

14 DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS

14.1 Introdução

O comportamento do escoamento superficial direto sofre alterações substanciais em decorrência do processo de urbanização de uma bacia hidrográfica, principalmente como consequência da impermeabilização da superfície, o que produz maiores picos e vazões. Com isso, o crescimento urbano das cidades brasileiras tem provocado impactos na população e no meio ambiente, surgindo um aumento na frequência e no nível das inundações, prejudicando a qualidade da água, e aumento da presença de materiais sólidos no escoamento pluvial. Isto ocorre pela falta de planejamento, controle do uso do solo, ocupação de áreas de risco e sistemas de drenagem ineficientes.

Com relação à drenagem urbana, pode-se dizer que existem duas condutas que tendem a agravar ainda mais a situação:

- Os projetos de drenagem urbana têm como filosofia escoar a água precipitada o mais rapidamente possível para jusante. Este critério aumenta em várias ordens de magnitude a vazão máxima, a frequência e o nível de inundação de jusante;
- As áreas ribeirinhas, que o rio utiliza durante os períodos chuvosos como zona de passagem da inundação, têm sido ocupadas pela população com construções e aterros, reduzindo a capacidade de escoamento. A ocupação destas áreas de risco resulta em prejuízos evidentes quando o rio inunda seu leito maior.

O sistema tradicional de drenagem urbana deve ser considerado como composto por dois sistemas distintos que devem ser planejados e projetados sob critérios diferenciados:

- O Sistema inicial de Drenagem, ou Microdrenagem, composto pelos pavimentos das ruas, guias e sarjetas, bocas de lobo, rede de galerias de águas pluviais e, também, canais de pequenas dimensões, dimensionado para o escoamento de vazões de 2 a 10 anos de período de retorno;
- O Sistema de Macrodrenagem, constituído, em geral, por canais (abertos ou de contorno fechado) de maiores dimensões, projetado para vazões de 25 a 100 anos de período de retorno.

Além desses dois sistemas tradicionais vem sendo difundido o uso de medidas chamadas sustentáveis que buscam o controle do escoamento na fonte, através da infiltração ou retenção no próprio lote ou loteamento do escoamento gerado pelas

superfícies impermeabilizadas, mantendo, assim, as condições naturais pré-existentes de vazão para um determinado risco definido (ABRH, 1995; TUCCI, 1995; PORTO & BARROS, 1995).

Na fase do diagnóstico que trata sobre a Drenagem e Manejo de Águas Pluviais, iremos analisar o sistema de drenagem natural, macrodrenagem e microdrenagem.

Apontando as deficiências e potencialidades existentes atreladas á macro e microdrenagem, além da elaboração de cartas temáticas com base em dados secundários e na cartografia disponível para a região, destacando os seguintes temas: hidrografia, topografia, características de solos, uso atual das terras, índices de impermeabilização, cobertura vegetal e fluviométricas.

14.2 Permeabilidade dos Solos

O solo é constituído por uma fase sólida, uma líquida e outra gasosa. A sólida é formada pelos constituintes sólidos do solo e é relativamente estática. As fases líquida e gasosa, são extremamente dinâmicas e inversamente proporcionais, isto é, a medida que aumenta o conteúdo de umidade, diminui o de gases do solo e vice - versa. Os percentuais equivalentes às fases gasosa e líquida, dependem da porosidade total do solo. Desse modo, conhecendo-se a porosidade, é possível se ter uma estimativa das condições de aeração e umidade do solo.

A propriedade física do solo de maior importância em estudos de drenagem é a sua permeabilidade, que é definida como sendo a maior ou menor facilidade com que o solo se deixa atravessar pela água e pelos gases. Quantitativamente, a permeabilidade do solo é determinada sob dois aspectos: em termos de **velocidade de infiltração**, onde se considera a passagem da água da superfície para o seu interior no sentido vertical, em um meio não saturado, que nada mais é que a zona de aeração do solo; e em termos de **condutividade hidráulica**, onde se considera o movimento da água no interior do solo em todos os sentidos e direções, ou seja, no espaço tridimensional, em meio saturado, que é a zona de saturação do solo.

A quantificação da condutividade hidráulica pode ser feita por uma série de métodos, tanto de campo como de laboratório. Dentre esses métodos, os principais são os seguintes:

- Estimativa pela composição granulométrica do solo;
- Estimativa pela distribuição do tamanho de poros do solo;
- Utilização de permeâmetro de carga constante;

- Método do piezômetro dentre outros.

14.3 Coeficientes de Escoamento Superficiais – Dados Bibliográficos para Tempo de Retorno de 25 Anos

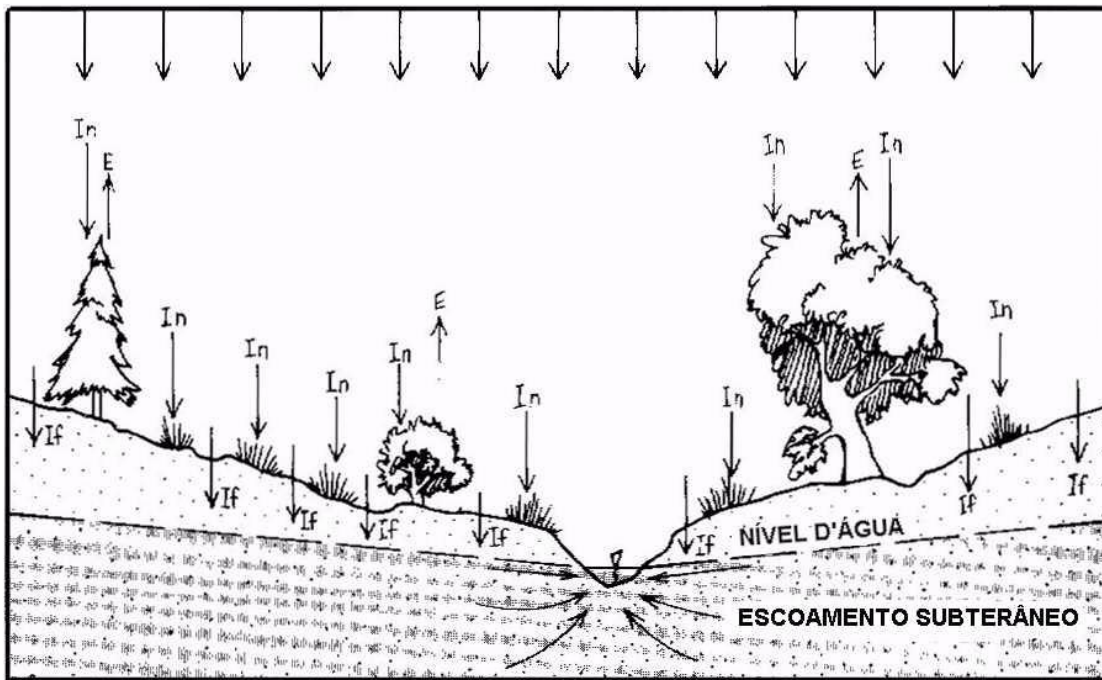
O escoamento superficial tem origem, fundamentalmente, nas precipitações. Ao chegar ao solo, parte da água se infiltra, parte é retirada pelas depressões do terreno e parte se escoam pela superfície. Inicialmente a água se infiltra; tão logo a intensidade da chuva exceda a capacidade de infiltração do terreno, a água é coletada pelas pequenas depressões. Quando o nível à montante se eleva e superpõe o obstáculo (ou o destrói), o fluxo se inicia, seguindo as linhas de maior declive, formando sucessivamente as enxurradas, córregos, ribeirões, rios e reservatórios de acumulação (SILVEIRA, 2000). É, possivelmente, das fases básicas do ciclo hidrológico, a de maior importância para o engenheiro, pois a maioria dos estudos hidrológicos está ligada ao aproveitamento da água superficial e à proteção contra os efeitos causados pelo seu deslocamento.

14.4.1 Ciclos do Escoamento

O ciclo do escoamento pode ser descrito em três fases: na primeira fase o solo está seco e as reservas de água estão baixas; na fase seguinte, iniciada a precipitação, ocorrem interceptação, infiltração e escoamento superficial; na última fase o sistema volta a seu estado normal, após a precipitação. Fatores como tipo de vegetação, tipo de solo, condições topográficas, ocupação e uso do solo, são fatores que determinam a relação entre vazão e precipitação. A seguir, são descritas as fases do ciclo do escoamento superficial em uma região úmida.

Primeira Fase: Após um período de estiagem, a vegetação e o solo estão com pouca umidade. Os cursos d'água existentes estão sendo alimentados pelo lençol d'água subterrâneo que mantém a vazão de base dos cursos d'água. Quando uma nova precipitação se inicia, boa parte da água é interceptada pela vegetação, e a chuva que chega ao chão é infiltrada no solo. Exceto pela parcela de chuva que cai diretamente sobre o curso d'água, não existe nenhuma contribuição para o escoamento nesta fase. Parte da água retida pela vegetação é evaporada (Figura 181) (UFBA, 2012).

Figura 1 - Primeira Fase do ciclo do escoamento.



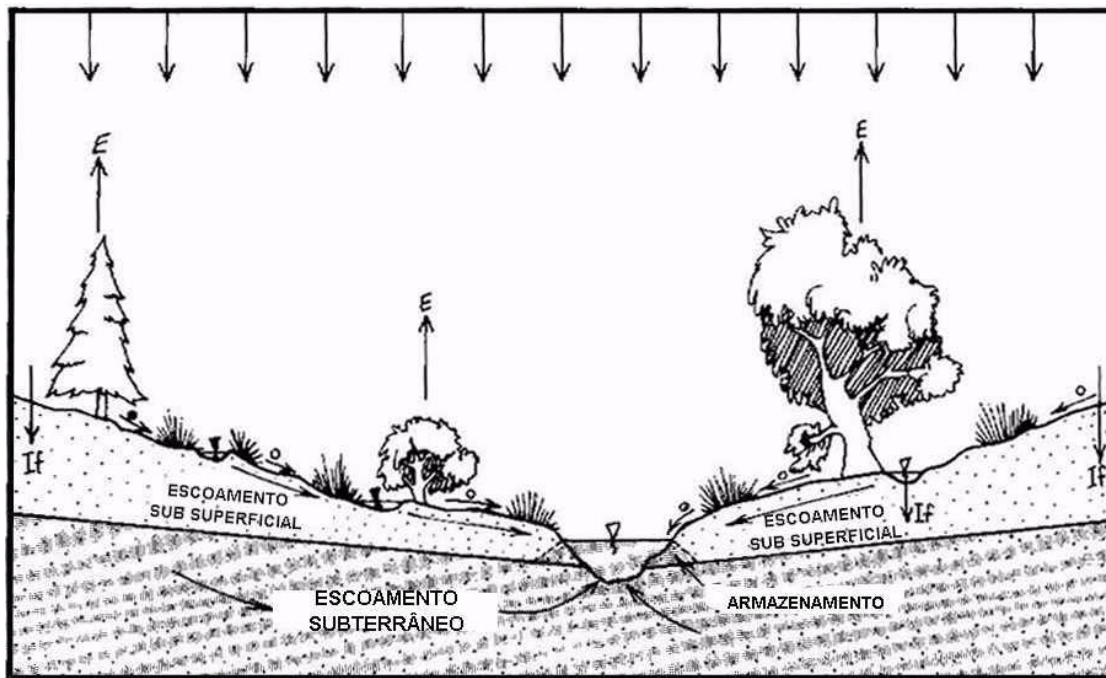
Fonte: UFBA (2012)

Segunda Fase: Com a continuidade da precipitação, a capacidade de retenção da vegetação é esgotada, e a água cai sobre o solo. Se a precipitação persistir, a capacidade de infiltração do solo pode ser excedida, e a água começa a se acumular em depressões rasas, que em seguida se unem formando um filme de água sobre o solo, começando, então, a mover-se como escoamento superficial, na direção de um curso d'água. A água infiltrada no solo começa a percolar na direção dos aquíferos subterrâneos. Finalmente, se a chuva continuar, o escoamento superficial ocorrerá de forma contínua, na direção de um rio.

O nível do lençol freático poderá subir, fornecendo uma contribuição extra de água subterrânea ao escoamento.

Na maioria dos casos, a contribuição das águas subterrâneas para o escoamento superficial, devido à recarga pela chuva, ocorre quando a precipitação já cessou, devido à baixa velocidade do escoamento subterrâneo (Figura 182) (UFBA, 2012).

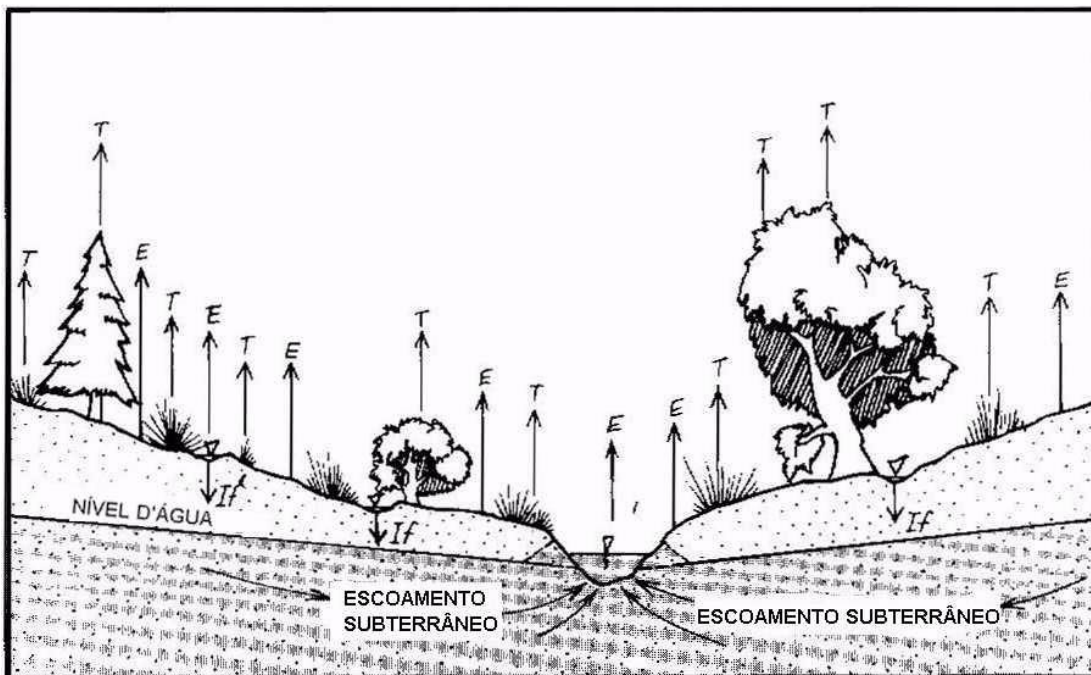
Figura 2 - Segunda Fase do ciclo do escoamento.



Fonte: UFBA (2012)

Terceira fase: Quando a precipitação para, o escoamento superficial rapidamente cessa, a evaporação e a infiltração continuam a retirar água da vegetação e de poças na superfície do solo. O nível do rio está agora mais alto do que no início da precipitação. A água que se infiltrou nas margens do rio, lentamente é liberada, na medida em que o nível do rio baixa até o nível em que permanece nos períodos secos (Figura 183).

Figura 3 - Terceira Fase do ciclo do escoamento.



Fonte: UFBA (2012)

O ciclo do escoamento em uma região árida ou semiárida é diferente do que ocorre em uma região úmida. Nas regiões árida e semiárida, a água subterrânea costuma estar em camadas muito profundas do solo, bem abaixo do leito dos rios. Por isso, a maior parte da vazão dos rios depende apenas da precipitação e, como longos períodos de estiagem separam os períodos chuvosos, os rios são intermitentes (UFBA, 2012).

14.5 Componentes do Escoamento

A água, uma vez precipitada sobre o solo, pode seguir três caminhos básicos para atingir o curso d'água: o escoamento superficial, o escoamento sub-superficial (hipodérmico) e o escoamento subterrâneo, sendo as duas últimas modalidades sob velocidades mais baixas. Observa-se que o deflúvio direto abrange o escoamento superficial e grande parte do sub-superficial, visto que este último atinge o curso d'água tão rapidamente que, comumente, é difícil distingui-lo do verdadeiro escoamento superficial.

O escoamento de base, constituído basicamente do escoamento subterrâneo, é o responsável pela alimentação do curso d'água durante o período de estiagem.

14.5.1 Fatores que Influenciam no Escoamento Superficial

Os fatores podem ser de natureza climática, relacionados à precipitação ou de natureza fisiográfica ligados às características fisiográficas e morfométricas da bacia.

Dentre os fatores climáticos destacam-se a intensidade e a duração da precipitação, pois quanto maior a intensidade, mais rápido o solo atinge a sua capacidade de infiltração provocando um excesso de precipitação que escoará superficialmente. A duração também é diretamente proporcional ao escoamento, pois para chuvas de intensidade constante, haverá maior oportunidade de escoamento quanto maior for a duração. Outro fator climático importante é o da precipitação antecedente, pois uma precipitação que ocorre quando o solo está úmido devido a uma chuva anterior, terá maior facilidade de escoamento.

Dentre os fatores fisiográficos os mais importantes são a geologia (orientação das rochas-xistosidade), classes de solos (permeabilidade) e gradiente topográfico. Dentre as características morfométricas temos: a área, índice de forma, densidade de drenagem e hierarquia fluvial etc. Desenvolver cenários a partir das características fisiográficas e morfométricas para bacias hidrográficas mostram as fragilidades e potencialidades das mesmas.

A influência da área é clara, pois sua extensão está relacionada à maior ou menor quantidade de água que ela pode captar. A área é o elemento básico para o estudo das demais características físicas.

A permeabilidade do solo influi diretamente na capacidade de infiltração, ou seja, quanto mais permeável for o solo, maior será a quantidade de água que ele pode absorver, diminuindo assim a ocorrência de excesso de precipitação.

Outros fatores importantes são as obras hidráulicas construídas nas bacias, tal como uma barragem que, acumulando a água em um reservatório, reduz as vazões máximas do escoamento superficial e retarda a sua propagação. Em sentido contrário, pode-se retificar um rio aumentando a velocidade do escoamento superficial.

14.5.2 Métodos de Avaliação do Escoamento Superficial

Dependendo dos objetivos e circunstâncias os métodos de avaliação do escoamento superficial (sobre a chuva que lhe dá origem serão aplicados). Métodos como dependendo da hipótese sustentada sobre a chuva que lhe dá origem: constante no tempo e no espaço, constante no espaço e variável no tempo, ou, ainda, variável no tempo e no espaço. Geralmente, em bacias pequenas pode-se assumir chuva constante no espaço e no tempo. Bacias de tamanho médio são aquelas nas quais é possível sustentar a hipótese de chuva constante no espaço, mas variável no tempo. No caso de bacias grandes, deve-se modelar o escoamento superficial admitindo a variabilidade espaço-temporal da chuva, incluindo o amortecimento. Alguns métodos que podem ser aplicados são: (TUCCI, 1998).

- Coeficiente de *run off*;
- Índice Φ ;
- SCS (*Soil Conservation Service*);
- Horton;
- Strahler.

Para trabalhos atrelados à microdrenagem urbana, o método mais aplicado é o do Coeficiente de run off. Este, consiste na utilização de valores tabelados de relação entre escoamento superficial e altura precipitada. Por exemplo, um coeficiente de run off de 0,70 significa que 70% da altura precipitada são escoadas superficialmente, e somente 30% são computados como infiltração ou perdas iniciais. É um método bastante simples e que não leva em conta perdas por evapotranspiração, acumulação em depressões da superfície etc. (IPH-UFRGS, 2005).

Este método de separação do escoamento é utilizado com um método de transformação de chuva em vazão, denominado de Método Racional.

A estimativa da vazão do escoamento produzido pelas chuvas em determinada área é fundamental para o dimensionamento dos canais coletores, interceptores ou drenos. Existem várias equações para estimar esta vazão, sendo muito conhecido o uso da equação racional. Método Racional é limitado a pequenas áreas (até 100 ha). Este método é utilizado quando se tem muitos dados de chuva e poucos dados de vazão.

A equação racional estima a vazão máxima de escoamento de uma determinada área sujeita a uma intensidade máxima de precipitação, com um determinado tempo de concentração, a qual é assim representada: (TUCCI, 1998).

Para áreas maiores, o método apresenta resultados confiáveis, superestimando a vazão de pico do hidrograma.

Na tabela abaixo são apresentados os coeficientes de escoamento recomendado para as superfícies urbanas. No Quadro 55 são apresentados coeficientes de escoamento com base em superfícies de revestimento. Para os tempos de retorno utilizados na microdrenagem, não existe variação desse coeficiente com eles. A variação com a intensidade da precipitação também não é considerada, já que é uma das premissas utilizadas pelo método.

Quadro 1 - Valores de Coeficiente por tipo de ocupação (adaptado: Wilken, 1978).

Zonas	C
Área Comercial/Edificação muito densa: Partes centrais, densamente construídas de uma cidade com ruas e calçadas pavimentadas.	0,70 -0,95
Área Comercial/Edificação não muito densa: partes adjacentes ao centro, de menos densidade de habitações, mas com ruas e calçadas pavimentadas.	0,60 -0,70
Área Residencial: Residências isoladas; com muita superfície livre.	0,35 - 0,50
Área Residencial: Unidades múltiplas (separadas); partes residenciais com ruas macadamizadas ou pavimentadas.	0,50 - 0,60
Área Residencial: Unidades múltiplas (conjugadas).	0,60 - 0,75
Área Residencial: lotes com > 2.000 m ²	0,30 - 0,45
Áreas com apartamentos	0,50 - 0,70
Área industrial: Indústrias leves Indústrias pesadas	0,50 - 0,80 0,60 - 0,90
Outros: Matas, parques e campos de esporte, partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas e parques ajardinados. Parques, cemitérios; subúrbio com pequena densidade de construção, áreas rurais. Playgrounds. Pátios ferroviários Áreas sem melhoramentos	0,05 – 0,20 0,10 - 0,25 0,20 - 0,35 0,20 - 0,40 0,10 - 0,30

Fonte: Tucci (1998)

14.6 Drenagem Urbana em Microbacias

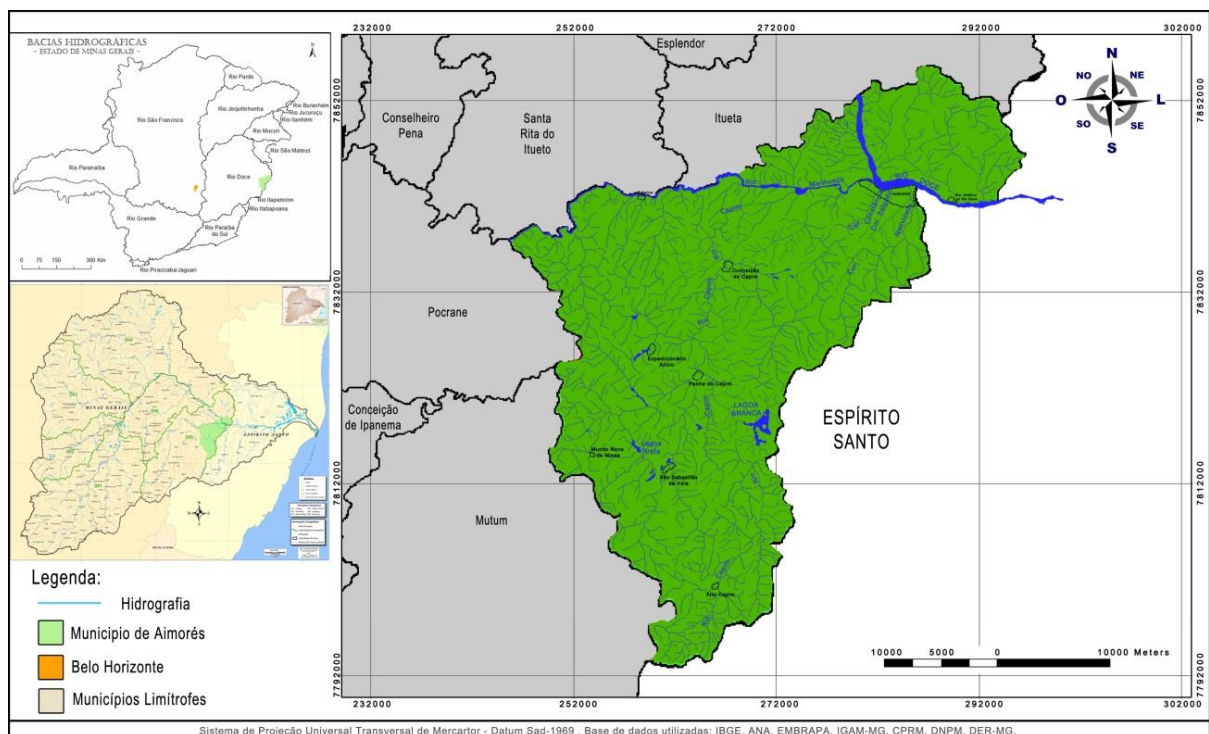
Para os cálculos do sistema de microdrenagem, sugere-se a adoção da delimitação de pequenas bacias urbanas. Para isso, foi realizado o mapeamento destas microbacias para o Plano Municipal de Saneamento Básico de Aimorés. A Figura 184 ilustra as microbacias.

Os estudos de precipitação são aplicados à quantificação do escoamento superficial, sendo aferidos por alguns métodos de avaliação.

A metodologia de cálculos hidrológicos para determinação das vazões de projeto será definida em função das áreas das bacias hidrográficas, conforme indicadas a seguir:

- Método Racional para bacias hidrográficas com áreas inferiores a $< 1,0 \text{ Km}^2$;
- Método do *Ven Te Chow* ou *U.S. Soil Conservation Service* para bacias hidrográficas com áreas superiores $> 1,0 \text{ Km}^2$.

Figura 4 - Microbacias do município de Aimorés.

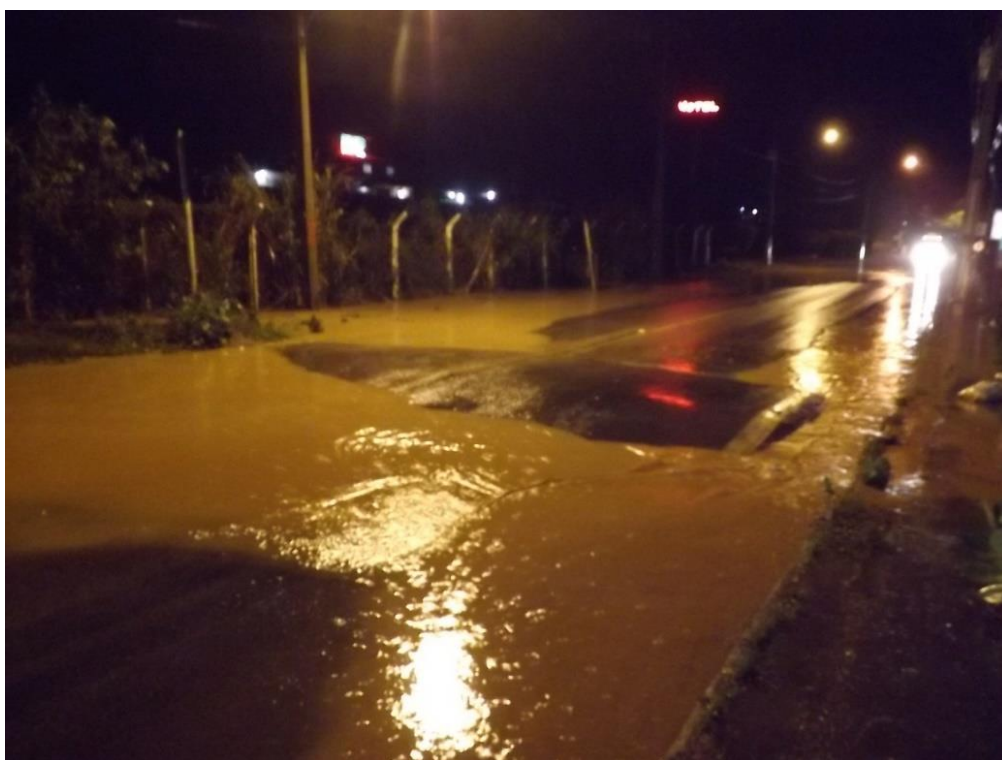


Fonte: Fundação Educacional de Caratinga, 2013

14.7 Microdrenagem: Cenário Existente

O município de Aimorés não apresenta plano de manutenção e ampliação das redes pluviais. Apesar de possuir os equipamentos necessários para operação, os serviços de limpeza são feitos conforme a demanda. Conseqüentemente, o sistema possui diversas áreas caracterizadas como ponto extravasamento (gargalos) (Figura 185) das redes em função de sua obstrução, ocasionada pelo arraste de sedimentos e diversos tipos de resíduos oriundos do comércio e residências lixo para o interior das galerias (microdrenagem).

Figura 5 - Avenida Brasil sem drenagem pluvial toda água precipitada escoar pela mesma.



Fonte: Fundação Educacional de Caratinga, 2013

Outro problema grave está atrelado ao fato de não existirem análises constantes quanto às características químicas e biológicas nos pontos de lançamento dos emissários pluviais. Dessa forma, é importante a realização de um levantamento destes pontos de emissão de águas pluviais para saber suas condições, uma vez que são pontos potenciais de poluição difusa, erosão e assoreamento de cursos d'água.

Qualquer atividade poluidora que ocorrer na área urbana e tiver seus resíduos carreados através da drenagem urbana, serão conseqüentemente depositados nos rios que são seus receptores naturais.

Pode-se citar, da mesma forma, a quantidade de efluentes domésticos que são lançados nas redes de drenagem do município, pois ainda não foram instaladas as redes interceptoras que direcionariam os mesmos para o tratamento. Em relação aos efluentes domésticos, é necessário considerar que existem domicílios no municípios de Aimorés que não estão ligados às redes coletoras de esgoto, lançando os efluentes na rede de drenagem, fossas negras ou em pequenos cursos d'água (Figura 186).

Figura 6 - Lançamento de esgoto in natura no córrego do Perdido na Rua Sercundino Cipriano – Distrito de Alto Capim – Aimorés.



Fonte: Fundação Educacional de Caratinga, 2013

Outro problema que foi detectado nos períodos de chuva é lançamento das águas de precipitação nas redes coletoras de esgoto ou vice-versa, podendo ocasionar sérios problemas de saúde à população devido ao contato direto ou pelas partículas em suspensão após secarem os sedimentos que ficam pelas ruas da cidade e distritos (Figura 187).

Figura 7 - Ponto lançamento de esgoto na rede pluvial rua Ailton Pereira da Costa n° 152.



Fonte: Fundação Educacional de Caratinga, 2013

Outro problema atrelado às paisagens urbana e rural de Aimorés, e com mais intensidade nos distritos, é a geração de sedimentos oriundos de processos morfodinâmicos, que ocasionam o assoreamento e poluição (arraste de material orgânico e provenientes de agroquímicos) dos mananciais necessários ao abastecimento humano (Figura 188).

Figura 8 - Grande carga de sedimento e lançamento de esgoto in natura no Córrego do Chucha - Galeria ao lado da Parada Biribas.



Fonte: Fundação Educacional de Caratinga, 2013

Atualmente, não existem no município ações de conscientização/educação ou de intervenções (programas de recuperação de áreas degradadas) sobre como usar o solo e o relevo gerando o mínimo de degradação. O município necessita urgente, da criação de programas, no intuito de evitar a constante procura de novos mananciais para a viabilização/permanência de pessoas e novos empreendimentos, principalmente agropecuário.

Para se conhecer a real situação dos problemas e potencialidades do município de Aimorés, existe a necessidade de serem desenvolvidos alguns estudos tais como:

- Elaboração da equação de chuvas intensas para o município no intuito de auxiliar no dimensionamento dos projetos voltados para área de drenagem urbana;
- Adoção de Tempo de Recorrência com o mínimo de 10 anos;
- Padronização dos dispositivos de drenagem para melhoria da capacidade de condução hidráulica de ruas e sarjetas;
- Padronização da locação e dimensionamento de bocas de lobo;
- Dissipação de energia.

14.8 Considerações Finais

Ficou evidente que, durante os levantamentos para a confecção do diagnóstico que na cidade de Aimorés tem cerca de 2% da drenagem pluvial trabalhando de forma

satisfatória, restando 98% para ser construída e redimensionada. Nos Distritos o cenário é igual ao da cidade, onde tem drenagem, a mesma precisa ser redimensionada. Ou seja, será necessário um levantamento de engenharia topográfica completo para saber a real dimensão dos problemas enfrentados.

Não existe na cidade um plano diretor capaz de orientar o crescimento do município, capaz de prever ações curto, médio e longo prazo, no tocante a urbanização e futuras instalações de drenagem pluvial, evitando assim, todos os gargalos atualmente, existentes na cidade e município de Aimorés.

No Anexo 2 apresenta-se o mapa que ilustrando cenários (gargalos) na drenagem pluvial.

14.9 Planejamento e Prevenção

A microdrenagem urbana é definida pelo sistema de condutos pluviais no loteamento ou na rede primária urbana. Neste caderno, são apresentados os procedimentos convencionais utilizados no projeto de uma rede deste tipo, juntamente com o conceito de controle do aumento da vazão.

O dimensionamento de uma rede de pluviais é baseado nas seguintes etapas:

- Determinação das vazões que afluem à rede de condutos;
- Subdivisão da área e traçado;
- Dimensionamento da rede de condutos;
- Dimensionamento das medidas de controle.

14.10 Dados Necessários para a Elaboração de Projetos de Microdrenagem

Os principais dados necessários à elaboração de um projeto de rede pluvial de microdrenagem são os seguintes:

MAPAS: Os principais mapas necessários aos estudos são os seguintes:

- Mapa de situação da localização da área dentro do município;
- Planta geral da bacia contribuinte: escalas 1: 5.000 ou 1: 10.000, juntamente com a localização da área de drenagem. No caso de não existir planta plani-altimétrica da bacia, deve ser delimitado o divisor topográfico por poligonal nivelada;
- Planta plani-altimétrica da área do projeto na escala 1: 2.000 ou 1:1.000, com pontos cotados nas esquinas e em pontos notáveis.

LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO: o nivelamento geométrico em todas as esquinas, mudança de direção e mudança de greides das vias públicas:

CADASTRO: de redes existentes de esgotos pluviais ou de outros serviços que possam interferir na área de projeto;

URBANIZAÇÃO: devem-se selecionar os seguintes elementos relativos à urbanização da bacia contribuinte, nas situações atual e previstas no documento responsável pelo ordenamento urbano do município.

- Tipo de ocupação das áreas (residências, comércio, praças, etc.);
- Porcentagem de área impermeável projetada de ocupação dos lotes;
- Ocupação e recobrimento do solo nas áreas não urbanizadas pertencentes à bacia.

DADOS RELATIVOS AO CURSO DE ÁGUA RECEPTOR: as informações são as seguintes:

- Indicações sobre o nível de água máximo do canal que irá receber o lançamento final;
- Levantamento topográfico do local de descarga final.

Adicionalmente, em função da configuração a ser definida será necessário o levantamento de áreas específicas para detenção do escoamento.

14.11 Configuração da drenagem

Com base em levantamentos topográficos e na rede de drenagem será realizado o traçado da rede pluvial. Para estudar a configuração da drenagem é necessário realizar um processo iterativo (unidade de planejamento) 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.

14.11.1 Critérios para o traçado da Rede Pluvial

A rede coletora deve ser lançada em planta baixa (escala 1: 2.000 ou 1:1.000), de acordo com as condições naturais do escoamento superficial. Algumas regras básicas para o traçado da rede são as seguintes:

- Os divisores de bacias e as áreas contribuintes a cada trecho deverão ficar convenientemente assinalados nas plantas;
- Os trechos em que o escoamento se dê apenas pelas sarjetas devem ficar identificados por meio de setas;
- As galerias pluviais, sempre que possível, deverão ser lançadas sob os passeios;
- O sistema coletor, em uma determinada via, poderá constar de uma rede única, recebendo ligações de bocas-de-lobo de ambos os passeios;
- A solução mais adequada, em cada rua, é estabelecida, economicamente, em função da sua largura e condições de pavimentação;
- O amortecimento do escoamento é realizado nas áreas baixas junto á drenagem principal. Procura-se localizar a área de amortecimento preferencialmente junto á saída do sistema projetado;
- Preferencialmente os sistemas de detenções devem estar integrados de forma paisagística na área, neste caso, poderá ser necessário utilizar detenções ou retenções internas ao parcelamento na forma de lagos permanentes ou secos integrados ao uso previsto para a área;
- O projeto deve estabelecer a área máxima impermeável de cada lote do parcelamento, além das áreas comuns.

14.11.2 Componentes da Rede Hidráulica

Bocas-de-Lobo - as bocas-de-lobo devem ser localizadas de maneira a conduzirem, adequadamente, as vazões superficiais para a rede de condutos. Nos pontos mais baixos do sistema viário, deverão ser, necessariamente, colocadas bocas-de-lobo com vistas a se evitar a criação de zonas mortas com alagamentos e águas paradas.

Poços de Visita - os poços de visita devem atender às mudanças de direção, de diâmetro e de declividade à ligação das bocas-de-lobo, ao entroncamento dos diversos trechos e ao afastamento máximo admissível.

Galerias circulares - o diâmetro mínimo das galerias de seção circular deve ser de 0,30m. Os diâmetros comerciais correntes são: 0,30; 0,40; 0,50; 0,60; 0,80; 1,00; 1,20 e 1,50m. Alguns dos critérios básicos de projeto são os seguintes:

- As galerias pluviais são projetadas para funcionamento a seção plena com a vazão de projeto. A velocidade máxima admissível determina-se em função do material a ser empregado na rede. Para tubo de concreto, a velocidade máxima admissível é de 4,0m/s, a velocidade mínima é de 0,80 m/s;
- O recobrimento mínimo da rede deve ser de 1,00m, quando forem empregadas tubulações sem estrutura especial. Quando, por condições topográficas, forem utilizados recobrimentos menores, as canalizações deverão ser projetadas do ponto de vista estrutural;
- Nas mudanças de diâmetro, os tubos deverão ser alinhados pela geratriz superior.

14.11.3 Controle da Vazão Utilizando Amortecimento

A medida de controle, tradicionalmente utilizada para eliminar as inundações na microdrenagem, consiste em drenar a área desenvolvida através de condutos pluviais até um coletor principal ou riacho urbano. Esse tipo de solução acaba transferindo para jusante o aumento do escoamento superficial com maior velocidade, já que o tempo de deslocamento do escoamento é menor que nas condições preexistentes. Desta forma, acaba provocando inundações nos troncos principais ou na macrodrenagem.

A impermeabilização e a canalização produzem aumento da vazão máxima e do escoamento superficial. Para que esse acréscimo de vazão máxima não seja transferido para jusante, utiliza-se o amortecimento do volume gerado, através de dispositivos como: tanques, lagos e pequenos reservatórios abertos ou enterrados, entre outros. Essas medidas são denominadas de controle a jusante.

Características e funções dos reservatórios: os reservatórios são utilizados de acordo com o objetivo do controle desejado. Esse dispositivo pode ser utilizado para:

Controle da vazão máxima: este é o caso típico de controle dos efeitos de inundação sobre áreas urbanas. O reservatório é utilizado para amortecer o pico da vazão a jusante, reduzindo a seção hidráulica dos condutos e procurando manter as condições de vazão pré-existente na área desenvolvida.

Controle do volume: normalmente, esse tipo de controle é utilizado quando o escoamento cloacal e pluvial são transportados por condutos combinados ou quando recebe a água de uma área sujeita a contaminação. Como a capacidade de uma estação de tratamento é limitada, é necessário armazenar o volume para que possa ser tratado. O reservatório também é utilizado para a deposição de sedimentos e depuração da qualidade da água, mantendo seu volume por mais tempo dentro do reservatório. O tempo de

detenção, que é a diferença entre o centro de gravidade do hidrograma de entrada e o de saída, é um dos indicadores utilizados para avaliar a capacidade de depuração do reservatório.

Controle de material sólido: quando a quantidade de sedimentos produzida é significativa, esse tipo de dispositivo pode reter parte dos sedimentos para que sejam retirados do sistema de drenagem.

Os reservatórios podem ser dimensionados para manterem uma lâmina permanente de água (retenção), ou secarem após o seu uso, durante uma chuva intensa para serem utilizados em outras finalidades (detenção). A vantagem da manutenção da lâmina de água e do consequente volume morto é que não haverá crescimento de vegetação indesejável no fundo, sendo o reservatório mais eficiente para controle da qualidade da água. O seu uso integrado, junto a parques, pode permitir um bom ambiente recreacional. A vantagem de utilização do dispositivo seco é que pode ser utilizado para outras finalidades. Uma prática comum consiste em dimensionar uma determinada área do reservatório para escoar uma cheia frequente, como a de dois anos, e planejar a área de extravasamento com paisagismo e campos de esporte para as cheias acima da cota referente ao risco mencionado. Quando a mesma ocorrer, será necessário realizar apenas a limpeza da área atingida, sem maiores danos a montante ou a jusante.

Os reservatórios ou bacias de detenção são os mais utilizados nos Estados Unidos, Canadá e Austrália. São projetados, principalmente, para controle da vazão, com esvaziamento de até seis horas e com pouco efeito sobre a remoção de poluentes. Aumentando-se a detenção para 24 a 60 h, poderá haver melhora na remoção de poluentes (URBONAS e ROESNER, 1994), sendo que para esta finalidade é mais indicado o uso de um reservatório de retenção. Este tipo reservatório pode ter um fundo natural, escavado ou de concreto. Os reservatórios em concreto são mais caros, mas permitem paredes verticais, com aumento de volume. Isso é útil onde o espaço tem um custo alto.

ASCE (1985) menciona que as instalações de detenção têm maior sucesso quando a instalação está integrada a outros usos, como a recreação, já que a comunidade, no seu cotidiano, usará esse espaço de recreação. Portanto, é desejável que o projeto desse sistema esteja integrado ao planejamento do uso da área.

14.12 Macrodrenagem: Cenário Existente

A macrodrenagem envolve bacias geralmente com área superior a 2 km² ou 200 ha, onde o escoamento é composto pela drenagem de áreas urbanizadas e não urbanizadas

podendo possuir as mais diferentes configurações. O planejamento da drenagem urbana na macrodrenagem envolve a definição de cenários, medidas de planejamento do controle de macrodrenagem e estudos de alternativas de projeto. O sistema de macrodrenagem deve ser projetado com capacidade superior ao de microdrenagem, com riscos de acordo com os prejuízos humanos e materiais potenciais.

No município de Aimorés, não existem sistemas de macrodrenagem receptores dos sistemas de microdrenagem distribuídos nas vias da cidade. Ao longo do tempo de existência da cidade, toda a água de precipitação é lançada nos pequenos cursos d'água (córregos Natividade, Chucha, Sossego, Salgado) juntamente o esgoto coletado ao longo da cidade (Figura 189).

Figura 9 - Lançamento de esgoto na rede pluvial rua Baião, 293 na cidade de Aimorés.



Fonte: Fundação Educacional de Caratinga, 2013

Um volume pequeno de precipitação é o suficiente para gerar transtornos nas ruas da cidade e distritos. Como não existem trabalhos efetivos sobre a macrodrenagem no município de Aimorés, um planejamento deve ser proposto a fim de regularizar os gargalos, não somente de macrodrenagem com as microbacias do município assoreadas sem um mínimo de capacidade (volume de carga que pode ser transportado) e competência (tamanho máximo do material que pode ser transportado) no transporte de carga sólida (em suspensão ou de fundo).

14.13 Comunicação Social

14.13.1 Mobilização Comunitária

Em todas as etapas de elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico de Aimorés (PMSBA), deverá ser garantida a participação e o controle social, em conformidade com a Lei Federal 11.445/2007, que define a necessidade do estabelecimento de um conjunto de mecanismos e procedimentos que garantam à sociedade “informações, representações técnicas e participações nos processos de formulação de políticas, de planejamento e de avaliação relacionados aos serviços públicos de saneamento básico”.

A importância da participação da sociedade e do poder público, sendo que o poder público teve quase nenhuma participação neste processo somente com a participação ponderada do assistente do Secretário de Meio Ambiente do município, na elaboração do PMSBA está no entendimento de que é para ela que este instrumento essencialmente tem importância, pois além de trazer a relação profunda de pertencimento, trazendo o empoderamento, e deverá permitir uma mobilização permanente que possa garantir a implantação integral do plano.

O processo de mobilização social se dará de forma a atender os seguintes objetivos:

- ✓ Divulgar a elaboração do Plano de Saneamento Básico para o Município de Aimorés -MG;
- ✓ Sensibilizar a comunidade para participação das atividades referentes ao PMSBA;
- ✓ Estimular os diversos atores sociais a participarem do processo de gestão ambiental;
- ✓ Envolver a população na discussão das potencialidades e dos problemas de saneamento ambiental no município e suas implicações na qualidade de vida;
- ✓ Levantar diretrizes e propostas para soluções de problemas locais, através da manifestação popular, a serem consideradas na construção dos diagnósticos e propostas do Plano.

A mobilização e sensibilização da comunidade é a ação mais complexa de todo o programa e deve ser planejada objetivando alcançar o maior número de moradores do município de Aimorés. As ações da mobilização devem ter um conteúdo educativo e informativo e devem atingir cronologicamente o núcleo gestor, os multiplicadores de ideias e a população para uma maior efetividade.

O núcleo gestor deve ser formado com líderes ou representantes das regiões que, com sua experiência e conhecimento das realidades locais.

Os multiplicadores são os agentes e lideranças locais que se interessam pelo tema ambiental e social e que são multiplicadores das atividades em cada lugar aonde vão se realizar as audiências públicas. Entre os multiplicadores estão os agentes de saúde, os representantes e funcionários da Prefeitura, representantes de escolas, representantes de centro e saúde, líderes religiosos, esportivos e comunitários, representantes empresariais, políticos e estudantes.

Devem-se estabelecer em conjunto as atividades mobilizadoras e educativas mais adequadas para fazer o programa para chegar ao público. Para o PMSB Aimorés foram utilizadas as seguintes medidas:

- Carro/Moto/Bicicleta de Som;
- Folders entregues aos munícipes na rua e no evento do aniversário da cidade;
- Faixas nos locais mais visitados;
- Cartazes na prefeitura e nos centros comerciais;
- Apresentação em rádios locais;

Mas apesar dos esforços realizados para esta mobilização, percebemos que o melhor modo de mobilizar a população dos distritos é utilizando o método denominado “boca a boca”, que consiste na visita das casas dos moradores do distrito informando o assunto tratado, o local, o dia, e a importância da presença dos mesmos para melhor formação do trabalho no município.

14.13.2 Alguns problemas levantados pela comunidade durante a realização das audiências públicas do PMSB

- Na audiência da área central da sede do município de Aimorés foram relatadas quatro vezes pelos participantes que a área do Poliesportivo, da Escola Frei Afonso e da UNIPAC sempre que há uma precipitação, há alagamento das ruas, devido a deficiência da drenagem urbana do local, sendo por eles notável pela falta de bocas de lobo na extensão das ruas;
- Nas audiências da sede do município de Aimorés, foram citadas quatro vezes que os interceptores de água pluvial implantados pela VALE não comportam a vazão, pois recebem água da Avenida Brasil e dos bairros Rua Nova, Morro da Caixa d'Água, Betel, Vila Fonseca, Vila Tiago, Triângulo, Barra Preta, comprometendo as áreas de menor nível;
- Nas audiências da sede do município de Aimorés, foram citadas três vezes que algumas ruas do bairro Betel não são pavimentadas, e quando chove, desce muitos detritos acumulando sedimentos no bairro da Rua Nova e quando seca fica muita poeira;
- Nas audiências da sede do município de Aimorés, foram citadas três vezes que existem várias ligações de rede clandestina de esgoto na rede pluvial;
- Na segunda audiência do município de Aimorés, foi citado por um delegado do PMSB, e também funcionário do Serviço Autônomo de Água e Esgoto informa que há três manilhas de 1,20 m na Rua Ailton Pereira da Costa, que duas estão totalmente e uma

parcialmente obstruída, também foi informado que nessa rua existe uma galeria de água pluvial, e no período de chuva fica estrangulada devido ao acúmulo dos detritos que desce do morro do Betel, que invadem a drenagem e também passa para o outro lado, atravessa a Avenida Raul Soares e entra na galeria de águas pluviais e assorear toda galeria e quando chega próximo ao Fórum entra a esquerda e vai pela Av. Florisvaldo Oliveira indo até a ETE;

- Na audiência do bairro Barra do Manhuaçu foi relatado que a drenagem de água pluvial esta região foi afetada pelas enchentes recentemente, sendo pelos participantes da audiência o principal causador a ferrovia da VALE que funciona como um dique entre a ferrovia e a região mais baixa do bairro, pois a ferrovia tem poucas passagens de água fluvial, acarretando acúmulo de água;

- Na audiência do bairro Barra do Manhuaçu foi relatado que o bairro Manhuaçu tem problema de drenagem também gerado por uma obra de drenagem que a VALE fez na Rua Seca e jogou para dentro do bairro Manhuaçu e parte diretamente no rio. Quando ocorre a cheia há retorno para o bairro;

- Na audiência do bairro Barra do Manhuaçu foi relatado que as redes de drenagem tanto da VALE quanto da prefeitura devem ter manutenção periódica, pois frequentemente estão assoreadas, evitando passagem da água pluvial, retornando a água nas ruas;

- Na audiência do bairro Barra Preta foi relatado que foi feito um loteamento da VALE que quando há precipitação os detritos todos são carreados para a Rua João Leirosa e ainda pedem um projeto de Conscientização Ambiental para melhorar a parte de drenagem;

- Na audiência do distrito de São Sebastião da Vala foi relatado que no distrito existem poucas galerias, e na área central inunda e os próprios moradores desta área tem que retirar o barro por conta própria;

- Na audiência do distrito de Santo Antônio do Rio Doce foi relatado que a rua principal, não tem galeria de rede de drenagem pluvial, que quando há uma precipitação mais forte há alagamentos com menos de dez minutos. Ainda foi relatado que a Rua Pernambuco, rua Aimorés, travessa Guarani, por estar em um nível menor que a rua Mauá e este ser o sentido da drenagem, não consegue dar vazão da água pluvial, retornando na casa dos moradores causando em todas as épocas de chuvas perdas de bens dos moradores. Nos novos loteamentos do distrito (Mauá 1 e Mauá 2) não a obras de drenagem, e ao chover conduz vários detritos para as ruas mais baixas;

- Na audiência do distrito de Penha do Capim foi relatado que não há rede pluvial em todo distrito, acarretando muita poeira e presença de vetores como o mosquito;

- Na audiência do distrito de Alto Capim foi relatado que quando está no período de chuva há muito barro, pois a pouca rede de drenagem existente, as bocas de lobo estão entupidas e os participantes requerem um projeto de drenagem de água pluvial;

- Na audiência do distrito de Tabaúna foi relatado que em relação a rede pluvial, a água que escoar atrás da Rua São Benedito vem pela Rua Ademar Victorino, trazendo muita terra, terra esta que foi retirada por trabalhos da prefeitura, e ocasionando poeira. A água também desce pela Rua Moraes Costa virando uma placa de barro, assim virando poeira;

- Na audiência do distrito de Expedicionário Alcício foi relatado que por ausência de drenagem urbana, a água pluvial passa pelo cemitério carregando partículas sólidas que quando a uma evaporação dessa água se forma partículas sólidas junto com o ar formando grande quantidade de poeiras e odor. O valão na rua do facão quando desce muita chuva não suporta a vazão e passa por cima entrando na casa das pessoas trazendo prejuízos no que tange a saúde pública. Na rua principal há ausência de drenagem urbana trazendo lixo, resíduos, restos. A descida da água que vem do morro na frente da pracinha traz muita lama para o meio da rua, quantidade de água grande, entupindo bueiros e por consequência entrando água dentro da casa na Rua Ana Luiza Batista. Há ausência de drenagem urbana, causando muita água empoçada, gerando vetores como mosquito, muita poeira;

Na audiência do distrito de Conceição do Capim foi relatado que a rede de drenagem pública é deficiente acumulando água perto do posto de gasolina e ao posto de saúde na Rua Jose Henrique Filho. Inclusive a água proveniente do cemitério é escoada para as ruas da cidade que seguidamente desagua no rio Capim, sendo possível contato de vários moradores com essa água.

14.14 Planejamento Proposto

Para que sejam efetivas as medidas para o planejamento da macrodrenagem é preciso que:

- O poder público deve regulamentar o uso e ocupação, especialmente as áreas naturalmente inundáveis;
- Combinar estas áreas inundáveis para que atuem como reservatórios de retenção urbano;
- Regulamentar a microdrenagem para não ampliar a enchente natural;

- Planejar parques, APPs e outras as áreas públicas com lagos para amortecer e preservar os hidrogramas, de uma mesma bacia, ou entre diferentes sub-bacias;
- Para as áreas ribeirinhas de risco, quando não pertencentes ao poder público, deve-se prever uso adequado para que haja boa convivência com as inundações. Pode-se reduzir os impostos de acordo com as restrições e prever a troca por solo criado para implementação de uso público, como parques, campos de esporte, entre outros;
- Nenhuma área desapropriada pelo poder público pode ficar sem implantação de infraestrutura pública (parque ou área esportiva), evitando desta forma que a mesma seja invadida.

14.14.1 Etapas do Planejamento, Dimensionamento e Verificação

No estudo de planejamento do controle da drenagem urbana de uma bacia são recomendadas as seguintes etapas de desenvolvimento:

- a) Caracterização da bacia: esta etapa envolve o seguinte: (i) avaliação da geologia, tipo de solo, hidrogeologia, relevo, ocupação urbana, população caracterizada por sub-bacia para os cenários de interesse; (ii) Drenagem: definição da bacia e sub-bacias, sistema de drenagem natural e construído, com as suas características físicas tais como: seção de escoamento, cota, comprimento e bacias contribuintes a drenagem; (iii) dados hidrológicos: precipitação, sua caracterização pontual, espacial e temporal; verificar a existência de dados de chuva e vazão que permitam ajustar os parâmetros dos modelos utilizados; dados de qualidade da água e produção de material sólido.
- b) Definição dos cenários de planejamento: os cenários de planejamento são definidos de acordo com o desenvolvimento previsto para a cidade, representado pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental (PDDUA), bem como as áreas ocupadas que não foram previstas, áreas desocupadas parceladas e áreas que deverão ser parceladas no futuro.
- c) Escolha do risco da precipitação de projetos: para a macrodrenagem o tempo de retorno a ser utilizado no dimensionamento (usualmente 10 anos). No caso de prejuízos maiores e riscos de vida, este tempo de retorno pode ser aumentado.
- d) Determinação da precipitação de projeto: com base nos registros de precipitação da área mais próxima da bacia deve-se escolher a curva de Intensidade-Duração-Frequência (IDF) e determinar a precipitação com duração igual ou maior que o tempo de concentração da bacia. Este valor deve ser distribuído no tempo em

intervalos de tempo escolhido para a simulação. O intervalo de tempo deve ser menor ou igual a 1/5 do tempo de concentração da bacia. Para bacias maiores que 25 km² deve-se verificar o abatimento espacial do valor máximo de precipitação.

- e) Simulação dos cenários de planejamento com modelo hidrológico: os cenários são simulados para as redes de drenagem existentes ou projetadas. O modelo hidrológico utilizado deve ser capaz de representar a região hidrográfica da simulação da forma mais realista possível dentro do cenário previsto. A finalidade destas simulações é identificar se o sistema tem capacidade de comportar os acréscimos de vazão gerados pela evolução urbana de cada cenário, no caso de verificação; ou no caso de projeto, se o sistema foi corretamente dimensionado para a vazão existente. Quando utiliza-se o cenário de ocupação urbana atual, o objetivo é verificar a capacidade de escoamento das redes de drenagem existentes. A análise dos resultados permite identificar os locais onde o sistema de drenagem não tem capacidade de escoar as vazões, gerando portanto, inundações.
- f) Seleção de alternativas para Controle: considerando as condições simuladas no item anterior, quando a situação for de verificação da capacidade das rede de drenagem, devem ser identificadas as limitações existentes no sistema e os locais onde ocorrem (caso não exista, esta etapa não é realizada). Neste caso, o planejador deve buscar analisar as alternativas de controle, priorizando medidas de detenção ou retenção, que não transfiram para jusante os acréscimos de vazão máxima. Geralmente, a combinação de soluções envolvem reservatórios urbanos em áreas públicas, ou áreas potencialmente públicas, com adaptação da capacidade de drenagem em alguns trechos, mantendo a vazão máxima dentro de limites previstos pela legislação ou da capacidade dos rios, arroios ou canais a jusante do sistema. No caso de dimensionamento, a alternativa de controle deve prever a utilização de estruturas de amortecimento da cheia para não ampliar a enchente a jusante, e deve-se verificar se a rede projetada tem capacidade para escoar a atual vazão.
- g) Simulação das alternativas de controle: definidas as alternativas na fase anterior, as mesmas devem ser simuladas para o risco e cenário definido como meta. Nas simulações é verificado se a alternativa de controle também evita as inundações das ruas para riscos menores ou iguais ao de projeto. No caso de verificação, a mesma pode ser realizada para o cenário atual de ocupação e/ou para um cenário de ocupação futura. Nesta análise também deve ser examinado o impacto para riscos superiores ao de projeto (até 100 anos), com a finalidade de alertar a Defesa Civil,

tráfego e outros elementos urbanos, sobre os riscos à população envolvidos quando ocorra esta situação.

- h) Avaliação qualidade da água: as etapas da avaliação da qualidade da água são: (i) determinação da carga proveniente do cloacal que não é coletada pela rede de esgotamento sanitário; (ii) determinação da carga de resíduo sólido; (c) determinação da carga produzido pelo pluvial; (iii) avaliação da capacidade de redução das cargas em função das medidas de controle previstas nas alternativas. A avaliação da qualidade da água depende da existência da rede de esgotamento sanitário.
- i) Avaliação econômica: os custos das alternativas devem ser quantificados, permitindo analisar a alternativa mais econômica para controle da drenagem, envolvendo, quando possível, também a melhoria da qualidade da água pluvial.
- j) Seleção da alternativa: em função dos condicionantes, econômicos, sociais e ambientais deve ser recomendada uma das alternativas de controle para o sistema estudado, estabelecendo etapas para projeto executivo, sequência de implementação das obras e programas que sejam considerados necessários.

REFERENCIAS CONSULTADAS

ABNT. **NBR 12.213** – Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público. Rio de Janeiro, 1992.

AGÊNCIA 21. **Documento de Visão Estratégica: Programa Vale Mais-Aimorés. 2006-2026**. Rio de Janeiro: Agência 21, 2007.

AGENDA 21. **Instrumento de planejamento para a construção de sociedades sustentáveis**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21>. Acesso em 11 set. 2013.

ASCE, 1985. Stormwater Detention Outlet Control Structures. Task Comitee on the Design of Outlet Structures. American Society of Civil Engineers, New York.

BARBOSA, F. A. R., SOUZA, E. M. M., VIEIRA, F., RENAULT, G. P. C. P., ROCHA, L.A., MAIA-BARBOSA, P. M., OBERDÁ, S. M. & MINGOTI, S. A. 1997. Impactos antrópicos e biodiversidade aquática. pp. 345-454 In: PAULA, J. A. et al. (coord.). Biodiversidade, população e economia: uma região de mata atlântica.1997.Belo Horizonte, UFMG/Cedeplar, ECMVS, PADCT/CIAMB.

BEZERRA, S. M. C. **Influência do tempo de detenção hidráulica sobre a auto-inoculação na partida de um reator UASB tratando Esgoto Sanitário**, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Paraíba - UFPB, Campina Grande – Brasil, 1998.

BOTELHO, R.G.M. Planejamento Ambiental em Microbacia Hidrográfica. In: GUERRA, A.J.T.; SILVA, A.S.; BOTELHO, R.G.M. Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, pg 269-300, 1999.

BRASIL Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **IDEB– Resultados e Metas (2013)**. Disponível em: <<http://ideb.inep.gov.br>> Acesso 28/10/2013.

BRASIL Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. IDEB– Resultados e Metas (2013). Disponível em: <<http://ideb.inep.gov.br>> Acesso 28/10/2013.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Institui as diretrizes nacionais para o saneamento básico e a Política Federal de Saneamento Básico no Brasil**. Brasília: Diário Oficial da União, 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual de Procedimentos de Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade da Água para consumo humano**. Brasília, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria MS nº 518/2004. Brasília, 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretária em Vigilância em Saúde – **Hepatite Virais**. Disponível em: http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/hepatites_virais_brasil_atento.pdf. >Acesso em 30 de outubro de 2013.

BRASIL. **Portaria MS nº 2914 de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, 2011. Disponível em: <http://www.agevisa.ro.gov.br/wp-content/uploads/2012/04/Portaria_MS_2914-11.pdf> Acesso em 08 de outubro de 2013.

BRASIL. Presidência da República. **Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos. Brasília, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em 05 set. 2013.

BRASIL. Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) nº 306, de 7 de dezembro de 2004**. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Brasília, 2004. Disponível em: www.anvisa.gov.br/divulga/noticias/2008/revista_anvisa... Acesso em 11 set. 2013.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Texto promulgado em 05 de outubro de 1988. Brasília, 1988. Disponível em: www.senado.gov.br/legislacao/.../con1988/CON1988...1988/CON1988.p... Acesso em 10 set. 2013.

BRASIL. **Lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece Diretrizes Nacionais para o saneamento básico. Brasília, 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm. Acesso em 10 se. 2013.

CARNEIRO, C. B. L. **Programas de proteção social e superação da pobreza: concepções e estratégias de intervenção.** 2005, 334f. Tese (Doutorado em Ciências Humanas) - Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2005.

CASTRO, J. F. M. A importância da cartografia nos estudos de bacias hidrográficas. In: XXX Semana de Estudos Geográficos "O Homem e as Águas". Rio Claro: CAEGE/IGCE/UNESP, 1-7 pp, 2000.

CAVALCANTI, R. B., JOLY, C.A (2002). Biodiversity and conservation priorities in the Cerrado region. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUES, R. J. The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna. New York: Columbia University Press, 2002. p. 223-241.

CBH-DOCE – COMITE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE. Disponível em <<http://www.cbhdoce.org.br/>>. Acesso em 25 de outubro de 2013.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA Nº 430/2011** - "Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA.". BRASÍLIA, 2011.

COPASA. Companhia de Saneamento de Minas Gerais. 2012. Doenças de veiculação hídrica. Disponível em: <http://www.copasa.com.br/media2/PesquisaEscolar/COPASA_Doen%C3%A7as.pdf>. Acesso em: 07 de outubro de 2013.

CRUZ, M.A.S. 1998. Controle do escoamento com detenção em lotes urbanos, dissertação de mestrado do programa de pós-graduação em Engenharia de Recursos hídricos do IPH/UFRGS, 140p.

DATASUS. Ministério da Saúde. **DATASUS.** Disponível em <www.portaldm.com.br> Acesso em 28/10/2013

DIAS, L. S. O.; ROCHA, G. A.; BARROS, E. U. A.; MAIA, P. H. P. Utilização do radar interferométrico para delimitação automática de bacias hidrográficas. Bahia Análise & Dados, 14(2):265-271, 2004.

DRZ. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Londrina/PR –Diagnóstico 2008/2009.** Londrina: DRZ, 2009.

DRZ. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Ouro Preto/MG.** Ouro Preto: DRZ, 2012.

FERNANDES, Carlos. **Reator UASB.** Disponível em: <<http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/UASB02.html>> Acesso em 25 de outubro de 2013.

FGV – FUNDAÇÃO GESTÚLIO VARGAS. **Administração Pública direta e indireta: O regime jurídico das Autarquias e Fundações públicas.** São Paulo, 2013.

FJP. **Índice Mineiro de Responsabilidade Social - IMRS** Disponível em <<http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/servicos/82-servicos-cepp/956-indice-mineiro-de-responsabilidade-social-imrs>> Acesso 29/10/2013

FJP. **Índice Mineiro de Responsabilidade Social - IMRS** Disponível em <<http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/servicos/82-servicos-cepp/956-indice-mineiro-de-responsabilidade-social-imrs>> Acesso 29/10/2013

FUNASA- FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/site/>>. Acesso em 09 de outubro de 2013.

GLOBO. **Conheça Aimorés: cidade cheia de histórias, filhos ilustres e situações pra lá de curiosas!** Disponível em <<http://in360.globo.com/mg/noticias.php?id=13651>> Acesso 01/11/2013.

GOOGLE EARTH. Imagem utilizada em 07 de novembro de 2013.

IBGE – **Ensino – Matrículas, docentes e Rede Escoar 2012** Disponível em <<http://cidades.ibge.gov.br>> Acesso 28/10/2013.

IBGE – **Lavoura Permanente 2011**. Disponível em <<http://cidades.ibge.gov.br>> Acesso 28/10/2013.

IBGE – **Lavoura Temporária 2010**. Disponível em <<http://cidades.ibge.gov.br>> Acesso 28/10/2013.

IBGE - **Pecuária 2011**. Disponível em <<http://cidades.ibge.gov.br>> Acesso 28/10/2013.

IBGE - **Produto Interno Bruto dos Municípios (2010)**. Disponível em <<http://cidades.ibge.gov.br>> Acesso 28/10/2013.

IBGE **Censo Demográfico 2000 - Microrregiões, distritos, subdistritos e bairros (29 de novembro de 2001)**. Acesso 30/10/2013.

IBGE. **Estimativas da população residente nos municípios brasileiros com data em 1º de julho de 2013**. Acesso 30/10/2013.

IBGE. **Sistema de Recuperação de Dados Automática (Sidra) (2010)**. População residente, por cor ou raça, segundo a situação do domicílio, o sexo e a idade. Acesso 01/11/2013.

IBGE. **Censo Demográfico 2010: Características da População e dos Domicílios: Resultados do Universo**. Acesso 30/10/2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de dados @Cidades**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>>. Acesso em 02 de outubro de 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo de 2010**. Rio de Janeiro, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Populacional**. Rio de Janeiro, 2013.

IBGE. **Sistema de Recuperação de Dados Automática (Sidra) (2010)**. [População residente por sexo, situação e grupos de idade - Amostra - Características Gerais da População](#). Acesso 01/11/2013.

IGA. Mapa Geomorfológico - PROJETO RADAR-MG, 1977, Escala 1:500.000.

MARQUES R. M. **O benefício de prestação continuada nos municípios brasileiros**: relatório final de pesquisa. Brasília: CNPq/ MDS/ SAGI. 2004.

MINAS GERAIS - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais. Ouro Preto: **Caracterização de Ecossistemas**. Belo Horizonte, 2008. 57p

MINAS GERAIS. Resolução Conjunta SEMAD-IGAM n° 1548, de 29 de março de 2012. Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <<http://redemineira.igam.mg.gov.br/blog/resolucao-conjunta-semad-igam-n%C2%BA-1548-de-29-de-marco-2012/>>. Acesso em 06 de outubro de 2013.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) e Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM). **Manual Técnico e Administrativo de Outorga de Direito de Usos de Recursos Hídricos no Estado de Minas Gerias**. Belo Horizonte. 2010. 227 p.

MONTEIRO, J.H.P. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

NUVOLARI, Ariovaldo (org.). **Esgoto Sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola**. Edgard Bluecher. São Paulo, 2003.

ODM. "Como está o Brasil em relação aos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio" (Equipe ODM). Disponível em <<http://www.odmbrasil.gov.br>> Acesso 01/11/2013.

OMS. Organização Mundial de Saúde. 2012. Disponível em: <http://www.who.int/countries/bra/es/>>. Acesso em 09 de outubro de 2013.

PEREIRA, H.F; SANT'ANNA FILHO, R; DURÃO, F.W; GLÓRIA, A.M. N. Equipe Técnica da Consultoria Loci Planejamento e Projetos. **Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos do Município de Aimorés - MG**. Etapa Final – Versão Preliminar. Belo Horizonte, Dezembro de 2004.

PIRH - **PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE E PLANOS DE AÇÕES PARA AS UNIDADES DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NO ÂMBITO DA BACIA DO RIO DOCE - PIRH**. Disponível em:<http://www.riodoce.cbh.gov.br/_docs/planobacia/PIRH/PIRH_Doce_Volume_III.pdf> Acesso em 07 de novembro de 2013.

PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA. **Manual de Drenagem Urbana**. IPH-UFRGS Instituto de Pesquisas Hidráulicas Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE, volume 1, 2010.

PNUD. **Índice de Desenvolvimento Humano- IDHM-Municípios, 2000**. Disponível em <<http://www.pnud.org.br>> Acesso 30/10/2013

Portaria IEF/MG Nº 081, promulgada em 07 de outubro de 1998.

RADAM. **Projeto Levantamento de Recursos Naturais Geomorfologia**. Folha SE.24 Rio Doce, 1987.

ROCHA, S. Pobreza no Brasil: Afinal, de que se trata? 2ªed. **Rio de Janeiro: FGV, 2005.**

SANEPAR. Companhia de Saneamento do Paraná. 2012. **Sanepar Educando**. Doenças relacionadas com a falta de saneamento. Disponível em:<http://educando.sanepar.com.br/ensino_medio/doen%C3%A7as-relacionadas-com-falta-de-saneamento>. Acesso em 16 de outubro de 2013.

SILVEIRA, 2000. Hidrologia urbana no Brasil. In: Avaliação e controle da drenagem urbana. Porto Alegre: Ed. Da Universidade. P. 511-525.

SILVEIRA, ANDRÉ. L. L. Provável Efeito Urbano nas relações IDF das chuvas de Porto Alegre. In: Tucci, CARLOS E, M., MARQUES, DAVID, M. L. da Mota. Avaliação e controle da drenagem urbana. Porto Alegre: Editora da Universidade UFRGS: ABRH. P129-152.

Embrapa. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2 edição, 2006. Manual Técnico de Pedologia. Rio de Janeiro: IBGE, 2 edição, 2007.

SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/>>. Acesso em 07 de outubro de 2013.

SOTEPA. **Diagnóstico do Plano Municipal de Saneamento Básico de Balneário Camboriú**. Balneário Camboriú: Sotepa, Agosto/2012.

SOUSA, F. P., CAVALCANTI, P. F. F., VAN HAANDEL, A. C. Efeito da proporção área/profundidade sobre o desempenho de um reator UASB, **20º Cong. Bras. Eng. Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, 1998.

STECH, P.J. **Resíduos sólidos: Caracterização, resíduos sólidos domésticos: Tratamento e disposição final**. São Paulo: Cetesb, 1990.

STRAHLER, A. N. **Physical geography**. New York: John Willy, 1951. 442p.

TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. **O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental**. Revista Uniar, 20:137-156, 2007.

TRATA BRASIL. **Esgotamento Sanitário Inadequado e Impactos na Saúde da População**, 2010

<http://www.tratabrasil.org.br/novo_site/cms/templates/trata_brasil/files/esgotamento.pdf> Acesso 01/11/2013.

TRATA BRASIL; IBOPE. **A percepção da população quanto ao Saneamento Básico e a responsabilidade do Poder Público**, 2012. Disponível em <<http://www.slideshare.net>> Acesso 30/10/1013.

TRATA BRASIL; IBRE/FGV. **Benefícios econômicos da expansão do saneamento brasileiro**. Rio de Janeiro: FGV, 2010

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de Água. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**. 3ª Edição. São Paulo, 2006.

TUCCI, C. E. M.; GENZ, F. 1995 Controle do impacto da urbanização **In: Drenagem urbana**. TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L. L.; BARROS, M. T. ABRH 428 p.

TUCCI, C.E.M. 1998. **Modelos Hidrológicos**. Ed. da Universidade/UFRGS/ABRH. Porto Alegre. 669p.

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro. **Reator UASB**. Disponível em: <http://www.saneamento.poli.ufrj.br/site/pt-br/reator-uasb/>. Acesso em 25 de outubro de 2013.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA (UFBA); Apostila de hidrologia. Capítulo 6. Escoamento Superficial. Departamento de Hidráulica e Saneamento. Grupo de Recursos Hídricos. Disponível em:<<http://www.hidro.ufcg.edu.br/twiki/pub/HidrologiaAplicada/Semestre20081/ApostilaCap6.pdf>>>. Acesso em: 15/09/2012.

URBONAS, B.; STAHR, P., 1993. Stormwater Best Management Practices and Detention, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. 450p.

VAN HAANDEL, A. C., CAVALCANTI, P. F. F. **Melhoramento do desempenho e aumento da aplicabilidade de lagoas de estabilização através de pré-tratamento anaeróbio em um DAFA**, Dept. of Civil Engineering - UFPB, Campina Grande - Brazil,1995.

VELOSO, H. P.; A. L. R. RANGEL FILHO; LIMA, C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. V.1. 3ª., editora UFMG: Belo Horizonte, 1996.

WIKIPEDIA **Aimorés (Minas Gerais)**. Disponível em <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Aimor%C3%A9s_\(Minas_Gerais\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/Aimor%C3%A9s_(Minas_Gerais))> Acesso 31/10/2013.

WILKEN, P.S.,1978. Engenharia de drenagem superficial. São Paulo: CETESB 477p.