 10		
Maaradranagam	Áreas de uso misto	50 a 100		
Macrourenagem	Áreas específicas	100		

Tabela 2.1 – Períodos de retorno em função do uso do solo







3 PROJETOS DE MICRODRENAGEM

O dimensionamento de uma rede de pluviais deverá ser baseado nas seguintes etapas:

- subdivisão da área e traçado;
- identificação de áreas controladas e não-controladas por MCs (controle na fonte) do tipo das apresentadas no Capítulo 5;
- determinação das vazões que afluem à rede de condutos;
- dimensionamento da rede de condutos;
- dimensionamento das medidas de controle.

Para isso, são necessários dados como:

- plantas e mapas;
- dados topográficos e cadastral;
- dados sobre urbanização;
- dados sobre o corpo receptor.

Os mapas e plantas a serem utilizados são para a localização estadual da bacia, em escala 1:5.000 ou 1:10.000; planta altimétrica da bacia em escala 1:1.000 ou 1:2.000, constando as cotas das esquinas e outros pontos importantes. Plantas da bacia em escala de 1:1.000 até 1:5.000 normalmente atendem às necessidades de projeto de um sistema de drenagem urbana, em sua fase preliminar.

As curvas de nível devem ter equidistância tal que permita a identificação dos divisores das diversas sub-bacias do sistema. Admite-se um erro máximo de três centímetros na determinação das cotas do terreno nos cruzamentos das ruas e nas rupturas de declividade entre os cruzamentos. Deve-se fazer um levantamento topográfico de todas as esquinas, mudanças de greides das vias públicas e mudanças de direção. Deve-se, também, dispor de um cadastro das redes públicas de água, eletricidade, gás, esgotos e águas pluviais existentes que possam interferir no projeto.

No projeto definitivo são necessárias plantas mais minuciosas das áreas onde o sistema será construído. As plantas devem indicar com precisão os edifícios, as ferrovias, as rodovias, os canais, as redes de gás, água, esgotos, telefone, eletricidade, enfim quaisquer estruturas que possam interferir com o traçado proposto das tubulações de águas pluviais.







Deverão ser dispostos dados sobre o tipo de ocupação das áreas, a porcentagem de ocupação dos lotes e a ocupação do solo nas áreas não-urbanizadas pertencentes à bacia, tanto na situação atual como nas previstas pelo plano diretor. É necessário obter o perfil geológico, por meio de sondagens, ao longo do traçado projetado para a tubulação, se houver suspeita da existência de rochas sub-superficiais, para que se possa escolher o traçado definitivo com um mínimo de escavação em rocha.

Por fim, deve-se ter informações sobre os níveis máximos do curso de água no qual será efetuado o lançamento final, assim como do levantamento topográfico do local deste lançamento. Deve-se prever também o levantamento da qualidade da água antes do lançamento e após o lançamento para que sejam tomadas medidas de controle de poluição.

3.1 PRECIPITAÇÃO DE PROJETO PARA MICRODRENAGEM

A precipitação é medida de forma pontual, pois as áreas de captação dos pluviógrafos e pluviômetros são reduzidas (são usuais 200 e 400 cm²) em relação às áreas abrangidas por este fenômeno meteorológico. Mesmo com informações de radares meteorológicos, a única fonte de dados quantitativos de precipitação, são as informações pontuais dos pluviômetros e pluviógrafos.

Os dados pluviométricos e pluviográficos constituem, portanto, a fonte indispensável de informação para qualquer chuva de projeto. Toda definição de uma chuva de projeto começa pelo estudo da chuva pontual e para este ser realizado são necessários registros pluviográficos (dados de chuva com intervalos menores que 1 hora). Em regiões com apenas dados pluviométricos diários é preciso transferir parâmetros pluviográficos (geralmente coeficientes de desagregação da precipitação diária) dos pluviógrafos mais próximos.

Em locais com informações pluviográficas, os dados devem ser sintetizados na forma de relações de intensidade-duração-frequência, comumente chamadas de curvas IDF. A curva IDF de determinado local fornece a intensidade da chuva (mmh-1, por exemplo) para uma dada duração e período de retorno. A maioria dos métodos que estabelecem chuvas de projeto em todo o mundo baseia-se na curva IDF.

Para a cidade de Itanhaém deverá ser utilizada a equação abaixo:







$$\begin{split} i_{t,Tr} &= a_j \cdot (t+b_j)^{e_j} + (t+d_j)^{e_K} \cdot \\ & \left[f_K + g_k \cdot \ln \cdot \ln \left(\frac{Tr}{Tr-1} \right) \right] + m_j \cdot (t+p_j)^{q_j} \cdot \\ & \ln(T_r-0.5) \end{split}$$

em que: it,Tr é a intensidade média em mm/min; t é a duração da chuva em min; Tr é o período de retorno em anos; aj, bj, cj, dj, ek, fk, gk, mj, pj, qj, são os coeficientes apresentados na Tabela abaixo.

Cooficientes	Duração da Chuva - t (m)		
Coencientes	10 < t < 60	60 < t < 1440	
aj	18,85	10,44	
bj	20	20	
Cj	-0,76	-0,662	
dj	20	20	
ek	-0,76	-0,662	
f _k	-3,315	-1,836	
g k	-6,08	-3,36	
mj	-	-	
pj	-	-	
qj	-	-	

Tabela 3.1 – Coeficientes para a equação de intensidade média das chuvas em Itanhaém-SP

3.2 VAZÃO DE PROJETO PARA MICRODRENAGEM

O método racional é largamente utilizado na determinação da vazão máxima de projeto para bacias pequenas (< 2 km²). Os princípios básicos dessa metodologia indicam que a duração da precipitação máxima de projeto é igual ao tempo de concentração da bacia. Admite-se que a bacia é pequena para que essa condição aconteça, pois a duração é inversamente proporcional à intensidade.

Neste método é adotado um coeficiente único de perdas, denominado C, estimado com base nas características do uso do solo na bacia. Porém, não é avaliado o volume da cheia e a distribuição temporal das vazões.

A equação do modelo é definida por:

 $Q_{max} = 0,278 \times C \times i_{max} \times A$

onde:

Q_{máx} = vazão máxima (em m³/s)







C = coeficiente de escoamento médio superficial ponderado

imáx = máxima intensidade da precipitação (em mm/h)

A = área da bacia contribuinte não controlada por MCs (em km^2).

Os valores do coeficiente C para as superfícies urbanas são apresentados na a seguir. Para os tempos de retorno utilizados na microdrenagem, não existe variação desse coeficiente. A variação com a intensidade da precipitação também não é considerada, já que é uma das premissas do método.

A máxima intensidade da precipitação (imáx) é obtida a partir das curvas IDF (Intensidade-Duração-Freqüência) apresentadas no item anterior. O tempo de retorno utilizado na microdrenagem varia de dois a dez anos, conforme definido no item 5.3 (Tabela 5.1). De uma forma geral, para a microdrenagem, recomenda-se a adoção de período de retorno de 2 a 10 anos, dependendo do local de implantação do sistema.

3.3 CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM

De acordo com as Diretrizes Básicas para Projetos de Drenagem Urbana do Município de São Paulo (PMSP, 1999), a microdrenagem urbana é definida pelo sistema de condutos pluviais em nível de loteamento ou de rede primária urbana.

O sistema de drenagem é composto de uma série de unidades e dispositivos hidráulicos com terminologia própria e cujos elementos mais frequentes são assim conceituados (Fernandes, 2002):

Greide - é uma linha do perfil correspondente ao eixo longitudinal da superfície livre da via pública;

Guia - também conhecida como meio-fio, é a faixa longitudinal de separação do passeio com o leito viário, constituindo-se geralmente de concreto argamassado, ou concreto extrusado e sua face superior no mesmo nível da calçada;

Sarjeta - é o canal longitudinal, em geral triangular, situado entre a guia e a pista de rolamento, destinado a coletar e conduzir as águas de escoamento superficial até os pontos de coleta.

Sarjetões - canal de seção triangular situado nos pontos baixos ou nos encontros dos leitos viários das vias públicas destinados a conectar sarjetas ou encaminhar efluentes destas para os pontos de coleta;







 Bocas coletoras - também denominadas de bocas de lobo, são estruturas hidráulicas para captação das águas superficiais transportadas pelas sarjetas e sarjetões; em geral situam-se sob o passeio ou sob a sarjeta;

 Galerias - são condutos destinados ao transporte das águas captadas nas bocas coletoras e ligações privadas até os pontos de lançamento ou nos emissários, com diâmetro mínimo de 0,40 m;

 Condutos de ligação - também denominados de tubulações de ligação, são destinados ao transporte da água coletada nas bocas coletoras até as caixas de ligação ou poço de visita;

 Poços de visita e ou de queda - são câmaras visitáveis situadas em pontos previamente determinados, destinadas a permitir a inspeção e limpeza dos condutos subterrâneos;

• Trecho de galeria - é a parte da galeria situada entre dois poços de visita consecutivos;

 Caixas de ligação - também denominadas de caixas mortas, são caixas de alvenaria subterrâneas não visitáveis, com finalidade de reunir condutos de ligação ou estes à galeria;

• Emissários - sistema de condução das águas pluviais das galerias até o ponto de lançamento;

• Dissipadores - são estruturas ou sistemas com a finalidade de reduzir ou controlar a energia no escoamento das águas pluviais, como forma de controlar seus efeitos e o processo erosivo que provocam;

• Bacias de drenagem - é a área abrangente de determinado sistema de drenagem.

A concepção do sistema é a fase mais importante do projeto, pois definirá as linhas básicas do traçado das redes, localização dos poços de visita e bocas-de-lobo, e pontos de lançamento no sistema de drenagem. A primeira atividade será o lançamento da rede básica principal sobre o arruamento da área, utilizando os elementos topográficos disponíveis e a rede de drenagem existente.

Para estudar a configuração da drenagem é necessário realizar um processo interativo com o projetista do arranjo urbanístico da área, principalmente para que se obtenha um melhor aproveitamento das áreas de detenção ou retenção, de acordo





com a filosofia de projeto da área. O sistema de galerias deve ser planejado de forma integrada, proporcionando a todas as áreas, condições adequadas de drenagem.

3.3.1 Rede coletora

A rede coletora deverá ser lançada em planta baixa (escala 1:1.000), de acordo com as condições naturais do escoamento superficial. No caso de galerias circulares, conduzindo as águas pluviais para canais principais ou cursos d'água receptores, as redes deverão contar com diâmetro mínimo de 0,40 m. No desenvolvimento do projeto, deverão ser adotados diâmetros comerciais correntes usualmente iguais a: 0,40; 0,50; 0,60; 0,80; 1,00; 1,20; 1,50; 1,80 e 2,00 m.



Figura 3.1 – Situações da rede coletora

Fonte: SMDU (2012)

As galerias pluviais serão projetadas para funcionamento a seção plena com a vazão de projeto. A velocidade máxima admissível será determinada em função do material a ser empregado na rede. Para tubo de concreto, a velocidade máxima admissível será de 5,0 m/s e a mínima de 0,75 m/s. Nos casos onde a declividade do terreno for muito grande, pode-se admitir velocidades de até 7 m/s, desde que sejam verificadas as alturas de carga nos poços de queda.

Nas mudanças de diâmetro, os tubos deverão ser alinhados pela geratriz superior.











3.3.2 Bocas-de-lobo

A localização das bocas-de-lobo deve respeitar o critério de eficiência na condução das vazões superficiais para as galerias. É necessário colocar bocas-delobo nos pontos mais baixos do sistema, com vistas a impedir alagamentos e águas paradas em zonas mortas.

As canalizações de ligação entre bocas-de-lobo e destas aos poços de vista deverão ter diâmetro de 0,40 m e declividade mínima de 15%. Quando não existir possibilidade dessas ligações serem feitas diretamente, as bocas-de-lobo deverão ser ligadas em caixas de ligações acopladas ao coletor.

A capacidade de captação da boca-de-lobo é função da inclinação longitudinal da rua, da forma da seção transversal da depressão junto à captação, das aberturas tanto laterais como verticais, da existência de defletores, etc.

3.3.3 Poços de visita

A colocação dos poços-de-visita deve atender à necessidade de visita em mudanças de direção, de declividade e de diâmetro, ao entroncamento dos trechos e às bocas-de-lobo. O afastamento entre poços de visita consecutivos deve ser o máximo possível, por critérios econômicos. DAEE/CETESB (1980) sugere espaçamento de 120 metros entre os poços de visita para tubulações com diâmetro mínimo (0,30m - 0,40m); 150 metros entre poços de visita para tubulações com diâmetro de 0,50m até 0,90m, e; 180 metros entre poços de visita para tubulações maiores que 0,90m de diâmetro.

Esses poços podem ser aproveitados como caixas de recepção das águas das bocas-de-lobo, suportando no máximo quatro junções. Para maior número de ligações



Fonte: SUDERHSA (2002)





ou quando duas conexões tiverem que ser feitas numa mesma parede, deve-se adotar uma caixa de coleta não visitável para receber estas conexões (caixa de ligação).

3.3.4 Caixas de ligação

Quando é necessária a construção de bocas-de-lobo intermediárias ou para evitar que mais de quatro tubulações cheguem em um determinado poço de visita, utilizam-se as chamadas caixas de ligação. A diferença entre as caixas de ligação e os poços de visita é que as caixas não são visitáveis.





Fonte: SUDERHSA (2002)

DIMENSIONAMENTO HIDRÁULIDO DA REDE DE DRENAGEM 3.4

3.4.1 Ruas e sarjetas

As águas, ao caírem nas áreas urbanas, escoam inicialmente pelos terrenos até chegarem às ruas. Sendo as ruas abauladas (declividade transversal) e tendo inclinação longitudinal, as águas escoarão rapidamente para as sarjetas e. destas. ruas abaixo. Se a vazão for excessiva ocorrerá alagamentos, inundação de calçadas e; erosão do pavimento devido à velocidade excessiva das águas.







Pode-se calcular a capacidade de condução das ruas e sarjetas através da fórmula de Chézy com coeficiente de Manning:

$$V = \frac{\sqrt{S}}{n} R_h^{2/3}$$

Onde V é a velocidade na sarjeta em m/s, S é a declividade longitudinal da rua em m/m, Rh é o raio hidráulico e n é o coeficiente de rugosidade de Manning, adotado como 0,0167 para pavimentos comuns de vias públicas. Deve-se levar em conta que a tensão de cisalhamento junto às paredes da sarjeta é irregular, devido à profundidade transversalmente variável, o que ocasiona um escoamento nãouniforme, mesmo quando em regime permanente. Se a água da sarjeta se acumula em torno da boca-de-lobo, as características da boca-de-lobo serão mais determinantes na altura do escoamento que a sarjeta.

Para essa fórmula admite-se duas hipóteses: a água sendo escoada por todo o leito da rua, ou; a água escoada apenas pelas sarjetas. Para a primeira hipótese, admite-se a declividade transversal da rua a 3% e a altura da água na sarjeta de 0,15 m. Para a segunda hipótese, admite-se declividade transversal também de 3% e altura de água na sarjeta de 0,10 m.

As capacidades de escoamento das sarjetas podem sofrer redução no valor calculado. A fim de aproximar o resultado teórico das limitações existentes nos casos reais, uma vez calculada a capacidade teórica, multiplica-se o seu valor por um fator de redução, que leva em conta a possibilidade de obstrução de sarjetas de pequenas declividades por sedimentos.







Tabela 3.2 – Fatores de redução do escoamento das sarjetas						
Declividade da Sarjeta (%)	0,4	1 a 3	5	6	8	10
Fator de Redução	0,5	0,8	0,5	0,4	0,27	0,2

Fonte: SUDERHSA (2002)

3.4.2 Bocas-de-lobo

As bocas-de-lobo podem ser classificadas em três grupos principais: bocas ou ralos de guias; ralos de sarjetas (grelhas); ralos combinados (DAEE/CETESB, 1980).



Figura 3.5 – Boca de Figura 3.6 – Boa de lobo Iobo guia Figura 3.7 – Boca de lobo com grelha combinada

A água, ao se acumular sobre a boca-de-lobo com entrada pela guia, gera uma lâmina d'água mais fina que a altura da abertura no meio-fio, fazendo com que a abertura se comporte como um vertedouro de seção retangular, cuja capacidade de captação é:

$$Q = 1,7LyLy^{3/2}$$

Onde Q é a vazão em m3/s, y é a altura da lâmina d'água próxima à abertura da guia e L é o comprimento da soleira em metros.

Se a altura da água superar o dobro da abertura no meio-fio, a vazão é calculada pela seguinte expressão:

$$Q = 3,10 \ Lh^{3/2} \sqrt{\frac{2y-h}{2h}}$$

Onde h é a altura do meio-fio em metros. A opção por uma ou outra fórmula para h < y < 2h, fica a critério do projetista.

Para lâminas d'água de profundidade inferior a 12 cm, as bocas-de-lobo com grelha funcionam como um vertedouro de soleira livre, cuja equação é:

$$Q = 1,7Py^{3/2}$$







Onde P é o perímetro do orifício. Se um dos lados da grelha for adjacente ao meio-fio, o comprimento deste lado não deve ser computado no cálculo do valor de P.

Se a profundidade da lâmina for maior que 42 cm, a vazão deve ser calculada por:

$$Q = 2,91A\sqrt{y}$$

Onde A é a área livre da grade em m2, ou seja: as áreas das grades devem ser excluídas.

Como no caso anterior, o projetista deve se encarregar do critério a ser adotado para 12 cm < y < 42 cm.

Teoricamente, a capacidade de captação das bocas-de-lobo combinadas é aproximadamente igual à soma das vazões pela abertura na guia e pela grelha.

A capacidade de esgotamento das bocas-de-lobo é menor que a calculada devido a vários fatores, entre os quais: obstrução causada por detritos, irregularidades nos pavimentos das ruas junto às sarjetas e alinhamento real. Na tabela a seguir, são propostos alguns coeficientes para estimar essa redução.

Tabela 5.5 – Falores de redução do escoamento para bocas-de-lobo				
Tipo de boca-de-lobo	% sobre o valor teórico			
de guia	80			
com grelha	50			
combinada	65			

Tabela 3.3 – Eatores de redução do escoamento para bocas-de-lobo

Fonte: SUDERHSA (2002)

3.4.3 Galerias

O dimensionamento das galerias é realizado com base nas equações hidráulicas de movimento uniforme, como a de Manning, Chezy e outras. O cálculo depende do coeficiente de rugosidade e do tipo de galeria adotado.







Tabela 3.4 – Valores do coeficiente de rugosidade de Manning

n
0,30 - 0,40
0,30 - 0,060
0,011 - 0,014
0,012 - 0,014
0,015 - 0,020
0,013
0,016
0,014
0,015
0,014 - 0,016
0,016

Fonte: SUDERHSA (2002)

Além disso existe o problema da determinação das declividades e dimensões mais econômicas. No entanto, as seguintes normas devem orientar a escolha desses parâmetros:

- Os condutos devem ser calculados para escoamento permanente e uniforme à seção plena, e com velocidade não inferior a 76 cm/s.
- Deve-se adotar condutos de no mínimo 30 cm de diâmetro para evitar obstruções.
- Nunca se deve diminuir as seções à jusante, pois qualquer detrito que venha a se alojar na tubulação deve ser conduzido até a descarga final.
- Para que se minimize o volume de escavação, a declividade dos condutos deve se adaptar o mais que for possível à declividade do terreno.
- O ajuste nas conexões de condutos de seções diferentes deve ser feito pela geratriz superior interna. Porém, isto não se aplica a junções de ramais secundários que afluem em queda aos poços de visita.







4 PROJETOS DE MACRODRENAGEM

A macrodrenagem envolve os sistemas coletores de diferentes sistemas de microdrenagem. Quando é mencionado o sistema de macrodrenagem, as áreas envolvidas são de pelo menos 2 km² ou 200 ha. Estes valores não devem ser tomados como absolutos porque a malha urbana pode possuir as mais diferentes configurações. O sistema de macrodrenagem deve ser projetado com capacidade superior ao de microdrenagem, com riscos de acordo com os prejuízos humanos e materiais potenciais (PMPA, 2005).

Os rios geralmente possuem dois leitos: o leito menor, onde a água escoa na maior parte do tempo; e o leito maior, que pode ser inundado de acordo com a intensidade das chuvas. O impacto devido à inundação ocorre quando a população ocupa o leito maior do rio, ficando sujeita a enchentes (PMPA, 2005), a Figura 1.1.



Figura 4.1 – Característica do leito do rio.

4.1 PRECIPITAÇÃO DE PROJETO PARA MACRODRENAGEM

A precipitação natural possui grande variabilidade espacial mesmo numa pequena área de alguns quilômetros quadrados. A variabilidade espacial da precipitação natural dificilmente segue um padrão físico identificável. Além disso, essa variada configuração espacial muda rapidamente com os intervalos de tempo sucessivos do evento chuvoso. Em suma, há normalmente durante a ocorrência de uma chuva, uma grande quantidade de núcleos de precipitação que nascem, crescem, deslocam-se e desaparecem sobre a área de passagem da chuva, o que impede a emergência de uma estrutura espacial estável.

Isto é contornado com a abordagem estatística porque ela consegue extrair uma estrutura de correlação espacial dos eventos chuvosos no entorno do ponto de máxima precipitação, com base em hipóteses estatísticas. Silveira (1996) sugere uma







expressão para o coeficiente de abatimento (redução) radial da precipitação em função da área ao redor do ponto de maior intensidade. A expressão obtida é dada por:

$$K_A = 1 - 0.25 \frac{\sqrt{A}}{\beta}$$

Onde K_A é o coeficiente de abatimento (entre 0 e 1), A é a área em km² e β (km) é a distância teórica onde a correlação espacial se anula (variável com a duração do evento).

A exemplo do que acontece espacialmente, a precipitação natural possui também grande variabilidade temporal durante um evento chuvoso e de evento para evento. Assim, também a variabilidade temporal da precipitação natural dificilmente segue um padrão formal identificável, ou seja os hietogramas que se sucedem no tempo são diferentes uns dos outros.

A consideração da variabilidade temporal nas chuvas de projeto depende do método hidrológico utilizado. O Método Racional, por exemplo, considera a chuva de projeto com intensidade constante em toda a sua duração, retirada diretamente da curva IDF. Já métodos como os baseados em hidrogramas unitários, exigem que a chuva de projeto incorpore uma variabilidade temporal.

Para estes casos, os métodos mais consagrados são aqueles que atribuem uma distribuição arbitrária temporal para chuvas de projeto. O objetivo é obter, para determinado período de retorno, alturas de chuva a intervalos de tempo discretos e iguais, cuja soma (dos intervalos) é a duração crítica, ou simplesmente a duração total do hietograma de projeto. Recomenda-se uma precisão de minuto para os intervalos. Toleram-se pequenos arredondamentos tanto para a duração total do hietograma quanto para os intervalos de tempo, de modo que a soma destes resulte, com precisão de minuto, exatamente no valor da referida duração total.

Sugere-se considerar intervalos entre 5 e 10 minutos em hietogramas com duração total de até 2 horas. Para durações maiores que 2 horas recomenda-se utilizar intervalos entre 10 e 20 min.

4.2 VAZÃO DE PROJETO PARA MACRODRENAGEM

A vazão de projeto é obtida pela transformação de precipitação em vazão. A precipitação pode ser de projeto ou, eventualmente, uma precipitação observada.






Para áreas de contribuição superiores a 4 km², ou em situações onde seja necessário o conhecimento da distribuição temporal das vazões e o volume da cheia, é sugerido o uso do Método do Hidrograma Unitário Triangular (HUT) do Soil Conservation Service (SCS, 1957). Este modelo foi proposto para bacias rurais e adaptado a bacias urbanas, sendo estruturado para efetuar estimativa das vazões para bacias sem dados, com base nas características do solo e ocupação. No modelo HUT-SCS, o hidrograma unitário é considerado um triângulo.

A equação da vazão máxima do hidrograma triangular é dada por:

$$q_p = \frac{2,8A}{t'_p}$$

Onde:

a:

q_p = vazão de pico do hidrograma unitário triangular (em m³/s)

A = área da bacia contribuinte (em km^2)

t'p = tempo de máxima vazão, contado do início da precipitação (em h) e é igual

$$t'_p = t_d/2 + 0.6t_c$$

Onde t_d é a duração da precipitação, em horas; t_c é o tempo de concentração em horas.

4.3 MODELOS PARA MACRODRENAGEM

Para a elaboração de soluções para a macrodrenagem sugerimos a adoção de modelos de acordo com as características do sistema e do problema. Os modelos são subdivididos nos seguintes módulos: bacia de detenção ou retenção e canal (ou conduto). No módulo bacia de detenção ou retenção o escoamento é amortecido nos reservatórios urbanos sendo utilizada a precipitação como entrada e obtida a vazão gerada pela bacia. No módulo canal o escoamento é transportado pelos canais e condutos através do sistema de drenagem natural ou artificial.

4.3.1 Bacias de detenção e retenção

As bacias de detenção são obras que permitem o armazenamento de água de escoamento superficial, normalmente secas, projetadas para "deter" temporariamente as águas, durante e imediatamente após um evento. Constituem exemplos de dispositivos de detenção: valas naturais em levantamento transversal atuando como







estrutura de controle, depressões naturais ou escavadas, caixas ou reservatórios subsuperficiais, armazenamento em telhado e bacias de infiltração.





Já as bacias de retenção permitem o armazenamento de águas de escoamento superficial com o objetivo de dar uma destinação destas águas retidas para fins recreativos, estéticos, abastecimento, ou outros propósitos. A água de escoamento superficial é temporariamente armazenada acima do nível normal de retenção, durante e imediatamente após um evento de precipitação. Constituem exemplos de







dispositivos de retenção, reservatórios e pequenos lagos em áreas públicas, comerciais ou residenciais.



Figura 4.3 – Bacia de retenção.

O planejamento e projeto de obras de detenção e retenção é muito mais do que um simples exercício de hidrologia e de hidráulica. Existem muitos aspectos técnicos que devem ser cuidadosamente considerados além da hidrologia e da hidráulica. Destacam-se:

> a determinação da inclinação máxima de talude para escavação de reservatórios de armazenamento em locais potencialmente favoráveis para isso, assim como de pequenos levantamentos em valas naturais que ofereçam condições propícias para armazenamento;







- a estimativa da carga anual de transporte de material sólido da bacia tributária, verificando se será necessário prever bacia(s) de sedimentação ou outros meios de controle de sedimentos;
- a seleção das variedades de grama para proteção de taludes que resistam a inundações ocasionais que possam durar várias horas ou mesmo vários dias.

Devem também ser consideradas as condicionantes e as necessidades de natureza não técnica, dentre as quais se ressaltam:

- a análise das necessidades da comunidade local, inclusive as relativas à recreação de modo a inserir as possíveis obras de detenção e retenção num contexto de uso múltiplo;
- a análise dos riscos que possam comprometer as condições de segurança e prever os meios de mitigá-los;
- a procura dos caminhos adequados, tendo em vista o financiamento de desapropriações, construção e manutenção das obras.

Do ponto de vista hidrológico/hidráulico, o dimensionamento de um reservatório envolve basicamente três elementos:

- Dimensionar o volume total de armazenamento;
- Dimensionar a sua estrutura de entrada;
- Dimensionar a sua estrutura de saída.

Todos esses componentes estão tecnicamente conectados e eles são determinados em função do grau de proteção requerido pelo reservatório e pelo sistema de obras no qual ele está inserido.

Uma expressão aproximada do volume máximo de acumulação necessário em um reservatório pode ser dada por:

$$V = \left(22,48\sqrt{CT^{0,129}} - 1,21\sqrt{q_s}\right)^2$$

onde :

V = volume de acumulação, em m³/ha

C = coeficiente de escoamento (entre 0 e 1)

T = período de retorno em anos

 q_s = vazão de saída em l/s/ha. Para a RMC, q_s = 27 l/(s.ha)







Os reservatórios podem modificar o regime de cheias de um canal de duas formas distintas. Ele pode ser instalado de forma a interceptar transversalmente o canal, toda vazão do rio passa pelo seu interior e sai por sua estrutura de descarga, e pode ser instalado lateralmente ao canal e a vazão do rio pode ser desviada para o seu interior. No primeiro caso, o mais tradicional do ponto de vista da reservação, ele é chamado de reservatório on-line, o segundo caso, é chamado de off-line. Do ponto de vista hidrológico/hidráulico o comportamento dos dois reservatórios é totalmente diferente.





Fonte: SUDERHSA (2002)









Figura 4.5 – Bacia de detenção on-line.



As saídas de fluxo dos reservatórios são reguladas por dispositivos hidráulicos fixos, tais como: vertedores, orifícios, condutos de fundo e reguladores móveis, automáticos ou de controle remoto.

Os vertedores de emergência são, geralmente, de parede espessa, com borda livre de 30 a 60 cm acima da cota máxima de projeto. A equação utilizada é:

$$Q = C_d L h^{3/2}$$

onde:

 C_d = coeficiente para vertedores de parede espessa, que varia entre 1,55 e 1,71 m, sendo o mais freqüente 1,66

L = largura do vertedor

h = diferença entre o nível de água e a cota da soleira do vertedor

O funcionamento do orifício depende da carga acima dele e do seu afogamento a jusante. O dimensionamento desse tipo de saída da barragem de detenção pode ser realizado como bueiro. A vazão de orifícios é obtida por:

$Q = C_d A \sqrt{2gh}$

Onde: Cd é o coeficiente de escoamento. Esse valor é, muitas vezes, adotado entre 0,6 e 0,7; A é a área da seção de escoamento; h é a diferença entre o nível de água e o centro da seção de escoamento. Essa equação é utilizada para o escoamento sem afogamento a jusante.





MUNICÍPIO DE ITANHAÉM PLANO DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS DE BACIAS URBANAS Manual de Drenagem Municipal



Figura 4.6 – Dispositivo Orifício.



Fonte: SUDERHSA (2002)

Já os reguladores de controle podem ser mecânicos e auto-reguláveis, ou mesmo de controle remoto. O controle é, em geral, baseado no monitoramento do nível do sistema. Devido aos entupimentos e falhas de alguns dispositivos, é recomendável que o sensor monitore a jusante do dispositivo de saída (Urbonas e Stahre, 1993).

O principal problema dos dispositivos de saída é a manutenção, pois há entupimentos devido ao material sólido e ao vandalismo sobre os equipamentos hidráulicos. Por exemplo, os vertedores triangulares tendem a criar entupimento em sua parte inferior.

4.3.2 Canais

A adoção de canais abertos em projetos de drenagem urbana deve ser sempre prioritária, em especial as que mantenham as características naturais dos corpos d'água. Esse tipo de medida possibilita veiculação de vazões superiores à de projeto mesmo com prejuízo da borda livre, são de fáceis manutenção e limpeza, permitem a possibilidade de adoção de seção transversal de configuração mista com maior economia de investimentos

Além disso, é importante que sejam utilizadas medidas que possibilitem a integração paisagística com valorização das áreas ribeirinhas, inclusive com maior facilidade para ampliações futuras caso seja necessário.

Porém, os canais abertos apresentam restrições à sua implantação em situações em que os espaços disponíveis sejam reduzidos, como é o caso de algumas





áreas no Município de Itanhaém, que para esse tipo de intervenção necessitaria de remoção de moradias.

Quando o espaço disponível para implantação do canal é limitado, o canal revestido poderá ser inevitável para garantir maiores velocidades de escoamento e, consequentemente, necessidade de menores seções transversais.



Figura 4.7 - Canal escavado com seção mista





Figura 4.9 - Canal em concreto com seção retangular mista









5 MEDIDAS PARA CONTROLE DO ESCOAMENTO NA FONTE

O Manual de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais da cidade de São Paulo (SMDU, 2012) é um dos documentos mais completos que versa sobre o tema e seus mais atuais dispositivos, legislações, diretrizes e medidas. Por isso, para a seleção das proposições e especialmente para a elaboração de diretrizes para o controle do escoamento na fonte, utilizaremos este documento como base.

No planejamento dos sistemas públicos de drenagem, os efeitos das medidas de controle do escoamento superficial sobre a redução dos picos de vazão e dos volumes de escoamento, geralmente não são considerados. Por serem intervenções que dependem de diversas condicionantes técnicas e de ações de controle e fiscalização, nem sempre simples de aplicar, é muito difícil prever se, em uma determinada bacia, serão ou não implantadas de acordo com os critérios de dimensionamento adotados. Por isso são consideradas como medidas complementares, importantes para aumentar a segurança do sistema.

Por exemplo, uma galeria dimensionada para um risco hidrológico de 10 anos de período de retorno, poderá ter sua segurança aumentada para 12 ou 15 anos, caso sejam implantadas medidas de controle do escoamento superficial na bacia drenada por esta galeria. Além de reduzir os riscos de inundação, sem a necessidade de ampliar a capacidade da galeria.

O princípio de funcionamento das medidas de controle do escoamento superficial baseia-se na retenção temporária e na infiltração do excesso de escoamento provocado por ações antrópicas, promovendo a restauração parcial do ciclo hidrológico natural.

O papel das medidas de controle do escoamento superficial é o de proporcionar soluções para a retenção, infiltração e abatimento do escoamento superficial. Diferentemente da visão dos sistemas tradicionais de drenagem, que é a de acelerar o escoamento e se desfazer rapidamente dos volumes de água, as medidas de controle do escoamento superficial visam a retardar e a reduzir o escoamento com a ajuda dos dispositivos de controle.

Ao planejar a drenagem, é necessário considerar a integração entre os dispositivos tradicionais de drenagem para o controle do escoamento superficial com medidas de controle na fonte e não estruturais. Esse tipo de medidas ainda é utilizado





com menor frequência em comparação com as medidas tradicionais, sendo assim, menos conhecidas por projetistas.

As medidas de controle na fonte contêm dispositivos que atuam na redução dos volumes escoados, introduzem alternativas que se integram harmoniosamente com a paisagem e também tratam da poluição difusa, melhorando a qualidade da água que escoa para os canais.

Fundamentalmente, no município de Itanhaém, as diretrizes para controle do escoamento na fonte serão divididas em função dos dispositivos propostos pelas medidas de controle na fonte, classificados em função de sua atuação na infiltração e no armazenamento, ou na combinação desses processos.

É preciso especificar também cada tipo de dispositivo utilizado de acordo com a profundidade do nível freático, devendo cada estudo de instalação levar em consideração o mapeamento existente. O Nível freático está contido na Prancha 1.







Prancha 1 – Mapa do Nível do Lençol Freático







5.1 NOS LOTES

Para o controle do escoamento nos lotes, de acordo com o tamanho dos mesmos, recomenda-se a utilização de pequenos reservatórios de detenção ou retenção e faixas gramadas.

Os dispositivos de infiltração e percolação em Itanhaém deverão seguir parâmetros de localização de acordo com a capacidade de absorção do solo e, especialmente, as condições do nível freático, a fim de verificar a capacidade do terreno para a disposição das águas drenadas.

Como o solo no município de Itanhaém é arenoso, estima-se que o mesmo possua 25% de porosidade efetiva, porém, a distância entre a superfície do terreno e o nível freático é pouca, dificultando esse tipo de intervenção em alguns casos.

Assim, nos locais onde a profundidade do nível freático for menor que 2 metros, deverá ser adotada a construção de reservatórios de detenção para reutilização da água captada.

5.1.1 Reservatórios de retenção e detenção nos lotes

Os reservatórios podem ser do tipo bacia de percolação, construído por escavação de uma valeta, posteriormente preenchida com brita ou cascalho, e com superfície reaterrada, assim, a brita reserva a água temporariamente enquanto a água é percolada para o subsolo.

Existe também a possibilidade do uso de cisternas que captam as águas dos telhados através de sistema de calhas. Nakamura (1988) apresenta um bom exemplo de controle de entrada que aproveita as águas pluviais coletadas para utilização em descarga de sanitários. Além disso, estas águas poderiam ser utilizadas para lavagem de calçadas ou irrigação de jardins.







Figura 5.1 – Modelo de reservatório de detenção e retenção no lote com sistema de reaproveitamento da água da chuva



Fonte: Adaptado de Nakamura (1988)

5.1.2 Faixas gramadas

Além dos reservatórios, deve ser incentivado a criação de faixas gramadas nos lotes, disciplinando o percentual de área do lote que deve ser reservado para este dispositivo, de acordo com as combinações com demais dispositivos que possam ser instalados nos lotes.

5.2 NOS LOTEAMENTOS

Já nos loteamentos, as possibilidades de controle do escoamento das águas pluviais na fonte são maiores, uma vez que a área de intervenção é maior, sendo consideradas mais adequadas as medidas tais como pavimentos porosos, faixas gramadas, medidas de infiltração com poços, valas e trincheiras, além de bacias de detenção e retenção.

As estruturas em loteamentos podem ser aplicadas em ruas, estacionamentos, parques e praças.







5.2.1 Pavimentos permeáveis e porosos

A adoção de pavimentos permeáveis e porosos contribui para o controle dos deflúvios superficiais no próprio sistema viário. Essas medidas atuam sobre diferentes níveis, como segue:

- Pavimentos dotados de revestimentos superficiais permeáveis, possibilitando a redução da velocidade do escoamento superficial, a retenção temporária de pequenos volumes na própria superfície do pavimento e a infiltração de parte das águas pluviais;
- Pavimentos dotados de estrutura porosa, nos quais é efetuada a detenção temporária das águas pluviais, provocando o amortecimento de vazões e a alteração no desenvolvimento temporal dos hidrogramas;
- Pavimentos dotados de estrutura porosa e de dispositivos de facilitação da infiltração, em que ocorre tanto a detenção temporária das águas pluviais como também a infiltração de parte delas. Obtêm-se assim o amortecimento de vazões, a alteração temporal dos hidrogramas e a redução dos volumes escoados.

Observou-se em algumas ruas de Itanhaém, a existência de pavimentos semipermeáveis, feitas em paralelepípedo, porém, recobertos com lama asfáltica. Esse fato deve deixar de ser praticada e os pavimentos semipermeáveis devem ser conservados.

É importante destacar que a simples adoção de pavimentos permeáveis ou semipermeáveis, por si só, não representa um ganho significativo para os sistemas de drenagem. Uma melhoria significativa no controle do escoamento superficial é obtida com a combinação de pavimentos permeáveis ou semipermeáveis e uma estrutura de pavimento poroso, que permitirá a reservação temporária das águas pluviais com possibilidades de infiltração.

Como foi destacado anteriormente, a profundidade do nível freático pode ser um problema, devendo ser realizado um estudo específico no local para adoção efetiva destes dispositivos.







Figura 5.2 – Exemplo de pavimentos permeáveis e porosos





Blocos de concreto poroso

Fonte: SMDU (2012)

5.2.2 Reservatórios de detenção e retenção

Os reservatórios de detenção são estruturas de acumulação temporária e/ou de infiltração de águas pluviais. O armazenamento se dá em tempo relativamente curto. Em sua operação, os órgãos de descarga de fundo permanecem em operação durante todo o evento. A vantagem de utilização desse dispositivo seco é que pode ser utilizado para outras finalidades como áreas verdes, quadras esportivas e praças públicas.

Os reservatórios de detenção podem ter um caráter multifuncional agregando áreas verdes e de lazer e compondo projetos urbanísticos com valorização da presença de água em espaço urbano.

Porém, algumas medidas devem ser tomadas pois estes dispositivos podem trazer inconvenientes. Por exemplo, carências de ações de saneamento a montante como a coleta de lixo, coleta e tratamento de esgoto, fazem com que bacias de detenção sejam submetidas a cargas elevadas de poluentes.







Figura 5.3 – Exemplo de reservatórios de detenção em loteamentos



Fonte: SMDU (2012)

5.2.3 Poços de infiltração

Os poços de infiltração são dispositivos pontuais com pequena ocupação de área superficial, concebidos para evacuar as águas pluviais diretamente no subsolo, por infiltração. Estes são reservatórios verticais escavados no solo com material poroso que promove a infiltração pontual no terreno reduzindo o escoamento em áreas impermeabilizadas.

A infiltração das águas pelos poços contribui para a alimentação da vegetação circundante e do lençol subterrâneo, sendo esta técnica utilizada em alguns países exclusivamente para fins de recarga de aquíferos.



Figura 5.4 – Exemplo de poço de infiltração



Fonte: SMDU (2012)







5.2.4 Valas e valetas

Valas, valetas e planos de infiltração são técnicas constituídas por simples depressões escavadas no solo, cujo objetivo é recolher as águas pluviais e efetuar seu armazenamento temporário, além de favorecer a infiltração.

As valas e valetas de infiltração, como as trincheiras de infiltração e detenção, podem ser implantadas paralelas às ruas, estradas, estacionamentos e conjuntos habitacionais, entre outros. Estes dispositivos concentram o fluxo das áreas adjacentes e favorecem a infiltração ao longo do seu comprimento. Além de funcionar como um reservatório de detenção, à medida que o volume escoa para o valo é superior à capacidade de infiltração. Esses dispositivos também proporcionam a redução da quantidade de poluição transportada a jusante.

Em Itanhaém, muitos loteamentos possuem valetas para transporte das águas pluviais dos lotes e ruas para os rios e macrodrenos. Porém, a maioria não está adequada e nem oferece segurança para a população, devendo passar por um estudo de remodelagem.



Figura 5.5 – Exemplo de valas de infiltração

Fonte: SMDU (2012)

5.3 ESTUDO DE VAZÃO COM APLICAÇÃO DE CONTROLE DO ESCOAMENTO NA FONTE

Foi realizado um estudo de vazão levando em consideração a equação de chuvas para o município de Itanhaém, as condições das bacias urbanas e um comparativo entre a situação atual a aplicação de medidas de controle do escoamento superficial na fonte.





O primeiro passo do estudo consistiu em mapear com precisão os índices de permeabilidade das bacias urbanas, a fim de saber o percentual e o coeficiente de escoamento superficial das bacias em condições normais (C).

Após este mapeamento, foi feito um levantamento para saber o percentual de contribuição dos lotes em relação à impermeabilização, descontando-se assim as vias urbanas dos cálculos de vazão.

O percentual de retenção do escoamento superficial nos lotes vai variar de acordo com os dispositivos aplicados, no caso do cálculo deste item, supôs-se um cenário onde a infiltração ou reutilização da água precipitada fosse de 30% do total. Assim, em cada bacia, o grau de impermeabilização foi reduzido de acordo com o cenário escolhido.

Através desse controle, obteve-se uma redução de mais de 1.800 m³ por segundo no sistema de drenagem urbana, e esse percentual pode ser ainda maior, caso as medidas sejam mais efetivas.

Os resultados estão sintetizados por bacias nas tabelas a seguir.

BACIA	ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO		TEMPO DE CONCENTRAÇÃO	INTENSIDADE	VAZÃO	
Nome	С	А	CA	(minutos)	(l/s ha)	(m³/s)
Orla Norte	0,72	67,00	48,24	30,00	185,54	89,51
Orla Sul	0,71	63,00	44,73	30,00	185,54	83,00
Piaçaguera	0,45	38,00	17,10	25,00	200,37	34,27
Ροçο	0,32	270,50	86,56	45,00	152,12	131,68
Curitiba	0,20	36,00	7,20	20,00	217,9	15,69
Cavassu	0,07	88,00	6,16	30,00	185,54	11,43
Bicudo	0,66	32,00	21,12	23,00	207,02	43,73
Campininha	0,63	36,00	22,68	25,00	200,37	45,45
Guapurá	0,82	7,00	5,74	20,00	217,9	12,51
Montevideo	0,23	96,00	22,08	30,00	185,54	40,97
Cambuituva	0,29	55,00	15,95	25,00	200,37	31,96
Oásis e Aeroporto	0,50	20,00	10,00	18,00	225,83	22,59
Mosteiro e Ivoty	0,91	4,50	4,10	12,00	253,71	10,39

Tabela 5.1 – Cálculo das vazões das bacias urbanas – Cenário Atual







Tabela 5.2 – Cálculo das vazões das bacias urbanas – Cenário com redução de 30%através do controle do escoamento na fonte

BACIA	ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO		TEMPO DE CONCENTRAÇÃO	INTENSIDADE	VAZÃO	
Nome	С	А	CA	(minutos)	(l/s ha)	(m³/s)
Orla Norte	0,51	67,00	34,17	30,00	185,54	63,40
Orla Sul	0,50	63,00	31,50	30,00	185,54	58,45
Piaçaguera	0,31	38,00	11,78	25,00	200,37	23,61
Ροçο	0,22	270,50	59,51	45,00	152,12	90,53
Curitiba	0,14	36,00	5,04	20,00	217,9	10,99
Cavassu	0,05	88,00	4,31	30,00	185,54	8,01
Bicudo	0,46	32,00	14,72	23,00	207,02	30,48
Campininha	0,43	36,00	15,48	25,00	200,37	31,02
Guapurá	0,58	7,00	4,06	20,00	217,9	8,85
Montevideo	0,16	96,00	15,46	30,00	185,54	28,68
Cambuituva	0,20	55,00	11,00	25,00	200,37	22,05
Oásis e Aeroporto	0,35	20,00	7,00	18,00	225,83	15,81
Mosteiro e Ivoty	0,64	4,50	2,88	12,00	253,71	7,31







6 LEVANTAMENTO E ORGANIZAÇÃO DE BASES CARTOGRÁFICAS

A atuação na elaboração de projetos, planos e em diversas atividades que busquem sustentabilidade ambiental com responsabilidade exige grande aporte das novas tecnologias, especialmente as geotecnologias, que dão suporte para o planejamento territorial e tomadas de decisões no âmbito técnico e governamental.

Praticamente todos os trabalhos realizados pelas secretarias de meio ambiente e de obras utilizam dados geográficos e georreferenciados que permitirão a construção de mapas com a distribuição espacial dos fenômenos de interesse.

A estratégia de coleta de informações georreferenciadas deve fazer parte do cotidiano dos técnicos da prefeitura, assim, quando solicitarem dados sobre os sistemas em estudo, deve-se priorizar a pesquisa, levantamento e aquisição de informações georreferenciadas e digitais.

Estas informações, somadas às bases cartográficas e dados estatísticos, formam um conjunto de dados que são passíveis de transformação e visualização em mapas, com o objetivo de melhor compreender as dinâmicas espaciais e territoriais e os sistemas em análise. Para isso, a organização destas informações se torna parte integrante do trabalho de pesquisa.

Entende-se por base cartográfica o material provedor de informações cartográficas, relevantes para um determinado fim ou para a construção de um novo produto cartográfico. As informações que compõem uma base cartográfica são provenientes do mapeamento topográfico associadas às informações temáticas correspondentes ao objetivo do mapeamento (LAZZAROTTO, 2005).

A composição das bases cartográficas para os projetos de interesse do município pode ser feita por informações provenientes de outros mapeamentos, sejam eles altimétricos, planimétricos ou mesmo temáticos. Essas bases compõem um banco de dados de produtos cartográficos e servem para construção de mapas temáticos.

Para se elaborar qualquer mapa temático, deve-se ter primeiramente um documento cartográfico que contenha informações concernentes à superfície do terreno que está sendo estudado, sendo o pano de fundo sobre o qual se passa o fenômeno ou fato analisado, fornecendo, assim, indicações precisas sobre os elementos do terreno, tanto geográficos como antrópicos (ROSA, 2004).





É preciso ter certo cuidado ao estabelecer e, principalmente, representar as bases nos mapas temáticos, uma vez que a quantidade e os detalhes das indicações da base irão variar de acordo com a escala de trabalho e tema a ser representado.

Deve haver um equilíbrio entre a representação das informações do terreno e a das informações temáticas, pois a base não deve diminuir a legibilidade do mapa e mascarar os dados temáticos, o que comprometeria o seu objetivo (ROSA, 2004).

6.1 LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DOS MAPAS

Para a análise territorial e aplicação em hidrologia e drenagem urbana, é preciso o levantamento e ordenamento de vários dados de diferentes fontes, sejam dados, vetoriais, de imagem ou tabelas.

Além disso, algumas pesquisas demandam informações mais detalhadas ou informações georreferenciadas na própria pesquisa, como, equipamentos públicos, infraestrutura urbana, domicílios, sistemas de saneamento, etc.

Devem-se priorizar bases gratuitas e de fontes oficiais e confiáveis, além de se realizar uma minuciosa pesquisa em todos os setores da administração do local a ser trabalhado (município, estado, etc.) a fim de se coletar o máximo de informações georreferenciadas possíveis.

A preparação da base cartográfica deverá seguir a escala regional, podendo ser detalhada de acordo com as necessidades do trabalho.

Os principais dados devem ser levantados nos seguintes sites:

• Recursos Hídricos:

http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?TocItem=4100

• Redes de Transporte e Meio Ambiente (físico e biodoversidade):

http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm

 Malhas digitais municipais, estaduais, setores censitários e demais dados estatísticos:

http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm

• Dados de relevo:

http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/index.htm

Além dessas fontes principais, vários órgãos dos governos federal, estadual e municipal, possuem dados que podem servir de base cartográfica para o mapeamento dos trabalhos do município.







Basicamente, o que se tem a fazer é pesquisar, coletar e baixar arquivos que tenham extensões que permitam o trabalho em ambiente SIG, de preferência dados georreferenciados, o mais comum é encontrar arquivos com extensão ".shp" (*shapefile*) ou ".dwg" (AutoCad).

6.2 METODOLOGIA DE PLANEJAMENTO DAS BASES PARA ELABORAÇÃO DOS MAPAS

De acordo com o IBGE (1998), o planejamento das bases cartográficas é a operação voltada ao inventário de documentação, planificação do preparo de base e elaboração da pasta de informações cartográficas, formando um conjunto de documentos cartográficos, informações básicas e complementares, destinadas a confecção de cartas e mapas através de compilação.

O inventário das informações cartográficas, compatíveis com a escala de trabalho a ser adotada para os mapas produzidos, será feito conforme as características das informações identificadas, sendo divididas em "Documentação Básica" e "Documentação Informativa".

A documentação básica, segundo IBGE (1998, p.103) "é utilizada diretamente na elaboração da base cartográfica", já a documentação informativa "é utilizada com a finalidade de identificar, complementar e atualizar a documentação básica".

Depois de inventariada as informações serão compiladas utilizando o método de compilação direta, compatibilizando as escalas das bases.

A seleção deve ser equilibrada e a densidade dos elementos topográficos a serem representados devem refletir as características básicas da região, mantendo as feições do terreno. A representação deve incluir elementos significativos para a escala final do trabalho, sem comprometer a legibilidade da carta (IBGE, 1998).







Figura 6.1 – Pasta de Informações Cartográficas









7 DEFININDO PROJEÇÕES E TRABALHANDO COM ESCALAS

• **Projeção Cartográfica:** a Cartografia tem como objetivo a representação de uma superfície terrestre ou parte dela em um plano, porém, considerando a forma elipsoidal da Terra nos deparamos com um problema – representar a superfície curva na terra numa superfície plana de mapa. Assim para sanar este problema foram desenvolvidas as projeções cartográficas;

• **Coordenadas:** uma coordenada representa um ponto da superfície da terra. As coordenadas comumente utilizadas são as **coordenadas geográficas** (expressa em grau, minutos e segundos – latitude e longitude 23° 50' 30" e 50° 21' 23") e as **coordenadas UTM** (expressa em metros 370723 – 7411325);

• **Fuso Horário:** Para facilitar a comunicação em nível mundial, tornou-se necessário a unificação da hora. Para isto foi criado o **fuso horário**. O fuso divide o globo terrestre em 24 "parcelas". Cada parcela equivale a 1 hora ou 15 meridianos ou também 15°;



• Meridianos (longitude) e paralelos (latitude);

Escala: é uma relação matemática entre um objeto real e sua representação no
mapa. A escala poder ser numérica 1:100000 ou Gráfica







7.1 DEFININDO UMA PROJEÇÃO NO QGIS

Figura 7.1 - Menu Configurações; Ferramenta Opções; Aba SRC; Seletor de Sistema de Coordenadas

Configurar atalinos Personalização Persona	Cerenciador de estilos	to Ctrl+Shift+P) 🗗 🍯 🧬 🦟	
Control Control Opples Opples </th <th>Configurar atalhos</th> <th></th> <th></th> <th>۵</th>	Configurar atalhos			۵
Canadas Opcies O	🔿 🗠 🗞 🔕 🔊 📢 Personalização	🌼 - 🕅 - 💦	□ <mark>→ →</mark> → ^d 2 _s ,	22
Dipple: Image: The standard of the part move program Standard and the part move program Standard of the part move program Standard for move program Standard of the part move program Standard for move program Standard of the part move program Standard for move program Standard of the part move program Standard for move program Standard of the part one program Standard for move program Standard of the part one program Standard for move program Standard of the part one program Standard for move program Standard of the part one program Standard for program Standard of the part one program Standard for program Standard of the part one program Standard for program Standard of the part one program Standard for program Standard of the part one program Standard for program Standard of the part one program Standard for program Standard of the part one program Standard for program Standard of the part one program Standard for program Standard of the part one program Standard for program Standard of the part one program Standard for program Standard one part o	Opções de ajuste			~ 1
popoles		TRANSFER TRANSFER		. 5
MonderingSie Permanentas de negae. Restençosogênes Populatare PRE Parajae	Opples	- P 13)• 🗁 • • L • 🔭 🚰 • 📅	
PESC-023-022.02 Between- Induitive regragedie ten the fty' comp particle Sectors de Keftelishica de Coordenatios de Referência Sutens de Keftelishica de Coordenatios de Referência Image: Coordenatios de Referência Sutens de Keftelishica de coordenatios para novas canados Image: Coordenatios de Referência Querdic de paragina Image: Coordenatios de Referência de Coordenatios Sutens de Referência de coordenatios de Referência de Coordenatios Autoritation de Liber Sutens de Referência de coordenatios Autoritation de Liber Sutens de Referência de coordenatios de Noveling Autoritation de Liber Sutens de Referência de coordenatios Auto	n 🖌 Renderstaglie III) Persamentas de mapa. III) Sobrepospijes 📄 Sistema de Referência de Coordimadas padrão para novos projetos Sempre inicior novros projetos com este SRC	🐨 Cigitalar 🍈 SAC 🚬 Seglis 📭 Secte 📢		
statilizer reprojektige fon the fly come paralities Secteres de Kefferbings de Coordenados para novels canados Querdio una reve canado di otatio su carregado e tiño possul un SPC • Rompi para SEC • SEC da region • User SPC pardião mostrado adono EPESI + 20:5 = 10:5 EM • SEC mostrados do dono EPESI + 20:5 = 10:5 EM • SEC mostrados do dono EPESI + 20:5 = 10:5 EM • SEC mostrados do dono EPESI + 20:5 = 10:5 EM • SEC mostrados do dono EPESI + 20:5 = 10:5 EM • SEC mostrados do dono EPESI + 20:5 = 10:5 EM • SEC mostrados do dono EPESI + 20:5 = 10:5 EM • SEC mostrados do dono EPESI + 20:5 = 10:5 EM • SEC mostrados do dono EPESI + 20:5 = 10:5 EM • SEC mostrados do dono EPESI + 20:5 = 10:5 EM • SEC mostrados do dono • SEC mostrados do do dono • SEC mostrados do dono • SEC mostrados do dono •	EPSG: 4026 - 10G5 84	Selectore		
Socies de Referência de Coordenados poro noves canados Querdo una mois canados de toxis no coorgado e não possou un SIXC • Prime • Casar SRC pargins • Casar SRC pargins • Casar SRC possible mostrado debase • PESS + 4765 - m058 64 • Casar SRC pargins • Casar SRC pa	Tabilitar reprojeção 'on the fly' como pashão			
Statema de Referência de Coordenado de necesional Quardo uma neva caradad é prado ao conseguido e não possu um SDC. • Rounget para SBC. • User SBC de projeto. • Des SBC de projeto.		CA Salara da Garandar da Develarada da Defenharia		
A montpine as SEC Law SEC de projecto Law	Sistema de Referência de Constenados para novas canados Quando uma nevo camado é criada ou corregada e não poseu um SRC	Titra	1	
User SRC berreferie S1000 r UND 2011 135 PSG 2000 User SRC parable markado datos PSG 2000 PSG 2000 EPSG 4306 - MOS BM PSG 2000 PSG 2000 Sistema de referiencia de coordenadas do twentif Ouxiler SRC sobolistas Sistema de referiencia de coordenadas PSG 4306 Vario 1275 PSG 4326 Vario 1275 PSG 4306 Vario 1275 PSG 4326 Vario 1275	Prompt pwis SRC	Sistema de Referência de Crenteroutes	autoridade de m	
EPSC-4326 - HIGS 84	U Usar SRC de projeto	Cafe& / Lifth same 185	AND C. MAY MA	
e • • • • • Sistema de referência de coordenadas de 'weeld' Outlar SROs obsekte Sistema de Referência de Coordenadas Autostade de OL Visrei 3275 Preis) PSG-4336 Visrei 3275 Preis) PSG-4331 Visrei 3275 Preis) PSG-4331 Visrei 3275 Preis) PSG-4334 Visrei 3275 Preis) PSG-4335 Visrei 3275 Preis) PSG-4334 Visrei 3275 Preis) PSG-4335 Visrei 3275 Preis) PSG-4335 Visrei 3275 Preis) PSG-4335 Visrei 3273 Preis) PSG-4335 Visrei 3273 Preis) PSG-4335 Visrei 3273 Preis) PSG-4335 Visrei 3273 Preis) PSG-4325 Visrei 3274 PSG-4325 Visrei 3275 PSG-4325 Visrei 327 PSG-4325<	Citar SPC pachão mostrado abaixo	100555	1277-117	
Sistema de referência de coordesadas de Weeld? 0.0.85 9005 etcostes Sistema de referência de coordesadas de Weeld? 0.0.85 9005 etcostes Sistema de Referência de Coordesadas de Weeld? 0.0.85 9005 etcostes Sistema de Referência de Coordesadas de Weeld? 0.0.85 9005 etcostes Sistema de Referência de Coordesadas de Weeld? 0.0.85 9005 etcostes Venerol 3275 Parto 1.0005 etcostes Venerol 3275 9705 4511 Venerol 3275 9705 4521 Venerol 3275 9705 4523 Venerol 3275 9706 452	User SRC packilla mostrado abaixa EPISO 4026 - WISE 84	W19944W100000	1956 4300	
Bithmid de Bathwind de Constantiès Autoridate (et D) Visioni 1275 PSG-4811 Visioni 1279 PSG-4812 Visioni 1279 PSG-4823 Visioni 1279 PSG-4823 <td>U Gair SRC padhlio mostrado abaino (EPSG/4326 - WGS 84</td> <td>•</td> <td>() / / / / / / / / / / / / / / / / / / /</td> <td></td>	U Gair SRC padhlio mostrado abaino (EPSG/4326 - WGS 84	•	() / / / / / / / / / / / / / / / / / / /	
Wind 3273 (Parts) BPGG 4511 Vaciol 3279 BPGG 4511 Vaciol 3279 BPGG 4521 Vaciol 3279 BPGG 4523 Vaciol 3279 BPGG 4523 Vaciol 3279 BPGG 4524 Vaciol 328 Vaciol 328 Participante Otto Caciol 1140	U user SHC packlike mostrade abana (EPSG) 4326 - HIGS 84		Cristi 4500	
Vacid 3779 \$P\$G:4471 Vacid 3779 \$P\$G:4421 Vacid 3729 \$P\$G:4423 Vacid 3729 \$P\$G:4424 Vacid 324 \$P\$G:4423 Vacid 324 \$P\$G:4424 Vacid 324 \$P\$G:4424 Vacid 324 \$P\$G:4424 </td <td>U User SRC padrillo Hostrado abaino (EPISO 4326 - INICE 84</td> <td>A Sistema de referência de coordenadas do 'workf' Sistema de Referência de Coordenadas</td> <td>Autoridade de D</td> <td></td>	U User SRC padrillo Hostrado abaino (EPISO 4326 - INICE 84	A Sistema de referência de coordenadas do 'workf' Sistema de Referência de Coordenadas	Autoridade de D	
WG566 SPSG.4380 WG572 SPSG.4322 WG5786 SPSG.4324 WG5784 SPSG.4326 WG584 SPSG.4326 WG596 <	U User SRC peoklika resoltrado abaina (EP6G) 4326 - ISIGE 84	Electric difficulty of the second secon	Contraction	
WIGS 72 875G 4321 WIGS 72 875G 4321 WIGS 84 875G 4325 WIGS 84 875G 4325 Image: State of the sta	U User SRC peoblike restrictede abanea (EP66) 4326 - 8658 84	Eccor difficultation	Coultar SRCs obsoletios Autoridade de ID POG-4304 SPG-4304 SPG-4431 SPG-4431 SPG-4431 SPG-4431	
W105 7.0%t 8150,43,43	U User SPC pedella resolvado abaina (EPSG-4126 - INGE 84	Constitution Sistema de referência de coordenadas do 'workd' Sistema de Referência de Coordenadae Viscel 1275 Viscel 1275 Parto Viscel 1275	COURT SECS	
eventre & enderse & OK Canol Hep	U Usar SPC padella reostrado abano	Electron dimension Electronic de coordenadas do 'world' Sistema de referência de Coordenadas do 'world' Sistema de Referência de Coordenadae World 1375 Word 1375	COURT SPC	
executive to executive to	Usar SPC padilis mostado aboina (EPS0-4326 - m06 84	Coor of the birt and States de referência de coordenadas do 'world' Sistema de referência de Coordenadae Veire 1375 Parto Veire 1379 Parto Weise 1379	Cultar SRCs obsoletios Autoridade de ID	
te controle de service de	U Usar SRC padelila resolvado abaino [EP50:4326 - 8/05 84	Construction Construction Construction Statema de referiência de coordenadas do 'worki' Estema de Referiência de Coordenadae Work 3175 Work 3175 Work 3179 Work	Autoritade de ID Im Druiter SRCS obsoletas Im PRG-4304 Im SPG-4304 Im	
average to average the second se	U Gar SPC packlis mostrado abaino [EPSG-4126 - INGE 84	Construction Sistema de referência de coordenadas de 'week' Sistema de Referência de Coordenadas Vened 1475 Vened 1475	COURT COUNT COURT COURT <td< td=""><td></td></td<>	
the constraint of the constraint on the constraint of the constrai	Usar SPC padrilis mostrado aboino (EPSO 4026 - mOS 84	Coor of the birt and Coor of the birt and Sistema de referificida de coordenadas do 'workif' Sistema de Referificida de Coordenadae Work 1375 Partin Work 1375 Partin Work 1379 Partin Work 1379 Partin Work 1379 Work 1479 Work 1479 Work 1479 Wor	COLUMN SRCs obsoletos Autoridade de ID COLUMN SRCs obsoletos Autoridade de ID Proc.4304 SPSC.4304 SPSC.4312 SPSC.4322 SPSC.4322 SPSC.4322 SPSC.4323 SPSC.4323 SPSC.4323 SPSC.4323 SPSC.4323 SPSC.432	
◎ P\$ P\$ P\$ 0 \$ 20 \$ 1 \$ 1 \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$	Usar SPC padilis mostado abaina [EPS0:4336 - mS0 84	Construction Construction Statema de referiência de coordenadas do 'worki' Satema de Referiência de Coordenadae Work 3729 Partis Work 3729 Work 372 Work 3729 Work 372 Work	Quillar SR0s obsoletios Autoridade de ID BPSG43304 BPSG43304 BPSG43304 BPSG43304 BPSG4330	







7.2 DEFININDO UMA PROJEÇÃO NO ARCGIS



Figura 7.2– Menu View; Data Frame Properties; Coordinate System







7.3 TRABALHANDO COM ESCALAS NO QGIS











Figura 7.4 – Definindo escala gráfica de visualização no QGis







7.4 TRABALHANDO COM ESCALAS NO ARCGIS



Figura 7.5 – Definindo escala numérica de visualização no ArcGis







8 GEOPROCESSAMENTO E SISTEMA DE INFOMAÇÕES GEOGRÁFICAS

8.1 O QUE É GEOPROCESSAMENTO?

É o conjunto de tecnologias voltadas à coleta e tratamento de informações espaciais. As ferramentas destinam-se ao processamento de dados referenciados geograficamente (ou georreferenciados), desde a sua coleta até a geração de saídas na forma de mapas convencionais, relatórios, arquivos digitais, etc.; devendo prever recursos para sua estocagem, gerenciamento, manipulação e análise.

8.2 O QUE É SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS – SIG?

SIG é um sistema que processa dados gráficos e não gráficos (alfanuméricos) com ênfase as análises espaciais e modelagens de superfícies.

8.3 APLICAÇÕES DE UM SIG

- Ferramenta para produção de mapas;
- Suporte para análise espacial de fenômenos;
- Banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial.

8.4 O QUE É ARCGIS?

O ArcGIS é um pacote de softwares da ESRI. O ArcGIS disponibiliza em um ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG) uma gama de ferramentas de forma integrada – objetiva a manipulação e a produção de mapas.

8.5 O QUE É QGIS?

O Quantum GIS (QGIS) é um Sistema de Informações Geográficas de Código Aberto, com função de visualizar e explorar dados; compor mapas; criar, gerenciar, editar e exportar dados; analisar dados, e; publicar mapas na internet.







9 TRABALHANDO NO QGIS

A seguir serão mostrados alguns passos para leitura e manipulação de dados para realização de cálculos e extração de informações por meio de ferramentas de geoprocessamento.

9.1 INICIANDO UM PROJETO NO QGIS

A seção de trabalho no QGIS é considerada um projeto, sendo possível trabalhar um projeto por vez. As configurações são consideradas por projeto, ou como padrão pré-determinado para novos projetos. Assim, o QGIS pode salvar o estado de sua área de trabalho dentro do arquivo do projeto, usando a opção do menu *Projeto*

Salvar ou Projeto > 🖬 Salvar como....

Carregue o projeto salvo em uma seção QGIS usando Projeto Abrir..., Projeto > Novo a partir de um modelo ou Projeto > Abrir projeto recente >.

Se você deseja cancelar sua seção e iniciar outra escolha **Projeto Novo**. Ou das opções do menu será solicitado que você salve o projeto existente se houve mudanças desde a última vez que ele foi aberto ou salvo.

9.2 CARREGANDO CAMADAS NO QGIS

Uma camada é um arquivo que será visualizado na tela de projeção do QGis, podendo ser arquivos de imagem, tipo Raster ou arquivos vetoriais, tipo shapefile.

- 1. Clique no ícone Raster .
- 2. Navegue até a pasta Treinamento/Raster/, selecione o arquivo TIFF

MDT_Itanhaem.tif e clique [Abrir].

3. Clique no ícone Vetorial







4. Navegue até a pasta Treinamento/Shapefiles/, selecione um arquivo Shape

*.shp e clique [Abrir]. Isso fará com que apareça uma nova janela.

Figura 9.1 – Caixa de Diálogo para escolha do shapefile

ource type			
🖲 File	O Directory	 Database 	O Protocol
Encoding	UTF-8		
ource			
Dataset			Browse

Ao selecionar um shapefile a partir da lista e clicando em [Abrir] o QGIS o carregará.









Figura 9.2 – Shapefile carregado e projetado no GIS

9.3 CRIANDO CAMADAS NO QGIS

Para criar uma nova camada de shapefile para edição, escolha: Menu Camada, Criar Nova Camada, Shapefile... Escolha o tipo de camada (ponto, linha ou polígono) e CRS (sistema de coordenadas de referência).

Note-se que o QGIS ainda não suporta a criação de feições 2.5D (ou seja, com características X, Y, Z).







Figura 9.3 – Janela de criação de uma nova camada Shapefile

Point	() Line		O Polygon	
SG:4326	WGS 84			Specify C	RS
ew attrib	ite				
Name					
Туре 🛛	ecimal num	ber			
Width 2	0	Precisi	on Carl	dd to attribute:	s <mark>l</mark> ist
width 2) ist	Precisi	on Carl	dd to attributes	s list
Width 2 ttributes Name) ist Type) Precisi	width	dd to attributes Precisio	s list
Width 2 ttributes Name id name	ist Type Integ	Precisioner Precis	Width	dd to attributes Precisio	s list
Width 2 ttributes Name id name elevation	ist Type Integ String Real	Precisioner Precis	on A	dd to attributes Precisio	s list

Para concluir a criação da nova camada de arquivo shape, adicione os atributos desejados clicando no botão [Adicionar à lista de atributos] e especifique um nome e tipo para o atributo. A primeira coluna 'código' é adicionado como padrão, de acordo com o tipo de atributo, você também pode definir a largura e a precisão da nova coluna de atributo. Quando estiver satisfeito com os atributos, clique em [OK] e forneça um nome para o arquivo shape.

O QGIS irá adicionar automaticamente um arquivo *.shp com o nome especificado, sendo adicionada à lista de camadas pronta para ser editada.

9.4 EDITANDO CAMADAS NO QGIS

Em geral, ferramentas de edição de camadas vetoriais estão divididas em uma barra de digitalização ou digitalização avançada, descrita na seção Edição da Tabela: Edição básica da camada vetorial pela barra de ferramentas.

Todas as sessões de edição começam escolhendo a *v* opção alternar edição. Isto pode ser encontrado no menu de contexto depois botão direito sobre a entrada de legenda para uma determinada camada.







Figura 9.4 – Ferramentas de edição

Ícone	Finalidade	Ícone	Finalidade	
Ņ	Edições actuais	Ø	Alternar edição	
••	Adicionando Elementos: Capturar Ponto	V	Adicionando Capturar Linha	Elementos:
	Adicionando Elementos: Capturar Polígono		Mover Elemento	
1%	Ferramenta de Nós	×	Apagar Selecionado	DS
×	Cortar Elementos		Copiar Elementos	
	Colar Elementos		Salvar edições da c	amada

Salvar Regularmente

Lembre-se de Salvar Edições da Camada regularmente. Isto também irá verificar se a sua fonte de dados aceita todas as alterações.

9.5 TRABALHANDO COM A TABELA DE ATRIBUTOS

A opção atributos da tabela exibe características de uma camada selecionada. Cada linha na tabela representa um recurso de mapa, e cada coluna contém uma determinada parte das informações sobre o recurso. Recursos na tabela podem ser pesquisados, selecionados, movidos ou mesmo editados.

Para abrir a tabela de atributos de uma camada vetorial é preciso clicar sobre ela na área de legenda com o botão direito e escolher a opção Abrir tabela de atributos. Isto irá abrir uma nova janela que exibe os atributos do recurso para a camada. O número de recursos e o número de recursos selecionados são mostrados no título da tabela de atributos.







8	😣 😑 💿 Attribute table - regions :: Features total: 26, filtered: 26, selected: 4									
💋 🖶 🗴 🛍 💁 🧟 🏵 🌮 🗈 🛛 👪										
NA	NAME_2 ‡ = € Update All Update Selected									
	ID 🔺	NAME_1	NAME_2	HASC_2	TYPE_2	Â				
0	1	Alaska	Aleutians E	US.AK.AE	Borough	=				
1	2	Alaska	Aleutians	US.AK.AW	Census Area					
2		Alaska	Anchorage	US.AK.AN	Municipality					
3	4	Alaska	Bethel	US.AK.BE	Census Area					
4	5	Alaska	Bristol Bay	US.AK.BR	Borough					
5	6	Alaska	Denali	US.AK.DE	Borough					
6	7	Alaska	Dillingham	US.AK.DI	Census Area					
7	8	Alaska	Fairbanks N	US.AK.FA	Borough					
	Show All Featu	res-								

Figura 9.5 – Tabela de Atributos para a camada regiões

Cada linha selecionada na tabela de atributos representa os atributos de um determinado elemento da camada. Se o conjunto de elementos selecionados na janela principal é alterado, a seleção também é atualizada na tabela de atributos. Da mesma forma, se um conjunto de linhas selecionadas na tabela de atributos é modificada, o conjunto de elementos selecionado na janela principal será atualizado.

As linhas podem ser selecionadas ao clicar no número da linha, do lado esquerdo desta. Podem ser marcadas Linhas múltiplas manter a tecla Ctrl pressionada. Pode ser feita uma seleção contínua se manter pressionada a tecla Shift e clicar na entrada de várias linhas, do lado esquerdo. Todas as linhas entre a posição atual do cursor e a linha clicada serão selecionados. Ao mover a posição do cursor na tabela de atributos, ao clicar em uma célula na tabela, não tem influência na seleção de linhas. Modificar a seleção na tela principal não altera a posição do cursor na tabela de atributos.

A tabela pode ser ordenada por qualquer coluna, clicando no cabeçalho da coluna. Uma pequena seta indica a forma de ordenação (apontar para baixo significa valores descendentes do topo da linha, apontar para cima significa valores descendentes do topo da linha).

Para uma **simples busca por atributos** em apenas uma coluna, escolha o menu de seleção: filtrar Coluna -> a partir do menu no canto inferior esquerdo. Selecione o campo (coluna) em que a pesquisa deve ser realizada a partir do menu suspenso, então, apenas os recursos relacionados são mostrados na tabela de atributos.






Os outros botões na parte superior da janela de tabela de atributos fornecem as seguintes funcionalidades:

- Alternar o modo de edição para editar valores individuais e permitir funcionalidades descritas abaixo (também com Ctrl+E)
- Balvar Editados (também com Ctrl+s)
- Desselecionar todosl (também com Ctrl+U)
- Mover seleção para o topo (também com Ctrl+T)
- Inverter seleção (também com Ctrl+R)
- Copiar linhas selecionadas para área de transferência (também com Ctrl+C)
- Zoom no mapa para linhas selecionadas (também com Ctrl+J)
- Pan no mapa para linhas selecionadas (também com Ctrl+P)
- Deletar feição selecionada (também com Ctrl+D)
- Nova Coluna para camadas PostGIS e para camadas OGR com versão GDAL
 >= 1.6 (também com Ctrl+W)
- Deletar Coluna para camadas PostGIS e para camadas OGR com versão >= 1.9 (também com Ctrl+L)
- Abrir calculadora de campo (também com Ctrl+I)

9.6 MEDIÇÃO DE LINHAS, ÁREAS OU ÂNGULOS

^{Measure Line}: com esta ferramenta é possível medir a distância entre dois ou mais pontos. É possível medir por exemplo o comprimento de um rio, rua ou galeria pluvial.







Figura 9.6 – Tela de Medição de Distâncias

	Seg	ments [meters]
		1,397.956
		819.243
		1,319.763
Total	6.378 km	meters
▶ Info		

Measure Area: Áreas podem ser medidas utilizando essa ferramenta. Para isso devese desenhar um polígono na área que deseja ser medida. Através desta ferramenta é possível saber o medida de lotes, bacias hidrográficas, etc.

Figura 9.7 – Tela de Medição de Áreas

😣 🗊 Measure	(OTF on)		
Total	7.989 km²	meters	\$
▶ Info			
Help	Nev	v) 🤇	lose

Measure Angle: Através dessa ferramenta é possível medir angulos.

Figura 9.8 – Tela de Medição de Ângulos



Se o mapa carregado está definido em sistema de coordenadas geográficas (latitude/longitude), os resultados de medições de uma linha ou área serão incorretos. Para corrigir isto, necessitamos definir um sistema de coordenadas de mapa apropriado.

SELECIONAR E DESFAZENDO SELEÇÃO DE FEIÇÕES 9.7

A barra de ferramentas padrão oferece várias formas de selecionar feições na tela do mapa. Para selecionar uma ou mais feições, basta clicar sobre uma opção e selecionar sua ferramenta:







- , Selecionar uma única feição
- Selecionar Feições através de Retângulo
- Selecionar Feições através de Polígono
- Selecionar Feições por Desenho Livre
- Selecionar Feições por Raio

Para desfazer a seleção de todos as feições selecionadas clique em besselecionar todas feições da camada

Selecionar feição usando uma expressão permite ao usuário selecionar feição usando diálogo expressão. Veja *capítulo vector_expressions* para algum exemplo.

Os usuários podem salvar a seleção de feições em uma **Novo Arquivo de Camada Vetor** ou Nova Camada Vetor usando *Editar > Colar feições como...* e escolher o modo desejado.







10TRABALHANDO NO ARCGIS

O software ArcGIS®, é um programa que permite se trabalhar em Sistema de Informação Geográficas – SIG, o uso de ferramentas nesse ambiente possibilita produzir, armazenar, processar, analisar e representar inúmeras informações sobre o espaço geográfico, incluindo análises e cálculos que auxiliam na elaboração de modelos hidrológicos. O programa é constituído por diversas ferramentas como:

- ArcCatalog III : Utilizada para o gerencimento dos dados a serem trabalhados (Conectar, pré-vizualização, criação de arquivos, etc);
- ArcToolBox
 Como o próprio nome já diz, onde se encontras as ferramentas e extensões, que permitem a realização de operações diversas com dos dados geográficos;
- ArcReader ²: Utilizado para a visualização de arquivos já desenvolvidos no ArcMap;
- ArcScene 2 : Permite a elaboração de dados georgraficos em ambiente 3D, além de permitir a criação de animações;
- ArcGlobe (Section 2): Aplicativo do pacote ESRI que permite a visualização de um globo terrestre onde se pode navegar em 3D.

10.1 FORMATOS RECONHECIDOS PELO SOFTWARE

O ArcGIS®, permite se trabalhar com diversas bases de dados, tais que, o próprio programa gera em algumas extensões pré-determinadas, e permite a importação de diversas outras e a conversão para formatos conhecidos, como kml, excel,, dwg, etc. Segue abaixo alguns dos formatos:

- Shapefile (shp): É um arquivo vetorial, podendo ser encontrado como linha , polígono il ou ponto , esse arquivo sempre vem acompanhado de outros arquivos em formato *dbf* (possui o banco de dados e/ou atributos) e *shx* (arquivo de vinculação entre o *shp* e o *dbf*);
- Arquivos Raster III (Grid, jpeg, tiff, TIN, etc.): Imagens de satélite, carta topográfica, aerofotografia, imagens Google Earth, etc.







- Layer <> (lyr): É uma extensão capaz de armazenar as especificações determinadas a um shapefile, como escala de cor, fonte, rótulos, entre outras possibilidades desejadas, ele sempre está vinculado ao shapefile de criação original, sem ele não é possível a visualização do layer;
- Tabela xls/atributos : o programa permite a exportação de tabelas de atributos gerados (*dbf*) para o formato xls e vice-versa, isso permite a exportação dos dados e a importação de novas informações que se queira agregar ao shapefile;
- Arquivos kml/kmz S: É possível inserir no ArcMap, arquivos gerados a partir do Google Earth, como um polígono ou um arquivo de linhas, outra possibilidade é a conversar de um arquivo shapefile para o formato kml/kmz;

10.2 ORGANIZAÇÃO DOS ARQUIVOS E LEITURA DENTRO DO SOFTWARE

No software, os dados geográficos são organizados segundo suas semelhanças temáticas e vêm acompanhados por uma tabela de atributos contendo os dados(alfanuméricos) de sua descrição.

Os formatos podem ser armazenados como sendo vetorial (polígono, linha, ponto) ou tipo Raster que são representações de espaço geográfico utilizando estruturas geométricas.

No formato Vetorial, os dados geográficos são representados por:

 Linhas :: Cada linha é armazenada por dois pares de coordenadas (X, Y); (X, Y). (Hidrografias, rodovias, ferrovias, ruas, etc.);







Figura 10.1 – Exemplo arquivo vetorial de linha



Polígono Ima: polígono são sucessivos pontos e linhas, onde a coordenada do primeiro ponto coincide com a coordenada do último ponto. (Limites estaduais, municipais, bacias hidrográficas, etc.);

Figura 10.2 – Exemplo arquivo vetorial de polígono



 Ponto :: Cada ponto é armazenado por um par de coordenadas (X, Y). (Poços, aeroportos, localidades, etc).







Figura 10.3 – Exemplo arquivo vetorial de ponto



 Raster IIII: As informações são armazenadas em matrizes, formadas por pixel que possuem um valor determinado (georreferência).
 Podendo ser imagens de satélite, carta topográfica, aerofotografia, imagens Google Earth, entre outros.

Figura 10.4 – Exemplo arquivo no formato raster



10.3 INICIANDO O PROGRAMA

O ArcMap possibilita explorar dados geográficos e criar mapas para exibição, para iniciar o ArcMap é necessário encontra-lo em seu computador, verifique se após a instalação ele está fixado na barra de tarefas, se não, é preciso encontra-lo dentro dos programas em seu computador, o modo de procurar pode variar conforme a versão do sistema operacional instalado, no exemplo será utilizado o Windows 10, porem a localização do arquivo permanece no mesmo local para todos, o software utilizado para esse tutorial foi o ArcGIS 10.3, porem todas as versões trabalham com o mesmo sistema, não alterando assim a forma ensinada neste tutorial, sendo assim:

- 1. Clique no botão Iniciar da barra de estado do Windows;
- 2. Clique sobre o nome Todos Aplicativos;







- 3. Clique sobre o nome ArcGIS;
- 4. Clique sobre o nome ArcMap 10.3.

Feito isso o programa deverá abrir automaticamente.



Figura 10.5 – Encontrando o ArcMap no computador

A primeira vez em que é aberto o ArcMap, a caixa de diálogo inicial irá aparecer, ela oferece várias opções de edição de projetos anteriores, mas para esta etapa será iniciado o programa com um projeto em branco.

File Edit View Bookmarks Insert Selection Geoprocessing Customize Windows Heli			
		TRACT BRAND	
	D G S S VIETS W C S Oblebeloug I	1. 化传承速调应法,	i romana. 🔹 🖬 🗖
	New Document	×	2
	Choose a template for your new map	121 <u>22</u> 22	
	Morrison Reserved Morrison Morr		
	Cr\Lisers\/hiago Henrique\AppCata\@caming\CSR1\Desktop10.3\ArcMap\Templates\Viormal.mxt		
	Default geodatabase for this map:	What is this?	
	Cr\Users\Thiago Henrique\Documents\WrCGIS\Default.gdb	V 200	
		OK Cancel	
(10.10) (10.11			,*
Identify Drawing = Ik ○ ○ □ • A • <	a.e	ssification •	Editor - N / Z Z A + H IS Is d × 9 E A F
			-351,939 992,949 Unknown Units
📲 Pesquisar na Web e no Windows 🛛 🗈 🚊 🤤	. 1 💁 😤 🛓 💽 🤤 🧕 🛤 📚		▲ 13:30 ▲ 10 ♥ 29/02/2016

Figura 10.6 – Iniciando o programa





Devemos então, organizar e personalizar a área de trabalho do ArcMap, a priori é necessário definir o sistema de coordenadas geográficas, o Datum atual em uso no Brasil é o SIRGAS 2000, o fuso em que o município de Itanhaém está inserido é o 24S, para isso fazemos assim:

1. Clicar com o botão direito em "Layers" e ir em "Properties";

2. Será aberta uma janela "Data frame Properties", clique em "Coordinate Systems, depois em "Projected Coordinate Systems", "UTM", escolha "SIRGAS 200 UTM Zone 24S" e aplique "OK".

Feito isso já definimos o sistema de coordenadas geográficas para o nosso projeto a ser executado, essa escolha é fundamental pois evita o erro de localização geográfica associado ao sistema de coordenadas, pois, o sistema usado é próprio para a área de interesse.

Distilled - Jacking						-		- a x
File Edit View Bookmarks Insert Salertion	Sectore Customire Wind	mar Halo						0 11
				Di SD Anabert e	- 田本王		Spenning O B D D	日日本 引用 本在海門
	A 100 144 146 18 0 100 1			s es g : companyar				
	/ / / / / / / / / / / / / / / / / / /	우물이 드 이		orereneoing •	人民使苦苦。	\$1 K2 (12 *	: Popiene . 🏊 🕅 🛤	
			Data France Report General Carlo Correst Carlos Car	e Avantar for line a forther for fine a forther a forther the standard the standa	X Tere in and frame bender Gal B G + 3 x x x x x x x x x x x x x			(2010) (2010) (2010) (2010) (2010)
	<u>п</u> понс							>
ldentify								
Drawing • kr ⊙ 🖽 🛄 • A • 🖾 🖉 Aial	√ 10 ∨ B /	Ш А • М • 2 • • •		Clessification	pn •		ditor・ トト』ノア 母・米 12 -351,939 9	日、中 × 今(日 四)日 🛓 92,949 Unknown Units
Pesquisar na Web e no Windows	o â	🔁 📄 🍌 🔯 🤻	Al 🔍 🖨 👩 🖬					∧ 10 41) ■ 1400 mm1/2016

Figura 10.7 – Definindo coordenada geográfica

Na sequência do processo de configuração é a escolha das extensões a serem utilizadas na área de trabalho:

- 1. Clique em "Customize" e escolha "Extensions";
- 2. Habilite as extensões que serão utilizadas, selecionando todas as opções;
- 3. em seguida clique em "Close".





MUNICÍPIO DE ITANHAÉM PLANO DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS DE BACIAS URBANAS Manual de Drenagem Municipal



stitled - ArcMap	-				- 0
Edit View Bookmarks Insert Selection Geoprocessing Customize	Windows Help				
🖆 🖬 😂 🌭 🛞 🖏 🛪 🤊 🗠 🚸 🗸 1:44.403.653 💦 🗸 🔀	(🗆 🗿 🛱 🗳 🖕 🖕 📲 🖓 🖓 🕾 🕲 🗄	🗄 🖷 🗃 🚾 🔍 📄 🗟 🖓 🎥 🚪 SD Analyst -	I 第 条 条 主 各 路 I	🔮 👷 Snapping 🔽 🗇 🗇 🖉 👷 📃	コウドトゥイクト
역 🔄 🕲 👯 🚼 🔶 수 🕸 - 🖾 🕨 🔕 🥖 🖉 😵	I I I I I I I I I I I I I I I I I I I	5 🔷 🖾 🕤 500 🔹 🙀 : Georeferencing •		Publisher 🦂 🏕 🚞	v (# #)
Of Contents P ×					-
9 😔 🖶 🖂					
Layers					
		Extensions X			
		Seect the extensions you want to use.			
		- ArcScan			
		Geostatistical Analyst			
		- Publisher			
		Settel /oakat			
		- 2 Tracking Analyst			
		Description:			
		3D Analyst 10.3.0 Conversite 61999-2014 East Inc. At Dicket Daragoard			
		Provider toric for exfere modeline and 3D visualization			
		Class			
m n o n s					
ntify					
aing • 🍂 🖂 🖾 🖬 🔲 • 🗛 • 🖂 🙋 Aial 🛛 🗸 10 🗸	BIUA·A·B·	Clessificati	on• 🖉 🗉 🖉 🖓	■ Editor - トトレノアロ・米田田	
				-6414175,51 484	6752,102 Meters
Descriving na Web e no Windows	🙃 👝 🖿 🛄 🔂 🗶 🗛				- 07 del 🗖 1403

Figura 10.8 – Habilitando extensões

Feito isso é necessário habilitar as ferramentas advenientes das extensões ativadas, ativaremos as principais ferramentas utilizadas dentro do programa, para isso procedemos assim:

1. Clicar com o botão direito na porção superior da área de trabalho, próximo a barra de ferramentas;

2. Clicar nos nomes: "editor", "Georreferencing", "layout", "standard", "tools".



MUNICÍPIO DE ITANHAÉM PLANO DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS DE BACIAS URBANAS Manual de Drenagem Municipal



U		
Unitiled - ArcMap	✓ 3D Analyst	- 0 ×
File Edit View Bookmarks Insert Selection Geoprocessing Customize Windows Help	Advanced Editing	
🗋 🧀 😂 (사) 이 🗞 X (*) 이 (🚸 - 14440.653 💦 🗸 🔛 🗔 🖓 🖓 💭 🎠 🚽 이 이 이 이 이	Animation	30 Analyst 「京会長当為島」 🖓 🔮 Snepping • 〇日日口 , 民日口 ② / サ 名令 個
역 역 전 @ # 22 수 수 있는 이 두 @ / 한 22 옷 전 전 #	ArcScan	eening V 🖉 🖉 🖉 🖉 🖉 🖤 🖇 🛱 🖉 🖤 🖤 🖤 🖤
able Of Contents 9 ×	COGO COGO	
2 🗟 🗢 🖶 🖂	Data Driven Pages	
a layers	Data Frame Tools	
	Distributed Geodatabase	
	Edit Varticar	
	Editor	
	✓ Effects	
	Feature Cache	
	Feature Construction	
	Geocoding	
	Geodatabase History	1
	Geometric Network Editing	
	Georeferencing	
	Geostatistical Analyst	
	Graphics	
	✓ Image Classification	2
	Labeling	
	USDama	
	er lagest	
	Network Analyst	
	Parcel Editor	12
	Publisher	
	Reservated	
	Route Editing	
	Schematic	
	Schematic Editor	
	Schematic Network Analyst	
	 Snapping 	
	Spatial Adjustment	
	Contint Analyst	1
	Tablet	
	Tablet	
	Tente	
	Topology	
	Tracking Analyst	
	Transform Parcels	× *
l dentify	Utility Network Analyst	
Drewing • 🛊 🖸 🔤 🗆 • A • 🖄 🖉 Aid 🛛 🔍 10 🔍 B / 🔟 📥 • 🖗 • 🧟 • • •	Versioning	Clesification・ 回帰県日・夏」Edtor・トトレノアロ・※ 当街中×の 日回 日。
-	•	-3817759,232 4987733,982 Meters
💶 Descruiter na With a na Windows 🛛 🗗 👘 🤷 🐂 🛄 🔂 😣	1 🐽 🔿 🧔 🖬	▲ □ 41日 1414



Existem inúmeras ferramentas que auxiliam nos trabalhos no ambiente do ArcMap, e suas utilizações variam conforme o conhecimento e a necessidade do uso de tais ferramentas, ficando a cargo do usuário sentir quando usar e procurar conhecer as ferramentas fornecidas.

Feito isso, é necessário realizar o salvamento das alterações realizadas e escolher um local onde ficara o projeto a ser elaborado.











Feito isso temos então a nossa área de trabalho pronta para o desenvolvimento do projeto.



Figura 10.11 – Área de trabalho ArcMap

10.4 BARRA DE FERRAMENTAS (TOOLS)

A barra de ferramenta (Tools) é de fundamental importância na organização do trabalho, permitindo práticas fundamentais na elaboração e manuseio dos





(





10.5 BARRA DE FERRAMENTAS STANDARD

A barra de ferramentas standard é fundamental igualmente como a Tools, tem como funcionalidade salvar, imprimir, entre outras, além de conter outras extensões do ArcGIS.



10.6 ADICIONANDO E TRABALHANDO ARQUIVOS

Para adicionar um arquivo a ser trabalhado deve-se clicar no ícone **Add data**, presente na barra de ferramentas na parte superior ou no menu e acessar a pasta em que se encontram os arquivos. Aparecerão os arquivos que o programa suporta, em seguida selecionar e adicionar os que se deseja trabalhar clicando em **Add**.

Q apotila_ArtMap_103 - ArtMap	- 0 ×
File Edit View Bookmarks Inset Selection Geoprocessing Customize Windows Help	
□ 🖆 🛱 👆 1 ½ 0 🖗 × 1 ? 0 🕐 • 1300000 🔹 📈 🖼 🖉 🛱 🖉 🖉 🖉 🖉 🖉 🖉 🖉 🖉 🖉 🖉 🖉 🖉 🖉	
[龟龟】【●】其114年中国•■●》《回盐 離過名回國》[Exter+トトレンクロービ区比中メタ目回回記》	
	×
i ldentify	
	-8659329,82 1861847,473 Meters
📫 Perquisar na Web e no Windows 🕕 🛍 😢 🛤 💹 🔯 🍕 🎽 🌑	스 12 41 루 1541 23/02/2016

Figura 10.12 – Inserindo arquivo







Feito isso os dados são inseridos na área de trabalho do ArcMap.



Figura 10.13 – Arquivos prontos para os trabalhos dentro do ArcMap

10.7 EDIÇÃO E CRIAÇÃO DE ARQUIVOS

Com os arquivos inseridos dentro da área de trabalho é possível realizar e edição e a criação de mais componentes do shape em uso. Para isso é preciso:

- 1. Clicar na caixa de ferramentas de edição;
- 2. Clicar em "Start Editing";
- 3. Localizar e clicar em "Create Features"; e
- 4. Escolher o shape a ser editado.









Figura 10.14 – Arquivos prontos para os trabalhos dentro do ArcMap

Após a realização da edição desejada é necessário fazer o salvamento dentro da ferramenta de edição, clicando em "Save Edits" e na sequência em "Stop Editing", feito isso as alterações realizadas no shapefile serão salvas.

Se houver a necessidade de criação de um novo shapefile é necessário localizar onde o Geodatabase do projeto está salvo utilizando o ArcCatalog, logo após, clique com o botão direito do mouse, selecione a opção "New" e depois "Feature Class".





MUNICÍPIO DE ITANHAÉM PLANO DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS DE BACIAS URBANAS Manual de Drenagem Municipal





Figura 10.15 - Criação da "Shapefile"

A janela "Create New Shapefile" se abrirá e será criado uma shape (camada), de modo que cada tipo de informação no mapa em produção, também deve ser criada uma camada correspondente. Na janela preencha o nome da shape, seu modo de implantação (ponto, linha ou polígono) e, por último, determine o sistema de coordenadas da camada clicando em "Edit...". Deve ser lembrado que é importante ter previamente as informações que serão inseridas como camadas: quantas serão necessárias, seus respectivos nomes, suas qualidades enquadradas em "ponto, linha ou polígono" e novamente o sistema de coordenadas com o qual se está trabalhando.







Create	New Shapefile
Name: Rodo	vias
Feature Type: Polyli	ne v
Spatial Reference	
Description:	
Unknown Coordinate Syste	em 🔺
	× .
Show Details	Edit
Coordinates will contain	M values. Used to store route data.
Coordinates will contain	Z values. Used to store 3D data.
	OK Cancel
	Caliber

Figura 10.16 – Definindo as características da Shapefile

Na outra janela que se abrirá, "Properties of Spatial Reference", estabeleça o Sistema de Coordenadas, como demonstrado anteriormente, (SIRGAS 200 ZONE 24S). Clique em OK e depois clique Ok novamente para criação da shapefile. O procedimento de edição é o mesmo já apresentado.

10.8 OBTENÇÃO DE MEDIAS E VALORES

É possível se obter distância entre pontos, área de um polígono, através dos valores encontrados na tabela de atributos do shapefile, por exemplo, é possível saber o comprimento de um rio ou a área de uma bacia hidrográfica.

O procedimento de obtenção desses valores são basicamente o mesmo, onde você pode obter todos os valores do shapefile ou selecionar a área de interesse para a obtenção dos valores. No caso da área seguimos os seguintes passos:

- 1. Selecione a opção "Select Features" na barra de ferramentas);
- 2. Clicar com botão direito sobre o shapefile de interesse;
- 3. Ir na opção "Open Atribute Table"









Figura 10.17 – Seleção de área desejada





Feito isso a tabela de atributos abrirá e a linha destacada por uma cor será referente aos dados do polígono desejado, A coluna "Shape_Area" da o valor da área do polígono em m², a coluna Shape_length apresenta o valor da extensão linear do perímetro do polígono em m.

10.9 CRIAR NOVA COLUNA NA TABELA DE ATRIBUTOS

- 1) Abrir tabela de atributos do layer desejado, conforme COMANDO 1;
- 2) Seguir procedimento a seguir:









Figura 10.19 – Procedimento (1) para criar nova coluna de atributos

Figura 10.20 – Procedimento (2) para criar nova coluna de atributos











Figura 10.21 – Procedimento (3) para criar nova coluna de atributos

Figura 10.22 - Finalização do procedimento para criar nova coluna de atributos









10.10 ALIMENTAR NOVA COLUNA DE ATRIBUTOS



Figura 10.24 – Procedimento (2) para inserir informações na coluna de atributos









10.11 JOIN

O JOIN é uma ferramenta que permite unir informações contidas em uma tabela em formato excel junto a um banco de dados georreferenciados. No caso de Santa Catarina essa ferramenta será extremamente importante, pois, conforme ocorram alterações no cenário referente a resíduos sólidos no Estado (geração de resíduos, domicílios atendidos pelo serviço, consórcios intermunicipais...) o banco de dados poderá ser atualizado e espacializando, permitindo a atualização constante dos mapas.

PROCEDIMENTO PARA O JOIN

- 1) Importar tabela Excel para o GEOTADABASE
- 2) Clicar com o direito (mouse) no shape das bases municipais;



Observação importante: para realizar o join o shape da área a ser utilizada para espacializar a informação deverá ter uma coluna compatível à tabela excel a ser importante, ou vice e versa. No exemplo abaixo o shape dos municípios do estado de Santa Catarina possui uma coluna identificada como **CD_GEODMUN**, a tabela excel







deverá possuir uma mesma coluna com as mesmas informações e no mesmo formato (geral, texto, número) da **CD_GEODMUN,** pois no momento de fazer o join estas duas colunas irão se relacionais para permitir a importação da tabela.

Figura 10.26 - Procedimento (1) join

ettoren + x ≥ ⊕ ⊕ ⊠ Depen = 2 ©N/000000000000000000000000000000000000		A A A A
	Table to Table Destrict Rove Destrict Rove Destrict Addres Cricker State (SESELGENE) Cricker State (SESELGENE) Cricker Interternel Inst majo (peaned) Speak Rows	Input Rows Invespillatie to be converted to a new table
Output: dar	Inskei Dott Imagenzameli Much Prazenti Sch Die Buss Margenzameli V.Lah Prazenti Sch Prazenti Sch Die Buss Prazenti Sch Prazenti Sch Prazenti Sch Prazenti Sch Prazenti Sch Prazenti Sch Prazenti Sch Prazenti Sch Prazenti Sch Prazenti Sch Prazenti Sch Prazenti Sch Prazenti Sch Prazenti Sch Prazenti Sch Prazenti Sch Prazenti Sch Prazenti Sch Prazenti Sch Prazenti Sch Prazenti Sch Prazenti Sch Prazenti Sch Prazenti Sch Prazenti Sch Prazenti Sch Prazenti Sch Prazenti Sch Prazenti Sch Prazenti Sch Prazenti Sch Prazenti Sch Prazenti Sch Prazenti Sch Prazenti Sch	car
	Desire Translahl (.C. ob) Ale 20 Physical Types All Stars land. * Control	CHAirHift







Figura 10.27 – Procedimento join, visualização da tabela importada no sistema



Figura 10.28 – Procedimento (2) join









Figura 10.29 – Procedimento (3) join











MUNICÍPIO DE ITANHAÉM PLANO DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS DE BACIAS URBANAS Manual de Drenagem Municipal





10.12 FIELD CALCULATOR

Esta ferramenta permite, entre outros, desenvolver cálculos para posterior espacialização das informações e dos dados calculados.

Exemplo:

- Primeiramente você deve criar uma nova coluna na tabela de atributos referente ao calculo que será feito, por exemplo, porcentagem de domicílios atendidos por rede de esgoto em Santa Catarina;
- Depois de criar esta nova coluna, clicar com o direito (mouse) na coluna criada e ir até a ferramenta Field calculator;









Figura 10.32 – Procedimento (1) para field calculator

Figura 10.33 – Procedimento (2) para field calculator











Figura 10.34 – Procedimento (3) para field calculator

Figura 10.35 – Finalização do procedimento field calculator









11 ELABORAÇÃO DE MAPAS NO ARCGIS

11.1 SYMBOLOGY

A Ferramenta *Symbology* permitirá a formatação das propriedades do layer, configurando como será a aparência da legenda e do Mapa.

Como configurar a visualização da informação?

- 1) Clicar com o direito (mouse) no layer onde foi dado o join ou o layer que se queira representar no mapa; Ir em **propriedades**;
- 2) Localizar symbology;
- 3) No lado esquerdo da tela clicar em Quantities Graduated colors;
- 4) Em Value localizar coluna criada;
- 5) OK



Figura 11.1 – Procedimento (1) para symbology





















11.2 TELA DE EDIÇÃO DO MAPA (LAYOUT VIEW)

Para iniciar a edição do Mapa, deve-se ir para a tela Layout View, conforme indicado abaixo.











11.3 INSERINDO COMPONENTES DE UM MAPA



Figura 11.5 – Inserindo Coordenadas Geográficas.

Figura 11.6 – Inserindo Coordenadas Geográficas.





















MUNICÍPIO DE ITANHAÉM PLANO DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS DE BACIAS URBANAS Manual de Drenagem Municipal



Figura 11.9 – Inserindo Legenda









12REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Agência Nacional de Águas - ANA. **Atlas Brasil - Abastecimento Urbano de Água**. Disponível em: http://atlas.ana.gov.br/atlas/forms/analise/Geral.aspx?est=6. Acesso em: 11 fev. 2015.

BORGES, K.A.V. **Modelagem de Dados Geográficos – Uma extensão do modelo OMT para Aplicações Geográficas.** Dissertação de Mestrado, Mestrado em Administração Pública, Belo Horizonte: Escola de Governo João Pinheiro, 1997.

BOTELHO, R. G. M. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: GUERRA, A. J. T.; BOTELHO, R. G. M. (Orgs.). Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

CONCAR, Comissão Nacional de Cartografia. **Perfil de Metadados Geoespaciais** do Brasil. 2009.

CHRISTOFOLETTI, A. Modelagem de Sistemas Ambientais. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

DAEE. Precipitações Intensas no Estado de São Paulo. 2014.

DAEE; CETESB. Drenagem Urbana 2a ed. São Paulo. 1980.

FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA DO ESTADO DO PARANÁ – FAEP. Cartilha: NovoCódigoFlorestal.Curitiba,2012.Disponívelem:<http://codigoflorestal.sistemafaep.org.br/wp-content/uploads/2012/11/novo-codigo-</td>florestal.pdf>.Acesso em: 27 jan. 2015.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDRÁULICA. Prefeitura Municipal de Itanhaém (Org.). **Plano Diretor de Macro Drenagem da Estância Balneária de Itanhaém.** Itanhaém, 2001.

GONÇALVES M., SPINELI, K. Hidrogeografia Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2014

HORTON, R.E. Erosional development of streams and their drainage basins: a hydrophysical approach to quantitative morphology. Geol Soe. Am. Bull., v.56, n.3, p.275-370, 1945.

IBGE, Noções Básicas de Cartografia. Diretoria de Geociências-DGC. Rio de Janeiro, 1998.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. PREFEITURA MUNICIPAL DE ITANHAÉM - PMI. Atlas ambiental do município de Itanhaém - 2012. São Paulo: Imprensa Oficial, 2012. 92p: il.







INSTITUTO GEOLÓGICO - SMA/SP. Mapeamento de Áreas de Risco Associado a Escorregamento e Inundação: Termo de Cooperação Técnica IG-CEDEC. São Paulo: IG-CEDEC, 2008. 106p.

LAZZAROTTO, Deise R. Avaliação da Qualidade de Base Cartográfica por Meio de Indicadores e Sistema de Inferência Fuzzy. Tese de Doutorado. Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005.

NETTO, Ana L. Coelho. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, Antônio Jose Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (org.). Geomorfologia — uma atualização de bases e conceitos. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003, p. 93-148.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITANHAÉM. Lei nº 3762, de 15 de junho de 2012. Aprova O Plano Municipal de Saneamento de Itanhaém, e Dá Outras Providências.

PMPA, Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Plano Diretor de Drenagem Urbana: Manual de drenagem urbana. Porto Alegre: IPH/UFRS, 2005. 159 p.

PMSP, Prefeitura Municipal de São Paulo. Diretrizes básicas para projetos de drenagem urbana no município de São Paulo. São Paulo: FCTH, 1999. 289 p.

RAMOS, Catarina. Programa de hidrogeografia. Lisboa: Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa, 2005.

SÃO PAULO. Prefeitura Municipal de Itanhaém. Secretaria de Estado do Meio Ambiente (Org.). **Rio Itanhaém Lixo Zero.** Itanhaém, 2011. 294 p.

SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações. Ilhéus: Editus, 2005.

SEIFFERT. M. E. B. Gestão ambiental — Instrumentos, esferas de ação e educação ambiental. São Paulo: Atlas, 2009.

SILVEIRA, A.L.L., Problems of Modern Urban Drainage in Developing Countries. Water Science & Technology Vol 45 No 7 pp 31–40 © IWA Publishing. 2002.

SILVEIRA, A.L.L., A História da Drenagem, Revista Rio-Águas, v1, n1, p.9-13. 1999

SMDU - Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. Manual de drenagem e manejo de águas pluviais: gerenciamento do sistema de drenagem urbana. São Paulo: SMDU, 2012.

SUDERHSA - Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. MANUAL DE DRENAGEM URBANA. Região Metropolitana de Curitiba – PR. Programa de saneamento ambiental da região metropolitana de Curitiba plano diretor de drenagem para a bacia do rio Iguaçu na região metropolitana de Curitiba. SUDERHSA / CH2M HILL. 2002.






SÃO PAULO. Secretaria de Saneamento e Energia. **Plano Municipal de Saneamento Itanhaém - SP.** Itanhaém: Editora Ms, 2010.

ROSA, Roberto. Cartografia Básica. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2004.

TUCCI, C.E.M., GENZ, F., Controle do Impacto da Urbanização, in : Tucci, C.E.M., Porto, R.L., Barros, M.T., 1995, org, Drenagem Urbana, Porto Alegre, Editora da Universidade, 428p., pp 277-347. 1995.

TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L.; BARROS, M. T. Drenagem urbana. 1 ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da Universidade/UFRGS, 1995. 428p.

TUCCI, C. E. M. Hidrologia: ciência e aplicação. ABRH: Porto Alegre, 1993.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. Hidrologia aplicada. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.

