

Definidas as alternativas para atendimento da demanda calculada, observando as viabilidades técnicas, operacionais, sustentabilidade financeira e as políticas de acesso aos programas de financiamento, ou seja, após as análises de alternativas de gestão e técnicas, deve-se ficar atento aos prazos e metas para atendimento dos objetivos.

4.2.5 Comparação das alternativas de tratamento local dos esgotos (na bacia), ou centralizado (fora da bacia, utilizando alguma estação de tratamento de esgotos em conjunto com outra área), justificando a abordagem selecionada

Existem duas maneiras de implantar um sistema de esgotamento sanitário, o primeiro é um modelo descentralizado, onde se implanta diversas estações de tratamento, normalmente uma para cada sub-bacia de esgotamento. Já o segundo modelo é o centralizado, onde se implanta apenas uma estação de tratamento para receber todo o efluente produzido, esse é o sistema convencional, utilizado pela SANEAGO para o esgotamento na zona urbana.

A alternativa técnica de uma estação de tratamento centralizada, fora da bacia, é mais viável que a possibilidade de implantação de pequenas estações de tratamento de esgoto, visto que necessitaria de uma maior quantidade de operadores para garantir o bom funcionamento do sistema, resultando em maiores despesas ao longo do período de planejamento.

Para a área rural, ficou definida a instalação de sistemas unifamiliares, compostos por tanque séptico, seguido de filtro anaeróbico e sumidouro, garantindo assim, a saúde ambiental da população na zona rural.

A adoção de sistemas unifamiliares para as comunidades rurais se justificam devido à baixa densidade populacional nestas áreas, o que resultaria em investimentos muito elevados, tornando um sistema de tratamento coletivo economicamente inviável.

4.2.6 Previsão de eventos de emergência e contingência

As ações de emergência e contingência buscam apontar a infraestrutura disponível para ações preventivas e corretivas, procurando elevar o grau de segurança e a continuidade operacional nas instalações afetadas com os serviços de esgotamento.

Na operação e manutenção dos serviços de saneamento deverão ser utilizados mecanismos locais e corporativos de gestão, no sentido de prevenir ocorrências indesejadas

através do controle e monitoramento das condições físicas das instalações e dos equipamentos visando minimizar ocorrência de sinistros e interrupções na prestação dos serviços.

O sistema de esgotamento sanitário engloba a coleta e transporte através das redes de esgoto, elevatórias e interceptores que conduzirão até as estações de tratamento. Os possíveis eventos que afetarão essa sistemática levando a possíveis focos de contaminação estão vinculados ao comprometimento dos dispositivos e equipamentos pertencentes a esse sistema, seja por condições climáticas, ou por ação antrópica.

As ações mitigadoras deverão levar em conta as obras de reparo emergenciais de possíveis equipamentos e instalações que porventura tenham sido danificadas. Além disso, é importante tornar parceiros não somente a população, mas também órgãos ambientais que colaborem no sentido de gerenciar possíveis danos ao meio ambiente ocasionados pelo vazamento.

Para o tratamento de esgoto por meio de fossas sépticas, não existem planos de contingência e/ou emergência. Se o tanque foi bem dimensionado e a limpeza do lodo é feita periodicamente a fossa continuará operando normalmente. Os problemas que podem surgir, são relacionados a questões de saúde e impactos ambientais, como aumento dos casos de doenças epidemiológicas; contaminação do lençol freático; contaminação do solo; dentre outros, mas que são consequências do tipo de tratamento.

Embora atualmente o município apresente também estação de tratamento de esgotos, são apresentadas as seguintes ações preventivas para o sistema de esgotamento sanitário, o qual deve ser complementado conforme as intervenções propostas no presente Plano. A seguir são apresentadas as situações que podem interromper o sistema de esgotamento sanitário.

- Sistema de Esgotamento Sanitário: ligações clandestinas, vazamentos em redes e comprometimento de equipamentos.
- Estação de Tratamento de Esgoto: Extravasamentos devido à falta de energia elétrica por período prolongado, movimentação de terra/deslizamentos.
- Meio Ambiente: Lançamento de esgoto bruto em rios e córregos e poluição ambiental.
- População: doenças de veiculação hídrica, diminuição da qualidade de vida.

A interrupção do sistema de esgotamento sanitário gera transtornos a população, afeta a qualidade da água dos mananciais superficiais e subterrâneos e contamina o solo, portanto o município deve estar preparado caso algumas dessas ações de interrupção aconteçam.

A tabela a seguir apresenta algumas ações de emergência e contingência a serem adotadas pelo Serviço de Esgotamento Sanitário de Caiapônia.

Tabela 131. Ações de emergência e contingência.

Eventos de emergências	Possíveis causas	Ações de prevenção	Ações de contingência
Queda no fornecimento de energia elétrica	A interrupção do fornecimento de energia elétrica pode ser provocada por diversos fatores que não estão no controle da concessionária do serviço, tais como interrupção programada, interrupção acidental na rede ou defeitos nas instalações elétricas.	Instalação de geradores reservas	Comunicar à concessionária de energia elétrica para a disponibilização de gerador de emergência na falta continuada de energia
Extravasamentos	Os extravasamentos de esgoto podem ocorrer pela falta de manutenção nos equipamentos, equipamentos antigos que não tem capacidade para atender um maior volume de esgoto, quedas no fornecimento de energia elétrica que gera o acúmulo de esgoto até o seu extravasamento.	Manutenções periódicas na rede, reparos nos equipamentos e instalação de geradores para as bombas do sistema.	Comunicar a SANEAGO, para que investigue a causa do extravasamento e o problema seja reparado.
Ligações Clandestinas	Podem ocorrer pela falta de conhecimento da população a respeito das legislações vigentes ou por irresponsabilidade	Fiscalização para detectar as ligações clandestinas.	Desligamento das ligações clandestinas detectadas e caso persista, multar os responsáveis pelas casas.
Lançamentos de produtos químicos	Irresponsabilidade ou acidentes nas indústrias da região.	Fiscalização dos pontos de lançamento do efluente das indústrias locais. Realizar programa de controle de lançamentos não autorizados na rede de esgoto.	Detectar o local e o tipo de produto lançado na rede, tomando medidas para que o problema não prejudique o tratamento.
Rompimento das tubulações na linha de recalque	Mau funcionamento das bombas elevatórias ocasionando uma sobre pressão nas linhas de recalque.	Verificação contínua das condições de operação das estações elevatórias. Manutenção e controle das tubulações das linhas de recalque.	Parada de operação das estações elevatórias. Troca das tubulações danificadas.
Erro humano	Erro na manutenção e instalação dos conjuntos motor-bomba.	Obter equipamento reserva para a substituição e automação. Inspeção periódica para verificar o funcionamento do equipamento reserva e da automação.	Parar a operação da Estação Elevatória. Manutenção ou troca das partes danificadas.

Fonte: TERRA Consultoria, Estudos e Projetos Ambientais, 2016.

4.3 INFRAESTRUTURA DE DRENAGEM URBANA E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

4.3.1 Proposta de medidas mitigadoras para os principais impactos identificados, em particular

Os impactos identificados no município de Caiapônia são referentes ao processo de urbanização, problemas desencadeados pela forma que a cidade está se desenvolvendo, sem planejamento, controle do uso do solo, ocupação de áreas de risco e sistemas de drenagem subdimensionados.

Para a implementação de uma visão de desenvolvimento sustentável no ambiente urbano, é proposto a elaboração do Plano Diretor de Drenagem Urbana – PDRU e Lei de Uso e Ocupação do Solo Urbano e Rural.

No PDRU deverão ser abordados temas como a caracterização do desenvolvimento do município, planejamento da drenagem urbana em etapas, vazões e volumes máximos para várias probabilidades de ocorrência, verificação da possibilidade de utilização de reservatório para amortecimento de cheias (critérios de dimensionamento, tamanhos, localização, condições de escoamento), medidas para melhorar a qualidade da água e regulamentações pertinentes.

Tais temas devem ser desenvolvidos em integração com objetivos secundários como lazer público, limpeza, proteção pública e recarga dos mananciais subterrâneos.

Abaixo seguem algumas medidas propostas para os principais impactos identificados, como assoreamento e contaminação do Córrego dos Buritis dentre outros cursos d'água do município.

4.3.1.1 Medidas de controle para reduzir o assoreamento de cursos d'água e de bacias de detenção

O assoreamento é consequência dos processos erosivos, provocando a desagregação de solos e rochas e acúmulo dos sedimentos nos leitos dos rios e de bacias de sedimentação. Esses sedimentos são transportados pelas correntezas causando obstruções nos cursos d'água.

A erosão promove grandes transformações na paisagem natural, com reflexos não só no segmento ambiental como também no aspecto sócio econômico. A erosão nas margens dos corpos hídricos é potencializada principalmente pela ação antrópica, através da remoção da mata ciliar para atividades como impermeabilizações, desmatamentos, intensa exploração dos recursos hídricos, pastagens, entre outros.

Uma vez que o escoamento superficial vai em direção ao ponto mais baixo da bacia, carreando todos os sedimentos encontrados ao longo do caminho para dentro do manancial, como vem ocorrendo no Córrego das Galinhas, na qual é o manancial de abastecimento de água da zona urbana e no Córrego dos Buritis que é o principal canal de escoamento das águas pluviais da zona urbana.

Sem dúvidas, a melhor proposta para conter o assoreamento é recuperar as matas ciliares que foram removidas, por este motivo o novo Código Florestal aprovado em 2012 (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012), denomina estes locais como Áreas de Preservação Permanentes – APP.

Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;

b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;

c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;

d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;

e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;

O reflorestamento da área é uma medida em longo prazo que conforme a urgência de combate a erosões e conseqüentemente do assoreamento dos corpos hídricos, outras medidas devem ser propostas como o desassoreamento, principalmente do corpo hídrico que abastece a população urbana de Caiapônia.

Como medida de prevenção do assoreamento do Córrego das Galinhas é proposto a implantação de curvas de nível, técnicas de terraceamento, além de outras técnicas como o enrocamento (Figura 160) que consiste em um maciço de rochas compactadas, este material retém não só as partículas que foram arrastadas pela erosão subterrânea como absorve o impacto de ondas sobre o barranco, evitando o solapamento da base.



Figura 160. Técnicas de enrocamento.
Fonte: Ethos Serviços Técnicos LTDA, Jaraguá do Sul/SC (2009).

Outra técnica é o uso de biomantas ou geotêxteis em associação com retentores de sedimentos que tem como objetivo estabilizar o talude marginal a partir da associação com espécies vegetais de desenvolvimento rápido, propiciando a formação de um ambiente para o desenvolvimento da vegetação primária obedecendo aos modelos de sucessão secundária.

Foi informado pela população rural de Caiapônia, assim como foi observado *in loco*, a falta de escoamento adequado nas vias rurais, a falta de escoamento adequado leva ao aparecimento de erosões, escoamento de solo para os cursos d'água próximos as vias e consequentemente o assoreamento.

Como forma de controle do assoreamento podem ser construídas pequenas bacias de contenção (Figura 161), de acordo com a declividade do terreno, de forma a auxiliar o terraceamento, diminuindo a velocidade de escoamento das águas pluviais.



Figura 161. Bacias de contenção em estradas rurais.
Fonte: Companhia de Desenvolvimento Agrícola de São Paulo (CODASP), 2009.

O assoreamento deve ser motivo de preocupação para Caiapônia, já que o assoreamento dos cursos d'água provocados pelo acúmulo de sedimentos diminui a quantidade e qualidade de água presente e faz com que o aumento do escoamento superficial ocasionado principalmente pela impermeabilização do solo gere inundações e cause transtornos para a população, não só de infraestrutura como também de saúde pública.

O município deve propor a formação de um Comitê para tratar de assuntos relacionados à drenagem urbana e manejo de águas pluviais, bem como promover a elaboração do Plano Diretor de Drenagem Urbana e Lei de Uso e Ocupação do Solo Urbano e Rural, para que se programem as ações que deverão ser tomadas para a melhoria do sistema, como:

- ✓ Procurar não implantar loteamentos em terrenos com declividade superior a 30%. Acima dessa declividade incentivar a criação de áreas verdes permanentes, se possível através de legislações específicas;
- ✓ Logo após a abertura de logradouros deve ser promovida a sua pavimentação e a instalação do sistema de drenagem das águas pluviais. Só se deve liberar a construção de loteamentos e habitações após a implantação de infraestrutura básica e a sua aprovação junto à Prefeitura Municipal;

- ✓ Nas áreas rurais deve-se garantir o manejo adequado do solo pelos agricultores e pecuaristas com acompanhamento de técnicos e profissionais habilitados, fiscalizar e fazer cumprir as diretrizes das legislações federais e estaduais referentes à manutenção das faixas ciliares em córregos, rios e nascentes.

4.3.1.2 Medidas de controle para reduzir o lançamento de resíduos sólidos nos corpos d'água

Os resíduos sólidos que atingem os sistemas de drenagem urbana e logo após os corpos d'água tem origem diversificada, envolvendo resíduos domésticos, industriais, entulhos e sedimentos.

O resíduo doméstico advém da não remoção do lixo por parte da administração pública e do descarte indevido em corpos d'água ou diretamente nas ruas, como observado no Córrego dos Buritis e nas vias de Caiapônia.

Os resíduos industriais advêm de lançamentos clandestinos, os entulhos da coleta informal e do descarte descontrolado e por fim os sedimentos livres que não são recolhidos pela coleta regular, como: movimentações de terra, sistema viário e obras civis, chegando às redes de drenagem como identificados no Diagnóstico (Produto C).

Em projetos de sistemas de drenagem urbana, bem elaborados, são considerados dispositivos de retenção de resíduos sólidos e de sedimentos, que evitam a transferência desses materiais para o interior da rede de drenagem e, por conseguinte para o corpo receptor.

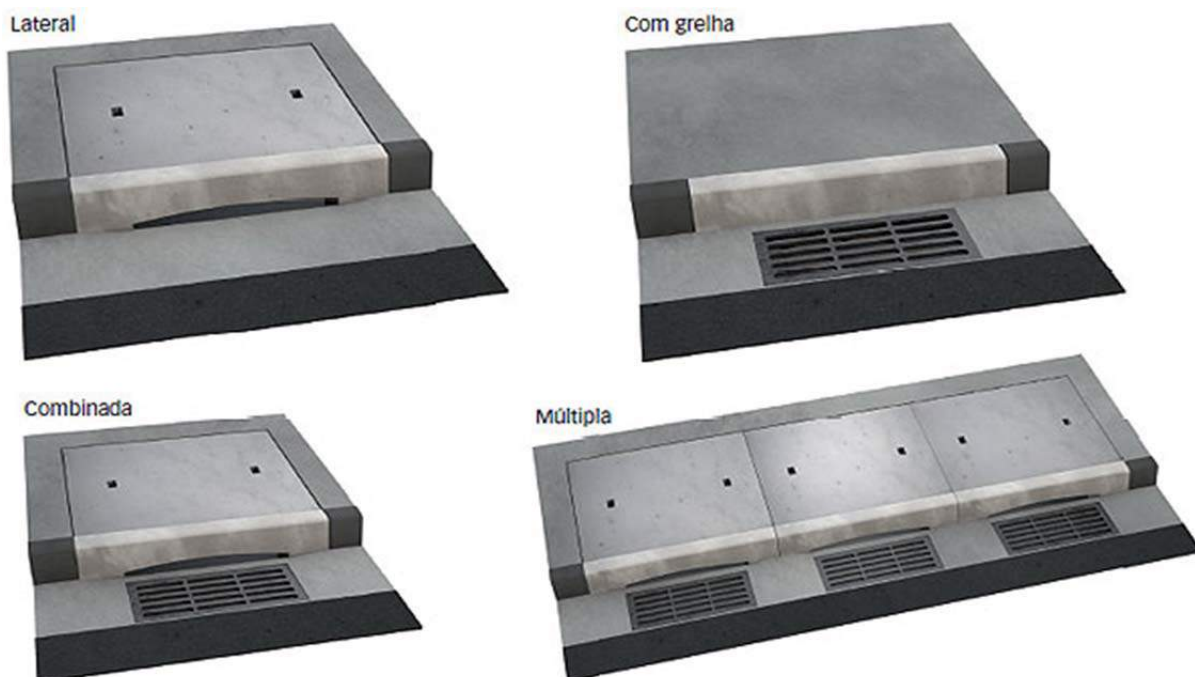


Figura 162. Ilustração de formas de bocas de lobo.

Fonte: PiniWeb Infraestruturas Urbanas, 2011.

Para o bom funcionamento dos dispositivos é necessário à sua manutenção:

- ✓ Varrição das vias;
- ✓ Coleta adequada dos resíduos;
- ✓ Limpeza dos dispositivos de retenção (grades das bocas de lobo);
- ✓ Limpeza e manutenção do sistema de drenagem (micro e macrodrenagem).

Outra medida é a prevenção, identificação e remoção de ligações ilegais na rede de drenagem, que são responsáveis pelo lançamento de efluentes poluidores.

Essas medidas preventivas abrangem desde o estabelecimento de normas de controle, fiscalização periódica, sanções e multas até a educação e conscientização da população.

4.3.2 Diretrizes para o controle de escoamentos na fonte

As medidas denominadas de controle na fonte visam promover a redução e a retenção do escoamento pluvial de forma a qualificar os sistemas tradicionais de drenagem pluvial e ao mesmo tempo evitar as ampliações destes. Enquanto os sistemas tradicionais visam o escoamento rápido das águas pluviais, os dispositivos de controle na fonte procuram reduzir e retardar o escoamento.

Estas medidas deverão integrar de forma harmoniosa o sistema existente no município com as novas soluções, ou seja, integrar as estruturas de transporte, de infiltração e de retenção das águas pluviais.

Os gramados, as áreas com seixos ou outro material que permita a infiltração natural, assim como poços e trincheiras de infiltração, e bacias de percolação, são as estruturas de infiltração e percolação mais viáveis à implantação em Caiapônia.

Estes dispositivos são mais rentáveis do que outras estruturas, como a pavimentação permeável, além de serem eficazes na redução das vazões máximas a jusante, aumento da recarga do aquífero, preservação da vegetação natural e redução da poluição dos corpos hídricos pelo transporte de sedimentos.

Pode-se ainda utilizar-se de reservatórios para acumulação e infiltração de água da chuva em casas, empreendimentos comerciais, industriais, esportivos; e por fim, multiplicar as áreas arborizadas nos espaços públicos e privados livres.

4.3.3 Diretrizes para o tratamento de fundos de vale

Fundos de vale correspondem a locais que possuem alturas mais baixas do relevo acidentado, essas áreas foram identificadas pelos próprios munícipes (Figura 163), correspondendo às regiões do Córrego dos Buritis, Córrego Boqueirão, Córrego do Pasto e Grota do Cemitério.

Durante a urbanização, as práticas de ocupação e degradação dos fundos de vale através do desmatamento e da impermeabilização do solo geraram sérios problemas a este ambiente ocasionando erosões, assoreamento dos mananciais, falta de recarga dos aquíferos subterrâneos, enchentes urbanas e proliferação de doenças de veiculação hídrica.



Figura 163. Identificação dos fundos de vale na zona urbana.
Fonte: Google Earth, TERRA Estudos e Projetos Ambientais, 2016.

Os fundos de vale encontrados em Caiapônia necessitam passar por algumas mudanças, como o aumento da quantidade de áreas verdes, a proteção da vegetação existente nos fundos de vale, a preservação das áreas permeáveis, a orientação quanto a expansão urbana e difusão da educação ambiental.

Em Caiapônia, principalmente na área urbana, verifica-se a falta de vegetação ripária, com conseqüente exposição direta do solo às águas pluviais, ao longo do Córrego dos Buritis, que ocasionam erosões, transbordamentos temporários e assoreamento do curso d'água.

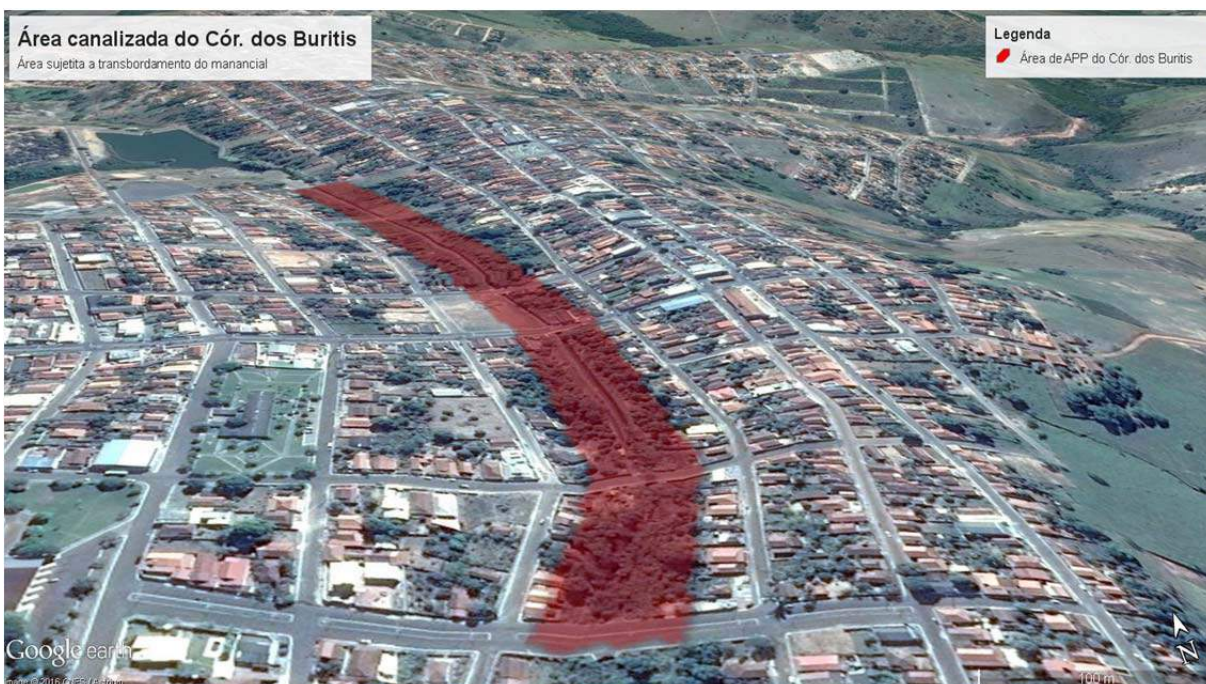


Figura 164. Área sujeita a transbordamento do manancial.
Fonte: Google Earth, TERRA Estudos e Projetos Ambientais, 2015.

O município em parceria com a Defesa Civil deverá identificar todos os pontos de alagamento da malha urbana e realizar programas com a população sobre os cuidados que os munícipes devem ter com a chegada de chuvas de alto índice pluviométrico.

Cardoso (2009) diz que o conceito principal para o tratamento de fundos de vale está sob as medidas de preservação, conservação e renaturalização dos corpos d'água.

Seguindo este conceito, a orientação para o tratamento dos fundos de vale identificados em Caiapônia é a criação de áreas verdes ao longo dos cursos d'água como estratégia multifuncional a fim de serem utilizados como corredores ecológicos, ou fins recreacionais, estéticos e também, como protetor dos mananciais contra quaisquer processos erosivos, aumentando a permeabilidade nas áreas de várzeas.