

serviços de coleta e transporte de lixo (resíduos sólidos e/ou resíduos inertes)”, em conformidade com as respectivas especificações contidas neste Termo.

### 21.2 JUSTIFICATIVA

A terceirização das prestações desses serviços se faz necessária devido à limitação do município do número de contratação de pessoal pela administração pública municipal prevista em Lei, tornando-a, assim, uma forma eficaz de se suprir a necessidade de equipamento e pessoal especializado para o desempenho das funções neste setor, bem como cumprir as determinações feitas pelo Ministério Público a esta Prefeitura.

Não obstante, vale ressaltar que:

- Considerando que a Prefeitura deve concursar os servidores de limpeza (garis, lixeiros, motoristas, etc..)
- Considerando que há necessidade de um grande número de pessoas para atender a demanda do município
- Considerando que sendo estes funcionários lotados na prefeitura, a gestão será responsável pelas aposentadorias, pensões, indenizações por acidentes de trânsito e trabalho.
- Considerando que o custo para manter a totalidade da prestação desse serviço pelo município é muito alta (mão de obra + maquinário + ferramentas de trabalho + equipamentos + uniformes + EPI's, dentre outros custos)
- Considerando o impacto no gasto de pessoal para manter a prestação total deste serviço, o qual já foi motivo de apontamento pelo Ministério Público.
- Considerando que financeiramente é mais econômico terceirizar os serviços.

Não restou outra opção a essa Administração a não ser terceirizar parte dos serviços de limpeza (para complementar os serviços prestados por esta Prefeitura) no intuito de diminuir os gastos com pessoal bem como cumprir com o exigido pelo Ministério Público.

### 21.3 DESCRIÇÃO DETALHADA DOS SERVIÇOS

#### SERVICIOS A SEREM EXECUTADOS

LOTE 01	Recolhimento de resíduos sólidos domiciliares produzidos em imóveis residenciais, comerciais ou públicos dos logradouros nos bairros Centro Leste, Jardim Universitário, Cohabinha, Jaime Campos, Parque Eldorado, Novo Horizonte, São Cristóvão I, II, III, Poncho Verde, Jardim Luciana, (abrangendo a direita da MT 130-Primavera III, Residencial Buritis, Jardim Esperança, tuiuiu, Jardim Volta Grande), <u>aproximadamente 1.040 toneladas mensais recolhidas 03 vezes por semana em dias alternados.</u>
LOTE 02	Recolhimento de resíduos inertes dispostos irregularmente nas Vias Públicas.

## 22 COLETA, TRANSPORTE E DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS:

### 22.1 Lote 01- Da especificação de serviços do lixo SÓLIDOS:

A CONTRATADA executará 03 vezes na semana, em dias alternados a coleta e transporte final para o Aterro Sanitário da Prefeitura Municipal de Primavera do Leste que fica localizado na MT 130, km 06, 07 km à esquerda mais 1000 metros à esquerda, sendo destes 11 km de asfalto, deverá ser efetuado obedecendo as Normas Ambientais vigentes.

Os serviços deverão ser executados por 02 caminhões coletores, compactadores com capacidade de carga de 19 m<sup>3</sup> (dezenove metros cúbicos), dentro dos padrões técnicos estabelecidos por lei.

Os resíduos que eventualmente forem espalhados por rompimento das embalagens deverão ser recolhidos manualmente, deixando o local completamente limpo.

O total estimado de coleta mensal é de 1040 toneladas.

A coleta será realizada em dias alternados, 03 vezes por semana, ficando a contratada obrigada a efetuar o serviço mesmo em dia de feriados civis ou religiosos.

22.1.1. A coleta deverá ser iniciada apenas nos horários abaixo:

- Matutino início 06:00;
- Vespertino início 13:00;

Obs.: Tais horários deverão ser obedecidos para manter o funcionamento do serviço que estava sendo prestado pela Prefeitura bem como realizar o depósito no Aterro sanitário no horário de funcionamento do mesmo.

Os equipamentos coletores, compactadores, ao longo do contrato, devem apresentar-se em ótimas condições de operação e estanques, com ano de fabricação não inferior a 2010, evitando possível vazamento dos líquidos gerados pela compactação.

Deverá a Contratada apresentar o quadro de pessoal necessário à execução dos diversos serviços a serem contratados, incluindo funções de administração, segurança e manutenção das instalações e equipamentos, devendo constar número mínimo ao pleno desempenho dos serviços empreitados, correndo por sua conta, também, os encargos sociais, impostos, seguros, uniformes e demais equipamentos de segurança de acordo com as exigências das Leis Trabalhistas.

Para os serviços expostos neste item, medição dos serviços de coleta dos resíduos sólidos domiciliares será efetuada através de pesagem por tonelada de resíduos, balança localizada na entrada do Aterro, ou outra determinada pela Contratante.

No valor da tonelada de resíduos coletadas deverão incidir todos os custos diretos e indiretos e os investimentos necessários à execução do Objeto do Contrato.

Os serviços de coleta domiciliar serão remunerados pelas quantidades efetivamente recolhidas, tendo como base o valor por tonelada proposto na Licitação pela Contratada.

O destino final do lixo para o Aterro Sanitário que fica localizado na MT 130, km 06, 07 km à esquerda mais 1000 metros à esquerda, sendo destes 11 km de asfalto deverá atender integralmente as posturas Estaduais e Municipais, sendo de total responsabilidade da Contratada, qualquer ato, atitude ou ação cometida ou tomada pela mesma, diferente neste item estabelecido.

### 22.2 Lote 02 – Recolhimento de resíduos inertes dispostos irregularmente nas Vias Públicas.

22.2.1. Prevê a coleta ao longo das Vias Públicas de resíduos dispostos irregularmente como: Resíduos Arbóreos movem inservíveis, resíduos das construções e demolições, papéis e papelão.

22.2.2. A coleta dos resíduos inertes dar-se-á através de uma equipe constituída:

01 Retro Escavadeira

01 Caminhão Basculante capacidade mínima de 10 m<sup>3</sup>

03 Caminhões Truque com carrocerias Gr aneiras e extensores de altura com o ano de fabricação não inferior a 2008, equipados com vassouras, 01 garfo (para separação dos resíduos arbóreos) e 01 Vassouras.

22.2.3. A descarga desses resíduos para a seleção e aproveitamento do material ocorrerá no Aterro Sanitário que fica localizado na MT 130, km 06, 07 km à esquerda mais 1000 metros à esquerda, sendo destes 11 km de asfalto, deverá ser efetuado obedecendo as Normas Ambientais vigentes.

22.2.4. A equipe executora seus serviços de recolhimento dos resíduos, diariamente de Segunda a Sexta-feira, iniciando às 07:00 às 11:00 e das 13:00 às 17:00 e aos Sábados 07:00 às 11:00.

Obs.: Tais horários deverão ser obedecidos para manter o funcionamento do serviço que estava sendo prestado pela Prefeitura bem como realizar o depósito no Aterro sanitário no horário de funcionamento do mesmo.

22.2.5. Os roteiros serão previamente estabelecidos pela fiscalização da Contratante, cabendo a equipe diariamente dar início à execução dos serviços previstos e/ou solicitados.

Vale ressaltar que em caso de necessidade esporádica de recolhimento fora dos roteiros a empresa será comunicada com antecedência para execução dos serviços, os quais serão executados dentro do horário regular de trabalho.

22.2.6. Deverá a Contratada apresentar o quadro de pessoal necessário à execução dos diversos serviços a serem contratados, incluindo funções de administração, segurança e manutenção das instalações e equipamentos, devendo constar número mínimo ao pleno desempenho dos serviços empreitados, correndo por sua conta, também, os encargos sociais, impostos, seguros, uniformes e demais equipamentos de segurança de acordo com as

exigências das Leis Trabalhistas.

22.2.7. A Contratada deverá atender integralmente as posturas Estaduais e Municipais, sendo de total responsabilidade da Contratada, qualquer ato, atitude ou ação cometida ou tomada pela mesma, diferente neste item estabelecido.

22.2.8. Os serviços de coleta desse item serão remunerados pela modalidade de EMPREITADA GLOBAL, devendo a empresa Contratada apresentar proposta com o menor **custo total mensal**.

O custo mensal será discriminado por hora de trabalho tendo em vista que não há padrão na discriminação de peso ou metragem a ser recolhida pois o serviço de recolhimento de inertes varia de acordo com o material.

Assim sendo, a empresa terá que executar 44 horas semanais com todo o maquinário, mão de obra e equipamento necessário para a execução do serviço, em conformidade com o roteiro estabelecido pela contratante.

Portanto, o serviço não será fiscalizado pela quantidade de tonelada recolhida e sim pela carga horária efetivamente trabalhada.

Observações aos lotes 01 e 02:

- O transporte deverá ser efetuado em conformidade as disposições do Código Brasileiro de Trânsito, e qualquer irregularidade será de inteira responsabilidade do licitante.

- O local de carregamento do material será nas ruas do município com coleta manual ou no container de forma mecanizada.

### **22.3 DOS VEÍCULOS:**

22.3.1. Os Veículos a serem utilizados na prestação dos serviços, deverão apresentar condições técnicas próprias para efetuar o transporte dos resíduos.

22.3.2. Os Veículos deverão ser mantidos em perfeitas condições de operação, licenciado pelo DETRAN e obedecendo as normas municipais e estaduais, inclusive o veículo reserva.

22.3.3. Não será permitida a exploração de publicidade nos veículos e equipamentos ou nos uniformes dos empregados envolvidos na execução dos serviços.

22.3.4. O Município poderá, a qualquer momento, exigir a troca de veículo ou equipamento que não seja adequado às exigências dos serviços.

22.3.5. Deverá ser disponibilizado para a execução dos serviços conforme as especificações contidas no item 22.1.2, 22.1.7 e 22.2.2, e demais anotações contidas nesse termo de referência.

22.3.6. A manutenção dos veículos e equipamentos correrá por conta da contratada.

22.3.7. Os veículos e equipamentos utilizados para cumprir o contrato deverão estar em bom estado de conservação, ficando a empresa contratada com o compromisso de disponibilizar veículo sempre nos dias e horários definidos pela contratante, não admitindo-se a não prestação dos serviços por problemas técnicos, mecânicos ou de qualquer outra espécie, ficando a contratada em caso de descumprimento, sujeita as penalidades previstas no Edital.

### **22.4 DO PESSOAL:**

22.4.1. Será de inteira responsabilidade da proponente a admissão de mão-de-obra necessária ao desempenho dos serviços contratados, correndo por sua conta, também, os encargos necessários e demais exigências das leis trabalhistas, previdenciárias, fiscais, comerciais e outras de qualquer natureza, respondendo a proponente pelos danos causados por seus empregados, auxiliares e prepostos, ao patrimônio público ou a outrem.

22.4.2. A contratada deverá fornecer todos os EPIs exigidos em lei e manter em ordem os funcionários devidamente equipados e uniformizados.

### **23 OBRIGAÇÕES DA CONTRATANTE:**

23.1. Proporcionar todas as facilidades para que a CONTRATADA possa desempenhar seus serviços, dentro das normas do Contrato a ser assinado;

23.2. Efetuar os pagamentos nas condições e preços pactuados;

23.3. Rejeitar no todo ou em parte, os serviços executados em desacordo com as exigências deste Termo de Referência;

23.4. Notificar por escrito, à CONTRATADA, ocorrência de eventuais imperfeições no curso de execução dos serviços, fixando prazo para sua correção;

### **24 DAS OBRIGAÇÕES DA CONTRATADA:**

24.1. Os serviços deverão ser executados, dentro das normas e padrões estabelecidos pela **Prefeitura Municipal de Primavera do Leste** e pelos Órgãos oficiais competentes.

24.2. Os serviços deverão ser executados por caminhão coletor, dentro dos padrões técnicos estabelecidos por lei.

24.3. O destino final do lixo coletado deverá atender integralmente as posturas estaduais e municipais, sendo de total responsabilidade da contratada, qualquer ato, atitude ou ação cometida ou tomada pela mesma, diferente deste item estabelecido.

24.4. O prazo de execução dos serviços será de 06 (seis) meses, podendo ser prorrogado pelo prazo fixado em Lei, mediante Termo aditivo e após aceite formal das partes.

24.5. Os serviços considerados como esporádicos e/ou eventuais, serão efetuados de acordo com as necessidades da contratante, dentro dos dias, horários e padrões, previamente estabelecidos pela contratante em de acordo com a contratada.

24.6. A empresa deverá entregar a Contratante à discriminação do serviço, com as seguintes especificações:

1) Data da coleta.

2) Espécie da coleta.

3) Quantidade dos resíduos sólidos coletados ou horas de serviços prestados nos resíduos inertes.

4) Local da prestação de serviços.

5) Nome do prestador de serviço da empresa.

6) Assinatura do FISCAL DE CONTRATO atestando a execução do serviço.

24.7. As cobranças deverão ser efetuadas por faturamento mensal, englobando serviços de coleta e transporte de lixo até o Aterro Sanitário (resíduos sólidos e/ou resíduos inertes), conforme o serviço prestado.

24.8. As Empresas Licitantes deverão apresentar **Declaração de Vistoria**, conforme anexo, comprovando que a mesma tomou conhecimento, de todas as informações, e das condições locais para cumprimento das obrigações objeto deste Termo de Referência. A documentação será **obrigatória para todos os licitantes**.

24.9. Os concorrentes deverão vistoriar, em até 48 horas antes da data da abertura da sessão, a área onde serão prestados os serviços, mediante prévio agendamento com o Sr. Valdir Gonçalves de Oliveira, nos telefones (66) 34981730 ou (66) 99033844, no horário das 14:00 e das 17:00, o qual também acompanhará a vistoria.

24.10. Em caso de dúvidas, referente à prestação dos serviços, os concorrentes deverão entrar em contato com o Sr. Valdir Gonçalves de Oliveira, através do telefone (66) 34981730 ou (66) 99033844, para que seja sanado o motivo.

### **25 QUALIDADE DE GARANTIA**

25.1. A Contratada deverá garantir a integral execução dos serviços e que a mão-de-obra e produtos empregados serão de primeira qualidade, com os métodos de execução compatíveis com os melhores e mais modernas práticas aplicáveis a cada caso.

### **26 LEVANTAMENTO DE QUANTIDADES**

26.1. A Contratada deverá visitar o local onde serão desenvolvidos os trabalhos, a fim de fazer uma avaliação prévia das condições do local, dificuldade de acesso e outros detalhes que se fizer necessário, objetivando evitar falhas no decorrer da execução do contrato.

### **27 HABILITAÇÃO DA EMPRESA:**

27.1. Na fase de habilitação, as empresas deverão apresentar, documentos, certificados e/ou declarações constando que:

27.1.1. As empresas possuem toda a documentação necessária para a prática regular de suas atividades.

27.1.3. Trabalham dentro dos corretos padrões técnicos, qualidade e de segurança exigidos por Lei;

27.1.4. Possuem técnica e experiência na coleta e remoção de lixo e resíduos. (limpeza urbana).

### **28 ESTIMATIVA DE QUANTITATIVOS MÍNIMOS**

28.1. Quantitativo mínimo mensal – coleta de resíduos sólidos: **1.040 toneladas**

As estimativas apresentadas foram baseadas nos serviços praticados atualmente considerando os seguintes aspectos: Coleta de resíduos sólidos - Realizada 3 vezes por semana em dias alternados (os quais serão prestadas mesmo em dias de feriados), bem como a quantidade de viagem que será necessária para atender as 1.040 toneladas mensais.

Obs.: Não descrevemos a média de tonelada por bairro vez que cada região possui uma necessidade distinta que varia de acordo com o dia da semana, localidade, entre outros fatores.

No entanto, o Sr. Valdir Gonçalves de Oliveira está à disposição das licitantes para discorrer sobre sua experiência prática na prestação desses serviços, vez que este é servidor municipal que será responsável pela fiscalização dos serviços prestados pelas empresas à Secretaria de Viação e Obras.

28.2. Quantitativo mínimo de horas trabalhadas na coleta dos resíduos inertes: 44 horas semanais, pelos motivos discriminados acima.

### 29 DO VALOR ESTIMADO

29.1 - O valor estimado para a Contratação de empresa para prestação de serviços de coleta e transporte de lixo (resíduos sólidos e/ou resíduos inertes) segue em anexo conforme planilha de quantitativos e custos.

### 30 DOTAÇÃO ORÇAMENTÁRIA:

30.1. As despesas oriundas da presente aquisição correrão por conta de recursos próprios específicos consignados no orçamento da Secretaria Municipal de Viação e Obras Públicas através da ficha 645.

### 31 DO PAGAMENTO:

31.1. O pagamento será efetuado em até 30 trinta dias após a entrega da nota fiscal devidamente atestada pelo setor competente, mediante controle emitido pelo fornecedor.

### 32 FISCALIZAÇÃO:

32.1. - A fiscalização da prestação dos serviços será exercida por representante legal da CONTRATANTE, neste ato denominado FISCAL DE CONTRATO, devidamente designado pela Prefeitura Municipal de Primavera do Leste, conforme Art. 67 da Lei nº 8.666/93.

32.2 - A fiscalização exercerá rigoroso controle em relação às quantidades e à qualidade dos serviços executados, a fim de possibilitar a aplicação das penalidades previstas, quando desatendidas às disposições a elas relativas.

32.3. Não será aceito descumprimento de algum dos itens contidos neste Termo, sob alegações de desconhecimento das informações.

### Assinaturas e carimbos:



## 33 PLANO DE DRENAGEM

### 33.1 INTRODUÇÃO

A urbanização acelerada associada à falta de planejamento tem sido a principal responsável pela degradação ambiental de muitos municípios brasileiros. Esse processo de urbanização “desordenada” afeta principalmente os rios, córregos e suas várzeas, poluindo os corpos hídricos que se tornam receptores de esgotos domésticos e destruindo a vegetação ciliar para a ocupação por habitações irregulares, por ruas e avenidas.

Além disso, na tentativa de controlar as águas, sanear as cidades e ganhar novas terras para urbanização, as administrações públicas vem condicionando os corpos d’água a seguirem cursos cada vez menos naturais, por meio de obras de retificação, canalização, tamponamento ou aterramento.

O inadequado uso das áreas de várzea tem acarretado uma cadeia de impactos ambientais negativos, podendo-se aqui citar:

A impermeabilização do solo,

As modificações topográficas,

A erosão,

A estabilização das margens,

O assoreamento dos corpos dos canais,

A remoção das matas ciliares,

Alterações da flora e da fauna,

Aumento do escoamento superficial,

Alteração do micro clima entre outros exemplos.

Esses impactos afetam principalmente a quantidade e a qualidade das águas, tanto superficiais como subterrâneas.

Esse conjunto de consequências da interferência do homem sobre o meio físico tem provocado prejuízos de elevada monta dos quais se destaca com ênfase a diminuição da qualidade de vida da população.

As catástrofes por inundações, as dificuldades e o elevação do custo de captação e tratamento adequado da água e a coleta e tratamento dos esgotos são ainda outras facetas desse problema de gestão ambiental urbana, sem mencionar as doenças de veiculação hídrica.

Não distante do cenário apresentado acima, a Cidade de Primavera do Leste vem sofrendo um processo de ocupação urbana cuja principal característica é a apropriação de áreas naturais, de áreas anteriormente protegidas e áreas de riscos. Essa dinâmica tem alterado consideravelmente a vazão pluvial dos principais rios e córregos, comprometendo seriamente o sistema de drenagem existente na cidade. As enchentes e alagamentos passaram a ocorrer de forma mais freqüente em pontos críticos do sistema de drenagem, ocasionando sérios transtornos à população.

O presente estudo contempla o horizonte de planejamento de 2020, apresentando entre outros aspectos informações acerca do município, características hidrológicas e físicas de seu território, consubstanciando a formulação do cenário futuro para diagnóstico e prognóstico do sistema de drenagem. Das análises hidráulico e hidrológicas decorrentes desta abordagem serão determinadas as medidas estruturais e não estruturais a serem adotadas, considerando sempre o binômio custo-benefício de cada intervenção dentro do contexto municipal, incluindo os custos de implantação.

### DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA

O Município de Primavera do Leste tem tentado preservar as margens de alguns trechos de córregos que atravessam a cidade, ocorrendo em algumas áreas dessas bacias, um processo constante de urbanização e com ele alguns problemas decorrentes do Subdimensionamento da macro drenagem urbana. Esse processo altera consideravelmente a vazão pluvial, comprometendo seriamente o sistema de drenagem estabelecido em algumas regiões da cidade. As enchentes freqüentemente verificadas em pontos críticos do sistema de drenagem local têm ocasionado nos últimos anos, sérios transtornos à população.

Primavera do Leste está inserido na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos das grandes bacia do Amazonas e Tocantins. Diversos rios e córregos formam a hidrografia do município, entre eles o Córrego dos Bois, onde será projetado a futura captação de água bruta da Cidade. Outros córregos como o Traíras, Velho Joana, compõem a hidrografia do município.

A população atual é de 52.252 habitantes, e apresenta uma taxa de crescimento de 2,14 % ao ano. Sua densidade demográfica é de 3,30 habitantes /dom. Com isso a Cidade de Primavera do Leste, apresenta um índice de urbanização de 95%, ou seja, esses fatores demonstram uma urbanização acelerada ocorrendo no município, e como consequência, proporcionando uma ocupação espacial de drenagem subdimensionada, pois nem sempre os recursos do poder público, sejam financeiros ou físicos, acompanham o crescimento da cidade e da sua capacidade imediata de resolvê-los. Primavera do Leste apresenta construções sobrepondo-se às margens de alguns córregos e ocupação inadequada das Áreas de Preservação Permanente (APP), definidas pelo código Florestal.



Figura 1 - Cabeceira do Córrego Traíras

### 33.2 - DEFICIÊNCIAS ATUAIS

A macro drenagem do Município de Primavera do Leste apresenta sete grandes áreas com problemas distintos, quais sejam:

**I** - Córrego Velho Joana e Traíras

**II** - Córrego Sem Denominação Afluente do Traíras

**III** - Efluente do Lago Esportivo

**IV** - Efluente da cascalheira

**V** - Micro Drenagem Urbana

**VI** - Cabeceira do Córrego afluente do Rio Poxoréu

**VII** - Travessia da MT 130 – Chácara Fontana

A seguir detalhamos cada uma destas deficiências, e soluções planejadas.

#### 33.2.1 Córrego Velho Joana e Traíras

##### INTRODUÇÃO

Devido à grande expansão ocorrida nas últimas décadas a malha urbana avançou consideravelmente sobre a bacia destes córregos sem contemplar um projeto de drenagem capaz de solucionar a grande impermeabilização gerada pela ocupação e adensamento da área.

Pode-se considerar que os danos causados no leito destes córregos nos últimos anos provocaram uma série de impactos, que vem apresentando um processo erosivo já avançado que compromete as margens dos córregos, em decorrência da ausência de dissipadores, projetados com este fim:



**Figura 2 - Erosão devido a lançamentos no Córrego Traíras**



**Figura 3 - Erosão devido a lançamentos sem dissipadores no Córrego Velho Joana**

É exatamente pelos problemas apresentados hoje nessa porção final com avançados processos erosivos que danificam as vias públicas pondo em risco residências, estabelecimentos comerciais, moradores locais e frequentadores dos bairros, que está sendo proposto este plano Municipal de Drenagem – com o objetivo de construção de dissipadores de energia em todos os lançamentos, que desembocam nestes córregos

A área da bacia hidrográfica do Córrego Traíras, ocupa uma área nobre de crescimento da cidade, onde existe previsão de instalações públicas, de elevado interesse da municipalidade, e que deve ser tratado como um importante trecho de macro drenagem.



**Figura 4 – Área de lançamento de águas pluviais**

#### 33.2.2 Córrego Sem Denominação (S/D)

O córrego S/D possui diversos lançamentos de galerias, e deságua no córrego Traíras, nesta condição abrange uma grande área de drenagem, que é parcialmente canalizada e retificada, porém recebe contribuições de área ainda desprovidas de canalização, e tem no seu lançamento final um grande trecho sem galerias, que compromete a vegetação da APP, devido à condição topográfica, que confere ao local uma região alagadiça.



**Figura 5 - Galeria da Avenida que transpôs o Córrego**

O Impacto causado pela construção da avenida deverá ser minimizado, ou totalmente resolvido com a construção de uma galeria auxiliar, em uma cota inferior a da galeria atual, o que irá permitir o escoamento total das águas excedentes durante o período das chuvas, e com conseqüente reflorestamento da área atualmente afetada.



**Figura 6 – área afluente ao lago**

#### 33.2.3 Efluente do Lago Esportivo (Espaço Olímpico Vô Pedro Viana).

Com o advento do lago Esportivo, houve um avançado processo erosivo, nas margens do córrego Traíras, em decorrência da ausência de proteção do trecho de lançamento até o talvegue do córrego.



**Figura 7 - Lago Esportivo**



**Figura 8 - Estrutura do Efluente do lago, galerias e Vertedouro**



**Figura 9 - Galeria que reúne todo volume efluente do lago: Lançamento final**



**Figura 10 - erosão causada por lançamento incorreto**

Este lançamento de forma incorreta e sem proteção, já provocou o assoreamento de parte do leito do córrego trairas, mudança a posição do seu talvegue original, e provocando uma grande devastação na vegetação da APP.

Como alternativa para garantir o fluxo de um grande volume efluente do lago, deverá ser projetado um canal trapezoidal, entre a galeria final, e o Talvegue do Córrego Trairas.

**33.2.4 Efluente da Cascalheira**

Nas proximidades da encosta da divisa com o Município de Poxoréu, está localizada a cascalheira, que foi utilizada sem um planejamento adequado, gerando em consequência um elevado impacto no meio ambiente, principalmente com o deslizamento de encosta do paredão a margem esquerda de um dos afluentes do Rio Poxoréu, que tem sua cabeceira inserida na malha urbana do Município de Primavera do Leste. Nesta região o solo desagregou, em decorrência da concentração da descarga da drenagem desta bacia.

**Figura 11 - Área da Cascalheira**

Setor de Rompimento da Barragem

**Figura 12 - Erosão provocada pelo rompimento da barragem da Cratera**

Nesta área o problema está instalado com as seguintes consequências:

A descarga da bacia de contribuição tende a provocar continua erosão nas margens desta cratera.

O Efluente da Cratera está sub dimensionado e na ocorrência de uma chuva torrencial, haverá a probabilidade de rompimento da barragem artificial, e provocar novo deslizamento da encosta.

A Barragem de terra não tem estabilidade e altura adequada

**33.2.4.1 Recomendações Técnicas:**

No sopé, próximo a cabeceira da nascente, encontramos uma diferença de nível de 15 m em uma distancia de 120 m, ou seja, uma elevada diferença de nível, inviabilizando assim a obra de canalização bem como gerando um elevado grau de possibilidade de processo erosivo, em consequência da formação da encosta que é constituída de rochas entre solo arenoso.

Atualmente, a política de controle dos impactos na drenagem ainda se baseia no conceito de escoar a água precipitada o mais rápido possível. Segundo Urbonas e Stahre (1993), este princípio vem sendo abandonado nos países, sendo que a consequência imediata dos projetos baseados nesse conceito é o aumento das inundações a jusante devido à canalização. Na medida em que a precipitação ocorre, e a água não é infiltrada, este aumento de volume escoar pelos condutos, conduzindo a irracionaisidades de projetos que leva a custos insustentáveis, podendo chegar a dez vezes maior do que o custo de amortecer o pico dos hidrogramas e diminuir a vazão máxima para jusante através de uma detenção.

Segundo Tucci (2003), “o paradoxo é que países ricos verificaram que os custos de canalização e condutos eram muito altos e abandonaram esse tipo de solução, enquanto países pobres adotam sistematicamente essas medidas, perdendo duas vezes: custos muito maiores e aumento dos prejuízos”.

Atualmente as medidas de controle mais modernas, possuem uma abordagem “sustentável”, compõem a micro e macro drenagem e são compostas de detenções e retenções. As detenções são reservatórios urbanos mantidos secos com uso do espaço integrado à paisagem urbana, que é o objeto deste plano, enquanto que as retenções são reservatórios com lâmina de água utilizados não somente para controle do pico e volume do escoamento, como também da qualidade da água, ainda segundo Tucci (2003), “a maior dificuldade no projeto e implementação dos reservatórios é a quantidade de lixo transportada pela drenagem que obstrui a entrada dos reservatórios”, o que deve ser contornado em decorrência de tratar-se de unidades habitacionais sob controle da fiscalização e de interesse da sociedade em mantê-lo limpo em decorrência do benefício da área de lazer; e neste sentido deverá ser implementado a educação ambiental, buscando a conscientização da população sobre os efeitos negativos da impermeabilização do solo urbano, campanhas contra o lançamento de lixo, nas galerias esforços que certamente irão produzir bons resultados a curto e médio prazo.

Assim este estudo, tem como objetivo principal evitar que a associação das águas pluviais, não causem danos ao meio ambiente, provocando erosão na encosta do morro, devendo, portanto ser composta de:

01 reservatório de detenção

01 área de descarga com tubulações flexíveis

Considerando que estamos com uma componente de drenagem praticamente pronta, recomendamos que se transforme esta cratera em um reservatório de detenção com uso múltiplo, com garantia de segurança diurna e noturna, por meio de acesso controlado e iluminação.

**Figura 13 – área para reservatório****33.2.4.2 Reservatório de detenção**

Área Drenada: 41 ha

Intensidade de Chuva

Para avaliação do índice pluviométrico, foi adotado o histórico dos pluviômetros instalados no município de Chapada dos Guimarães, por tratar-se de área semelhante e com maior número de estações de controle.

Tabela 1 – Precipitação máxima (mm.h<sup>-1</sup>) em chapada dos Guimarães, MT na estação Ponte Alta (01555000), para diferentes durações e períodos de retorno. Coordenadas Geográficas: 15°24'28"S, 55°17'48"W.

Período de Retorno (anos)	1	2	5	10	20	50	100
15 min	10	12	15	18	22	28	35
30 min	15	18	22	28	35	45	55
1 h	20	25	30	38	48	60	75
2 h	25	30	35	45	55	70	85
3 h	28	35	40	50	60	75	90
4 h	30	38	45	55	65	80	95
6 h	35	45	55	65	75	90	105
8 h	40	50	60	70	80	95	110
12 h	45	55	65	75	85	100	115
18 h	50	60	70	80	90	105	120
24 h	55	65	75	85	95	110	125

Tabela 2 – Precipitação máxima (mm.h<sup>-1</sup>) em chapada dos Guimarães, MT na estação Fazenda Estiva (01555008), para diferentes durações e períodos de retorno. Coordenadas Geográficas: 15°13'58"S, 55°44'28"W.

Período de Retorno (anos)	1	2	5	10	20	50	100
15 min	10	12	15	18	22	28	35
30 min	15	18	22	28	35	45	55
1 h	20	25	30	38	48	60	75
2 h	25	30	35	45	55	70	85
3 h	28	35	40	50	60	75	90
4 h	30	38	45	55	65	80	95
6 h	35	45	55	65	75	90	105
8 h	40	50	60	70	80	95	110
12 h	45	55	65	75	85	100	115
18 h	50	60	70	80	90	105	120
24 h	55	65	75	85	95	110	125

Tabela 3 – Precipitação máxima (mm.h<sup>-1</sup>) em chapada dos Guimarães, MT na estação Fazenda Raizama (01455008), para diferentes durações e períodos de retorno. Coordenadas Geográficas: 15°50'38"S, 55°51'18"W.

Período de Retorno (anos)	1	2	5	10	20	50	100
15 min	10	12	15	18	22	28	35
30 min	15	18	22	28	35	45	55
1 h	20	25	30	38	48	60	75
2 h	25	30	35	45	55	70	85
3 h	28	35	40	50	60	75	90
4 h	30	38	45	55	65	80	95
6 h	35	45	55	65	75	90	105
8 h	40	50	60	70	80	95	110
12 h	45	55	65	75	85	100	115
18 h	50	60	70	80	90	105	120
24 h	55	65	75	85	95	110	125

Tabela 4 – Precipitação máxima (mm.h<sup>-1</sup>) em chapada dos Guimarães, MT na Usina Casca III (01555007), para diferentes durações e períodos de retorno. Coordenadas Geográficas: 15°21'56"S, 56°26'13"W.

Período de Retorno (anos)	1	2	5	10	20	50	100
15 min	10	12	15	18	22	28	35
30 min	15	18	22	28	35	45	55
1 h	20	25	30	38	48	60	75
2 h	25	30	35	45	55	70	85
3 h	28	35	40	50	60	75	90
4 h	30	38	45	55	65	80	95
6 h	35	45	55	65	75	90	105
8 h	40	50	60	70	80	95	110
12 h	45	55	65	75	85	100	115
18 h	50	60	70	80	90	105	120
24 h	55	65	75	85	95	110	125

**Quadro 1 – Comparativo das precipitações**

Duração/local	Usina casca III	Ponte Alta	Faz. Estiva	Faz. Raizama	Média
5 min.	204,8	170,6	160,1	171,6	176,78
20 min.	122	101,6	95,4	102,2	105,30
30 min.	100,4	83,6	78,5	84,1	86,65
1 h	67,8	56,5	53	56,8	58,525
10 h	13,2	1	10,4	11,1	8,925
24 h	6,7	5,6	5,3	5,5	5,775

Precipitação máxima média: 176,78 mm/h

Precipitação adotada: 176,78 mm/h

Hipótese de Cálculo:

Considerando que toda área drenada constitui numa região densamente urbanizada, com asfalto na rua, telhados e cimentado em todo quintal, iremos desconsiderar a permeabilidade e, será levado em consideração que toda área contribui com água para o sistema de drenagem.

Vazão de Contribuição:

A vazão de água, no final dos coletores é dada pela fórmula  $Q = I \times S$ , isto é, a vazão (litros por segundo) de água que incide sobre a área é o resultado da multiplicação da intensidade pluviométrica (mm/hora) pela Área de Contribuição, foi adotado o método racional em decorrência da dimensão da bacia drenada.

$$Q = 176,78 \text{ mm/h} \times 410.000 \text{ m}^2/3.600$$

$$Q = 20.133,27 \text{ l/s}$$

O efeito do reservatório será reter o volume que seria transferido para a região à jusante, assim retido temporariamente no reservatório, o qual, tendo uma capacidade limitada para liberar a água em sua saída, irá provocar o abatimento da onda de cheia, liberando o mesmo volume de água em um tempo maior e com um pico de vazão máxima de menor magnitude. O vertedor existente na saída elimina o excesso de água acumulado no reservatório de forma gradual, protegendo o trecho de jusante dos efeitos das grandes chuvas, porém, uma vez atingida à capacidade máxima do reservatório não haverá mais efeito retardador do escoamento, pois toda vazão que chegar ao reservatório será escoada para jusante, sem amortecimento.

Nesta condição a cobertura vegetal é um fator crucial no processo de geração do escoamento superficial, assim na saída do reservatório serão plantados uma cobertura vegetal composta de capim limão e vetiver, provocando assim a redução de erosão e produção de sedimentos que irão se depositar nos rios, diminuindo a sua capacidade de escoamento.

Tempo de recorrência

Para as obras de drenagem urbana, DAEE/ CETESB, em publicação de 1980, conforme TUCCI (1995) estabelece o uso dos tempos de recorrência, em função da ocupação da obra, de acordo com os listados a seguir.

Tabela 5 - TEMPO DE RECORRÊNCIA EM FUNÇÃO DA OCUPAÇÃO.

Abrangência	Ocupação	Tempo de Recorrência – (anos)
Residencial		2
Comercial		5
Microdrenagem	Áreas com edifícios de serviço público	5
Aeroportos		2 a 5
Áreas comerciais e artérias de tráfego		5 a 10
Macro-drenagem	Áreas comerciais e residenciais	50 a 100
Áreas de importância específica		500

Volume de reservação

O Volume de reservação corresponde ao produto da vazão pelo tempo de concentração calculado pela fórmula de Kirpich

$$T_c = 0,39 \times (L^2/S)^{0,385}$$

Em que :

$T_c$  - tempo de concentração em horas.

L - Comprimento em Km.

S - declividade equivalente Constante em %.

Sendo:

$$L = 600 \text{ m} = 0,6 \text{ Km}$$

$$S = 1,9\%$$

$$T_c = 0,39 \times (0,6^2/1,9)^{0,385}$$

$$T_c = 0,20 \text{ h}$$

$$V = Q \times T_c$$

Logo:

$$V = 20.133 \text{ m}^3/\text{s} \times 0,2 \times 3.600 = 14.495,96 \text{ m}^3$$

Atualmente o Reservatório de Detenção tem as seguintes dimensões:

Largura média = 70,00 m

Comprimento = 150,00 m

Altura Máxima prevista da lâmina d'água = 2,00 m

Capacidade de armazenamento: 21.000 m<sup>3</sup>

Ou seja muito superior ao volume projetado para operar como reservatório de detenção, o que estaria assegurado o seu uso, tendo em vista ser inviável processos de aterro, exceto a jusante do gabião como proteção da encosta.

#### 33.2.4.3 Controle de erosão a jusante do reservatório.

Para evitar a erosão do solo, será plantado o capim vetiver, em consórcio com o capim limão (também conhecido por capim santo ou capim cidreira), sendo o primeiro considerado por diversos órgãos internacionais, como por exemplo, o Banco Mundial e o Conselho Nacional de Pesquisa dos EUA, como a solução para os problemas da erosão e qualidade da água no mundo. Esta gramínea, é à base do Sistema Vetiver, uma técnica que foi desenvolvida na década de 1980 para resolver problemas de erosão e da poluição das águas. Desde então esta técnica vem se popularizando ao redor do mundo devido a sua simplicidade e eficiência.



O capim-vetiver possui algumas características que o tornam uma ferramenta sustentável e muito eficiente da bioengenharia. Apresentando rápido crescimento, ele se desenvolve em diferentes condições climáticas, tipos de solo, indiferente ao pH, toxidez, salinidade e ainda é resistente ao fogo e ao alagamento. Além de ser altamente resistente a condições extremas, o capim-vetiver é uma planta estéril, multiplicando-se apenas através de mudas, assim não existindo o risco de se tornar uma praga.

No entanto, a característica mais marcante desta planta é seu impressionante sistema de raízes que chega a alcançar 5 metros de profundidade e comparativamente possui 1/6 da resistência do aço. As touceiras adultas do capim-vetiver atingem alturas de 1,5m a 2m.

O Sistema Vetiver quando aplicado no controle da erosão em encostas, consiste em plantar o capim-vetiver em fileiras horizontais devidamente espaçadas em função da inclinação da encosta. Uma distância vertical entre linhas de 1 metro normalmente é o suficiente na maioria dos casos. Ao se desenvolver, o sistema de raízes forma um grameamento natural do solo, aumentando significativamente a estabilidade da encosta. Como as mudas são plantadas a uma distância de no máximo 15 cm uma da outra (6 mudas por metro de linha), ao se desenvolver a linha de capim-vetiver forma uma barreira natural e impermeável até uma altura de 30 cm, que além de reter a terra, segura a água que ao invés de descer a encosta como uma enxurrada, perde velocidade e não danifica o solo.



#### Plantio

Até o plantio, mantenha as mudas em recipiente com água no nível das raízes, isto irá acelerar o desenvolvimento de raízes novas. As mudas recebidas normalmente chegam estressadas e desidratadas, assim a água irá suprir estas necessidades. Se isso não for possível, ao menos mantenha as mudas úmidas até que sejam plantadas. O capim vetiver pode ser plantado durante todo o ano. No entanto, procure fazer o plantio com o solo molhado ou antes da chuva pois diminui a possibilidade de perda de mudas. Se isso não for possível, irrigar as plantas após o plantio com bastante água. As mudas podem parecer mortas nos primeiros dias, com as folhas secas, porém com o tempo irão aparecer brotos novos nas laterais. Como as mudas devem ser plantadas próximas umas as outras (max. 15 cm de distância), abra uma pequena vala para acomodá-las mantendo sempre a vala no nível. Adicione os insumos/adubos misturados com um pouco de terra e acomode as mudas, firmando-as com solo. Mantenha os animais longe do plantio.

#### Adubação e Manutenção

É recomendado o uso de adubo orgânico bem curtido (esterco de aves, gado ou húmus) no plantio, juntamente com adubação fosfatada. Usar na base de 200 g de esterco curtido, e 50 g de Fosfato por cada metro de linha. Em solos ácidos, recomendamos a aplicação de Calcário. A utilização de fertilizante NPK (5-20-10) é aconselhado depois da "pega" das mudas, uns 30 dias depois do plantio. Usar na base de 50 g por metro de linha. Após o terceiro mês realizar adubações com NPK (20-20-20). As aplicações de NPK devem ser seguidas de irrigação ou feita em dias de chuva. Manter as áreas "entrelinhas" roçadas, para evitar fazer sombra para o capim-vetiver.



**Figura 14 - Capim limão**



**Figura 15 - Detalhe de plantação**

33.2.4.4 Urbanização da área interna do reservatório.

Dimensões:



**Figura 16 -área a ser urbanizada**

Altura adotada: 2,00 m

Largura adotada: 70,00

Comprimento = 90,00 m

ÁREA: 6.300 M<sup>2</sup>

Neste espaço deverá ser implantado um campo de futebol society, com piso em areia, devendo operar em tempo seco.

A limpeza do reservatório poderá ser feita com veículos utilitários, trator e caminhões caçamba.

33.2.4.5 Vazão nos orifícios de drenagem

No tanque de retenção 01 tubo de 1,20 m afluem toda drenagem dos bairros. Para garantia de uma drenagem controlado, são previstos 05 orifícios de fundo que drenam parte do volume afluente, podendo ter vazão igual, menor ou superior a vazão afluente em conformidade com a precipitação no instante analisado. Cada furo está interligado a tubos PEAD em diâmetro 200 mm, que conduzem o fluxo até o córrego.

Neste caso iremos admitir à situação de máxima vazão que deve ocorrer com uma altura de carga, correspondente a cota do vertedouro, assim teremos:

$H = 2,00$

Adotaremos orifícios de 200 mm, com área de:

$0,031416 \text{ m}^2$ ,

$A = 0,031416$

A vazão em cada orifício será dada por:

$Q = C_d \times A_o \times (2g \times h)^{1/2}$

Logo:

$Q = 0,62 \times 0,031416 \times (2 \times 9,81 \times 2)^{1/2}$

$Q = 0,122 \text{ m}^3/\text{s}$

Vazão total =  $5 \times 0,122 = 0,61 \text{ m}^3/\text{s}$

O que irá permitir drenar aproximadamente 1/20 da vazão máxima, o que implica em um amortecimento significativo da vazão de jusante, que deve ser drenada na encosta em cinco pontos distintos, e afastado da área erodida.

33.2.4.6 Barramento lateral e no efluente do Reservatório de Retenção

Toda estrutura de reforço do talude em fase de erosão, assim como em substituição ao barramento de terra atual, deverá ser construído um muro de gabião, com a seguinte rotina executiva.

Execução em Gabião Caixa

Gabião Caixa

Especificações Técnicas em malha hexagonal de dupla torção tipo 8x10 Ø 2,7 mm Galfan®

1) ARAME

Todo o arame utilizado na fabricação do gabião caixa e nas operações de amarração e atirantamento durante sua construção, deve ser de aço doce recozido de acordo com as especificações da NBR 8964, ASTM A641M-98 e NB 709-00, isto é, o arame deverá ter uma tensão de ruptura média de 38 a 48 kg/mm<sup>2</sup>.

REVESTIMENTO DO ARAME

Todo arame utilizado na fabricação do gabião caixa, e nas operações de amarração e atirantamento durante sua construção deve ser revestido com liga zinco-5% alumínio (Zn 5 Al MM) de acordo com as especificações da ASTM A856M-98, classe 80, isto é: a quantidade mínima de revestimento Galfan® na superfície dos arames é de 244 g/m<sup>2</sup>.

A aderência do revestimento do zinco ao arame deve ser tal que, depois do arame ter sido enrolado 15 vezes por minuto ao redor de um mandril, com um diâmetro igual a 3 vezes o do arame, não se descasque ou quebre, de maneira que o zinco possa ser removido com o passar do dedo, de acordo com as especificações da ASTM A641 M-98. Os ensaios devem ser feitos antes da fabricação da tela.

ALONGAMENTO DO ARAME

O alongamento não deverá ser menor do que 12%, de acordo com as especificações da NBR 8964 e ASTM A641M-98. Devem ser feitos ensaios sobre o arame, antes da fabricação da tela, sobre uma amostra de 30 cm de comprimento.

TELA

A tela deve ser em malha hexagonal de dupla torção, obtida entrelaçando os arames por três vezes meia volta, de acordo com especificações da NBR

10514, NB 710-00 e NP 17 055 00. As dimensões da malha serão do tipo 8x10. O diâmetro do arame utilizado na fabricação da malha deve ser de 2,7 mm e de 3,4 mm para as bordas.

#### BORDAS ENROLADAS MECANICAMENTE

Todas as bordas livres do gabião caixa, inclusive o lado superior das laterais e dos diafragmas, devem ser enroladas mecanicamente em volta de um arame de diâmetro maior, neste caso 3,4 mm, para que as malhas não se desfaçam e adquiram maior resistência. A conexão entre o arame da borda enrolada mecanicamente e a malha deve ter uma resistência mínima de 17,5 kN/m de acordo com as especificações da ASTM 975.

#### 3) CARACTERÍSTICAS DO GABIÃO CAIXA

Cada gabião caixa com comprimento maior que 1,50 m deve ser dividido em celas por diafragmas colocados a cada metro. O lado inferior das laterais deve ser fixado ao pano de base, durante a fabricação, através do entrelaçamento das suas pontas livres ao redor do arame de borda. O lado inferior dos diafragmas deve ser costurado ao pano de base, durante a fabricação, com uma espiral de arame de diâmetro de 2,2 mm.

Dimensões padrão:

Compr. 1,50 m 2,00 m 3,00 m 4,00 m

Largura 1,00 m

Altura 0,50 m 1,00 m



#### AMARRAÇÃO E ATIRANTAMENTO

Com os gabiões caixa deve ser fornecida uma quantidade suficiente de arame para amarração e atirantamento. Este arame deve ter diâmetro 2,2 mm e sua quantidade, em relação ao peso dos gabiões caixa fornecidos, é de 8% para os de 1,00 m de altura, e de 6% para os de 0,50 m.

#### TOLERÂNCIAS

Admite-se uma tolerância no diâmetro do arame zincado de  $\pm 2,5\%$ . Admite-se uma tolerância no comprimento do gabião caixa de  $\pm 3\%$ , e na altura e largura de  $\pm 5\%$ .

#### INSTALAÇÃO

##### Materiais de enchimento

Para o enchimento dos gabiões pode ser utilizado qualquer material pétreo, sempre que seu peso e suas características satisfaçam as exigências técnicas, funcionais e de durabilidade exigidas para a obra.

O material normalmente utilizado são seixos rolados e pedras britadas. No caso de tais materiais não serem encontrados nas proximidades ou tenham um alto custo, podem ser usados materiais alternativos tais como sacos preenchidos com areia e cimento, entulho, escória de alto-forno, blocos de cimento, etc., mesmo que estas soluções possam significar a redução das características do muro como, por exemplo, a flexibilidade e a permeabilidade.

Deve sempre ser preferido material de maior peso específico, especialmente porque o comportamento da estrutura a gravidade depende diretamente do seu peso próprio. Devem também ser descartadas pedras solúveis, friáveis e de pouca dureza. No caso específico desta barragem foi projetado o uso de pedra britada.

##### Colocação em Obra

##### Como colocar os Gabiões tipo Caixa

##### Operações preliminares

Os Gabiões tipo Caixa (a partir de agora denominados gabiões) são fornecidos dobrados e agrupados em fardos. O arame necessário para as operações de montagem e união dos gabiões pode ser enviado dentro do mesmo fardo ou separado.

O fardo deve ser armazenado, sempre que possível, em um lugar próximo ao escolhido para a montagem. O lugar onde serão montados os gabiões, para facilitar o trabalho, deverá ser plano, duro e de dimensões mínimas de aproximadamente 16m<sup>2</sup> com inclinação máxima de 5%.

O gabião é constituído por um pano único que formará as paredes superior, anterior, inferior e posterior da caixa. A este pano são fixados dois panos menores que, uma vez levantados, constituirão as faces laterais. Outro(s) pano(s) será(ão) colocado(s) unido(s) ao pano maior com uma espiral para permitir a formação do(s) diafragma(s) interno(s).

Todos os panos são em malha hexagonal de dupla torção produzida com arames metálicos revestidos com liga de zinco / alumínio e terras raras (Galfan®) e, se for especificado, adicionalmente revestidos por uma camada de material plástico.



#### Figura 17 - Fardos de gabiões e arames para amarração

##### Montagem

A montagem consiste, inicialmente, em retirar cada peça do fardo e transportá-la, ainda dobrada, ao lugar preparado para a montagem, onde então será desdobrada sobre uma superfície rígida e plana, e, com os pés, serão tiradas todas as irregularidades dos painéis (figura 4.2.2).

A seguir, a face frontal e a tampa são dobradas e levantadas até a posição vertical, assim como a face posterior. Obtém-se assim o formato de um paralelepípedo aberto (uma caixa). Uma vez formada esta caixa, unem-se fios de borda que se sobressaem nos cantos dos panos de tela torcendo-os entre si (figura 4.2.3).



Usando o arame enviado junto com os gabiões amarram-se\* as arestas verticais que estão em contato. Da mesma forma é(são) amarrado(s) o(s) diafragma(s) separador(es). Desta forma, o gabião ficará separado em células iguais.

Para cada aresta de 1 metro de comprimento, são necessários aproximadamente 1,4m de arame. A tampa, nesta etapa, deve ser deixada dobrada sem ser amarrada.

##### Colocação

O elemento, já montado, é transportado (de forma individual ou em grupos) até o lugar definido no projeto e posicionado apropriadamente. Os elementos, então, são amarrados, ainda vazios, uns aos outros, ao longo de todas as arestas de contato (menos as das tampas), formando a primeira camada da estrutura (figura 4.2.5).

As tampas devem ser dobradas em direção à face externa e dispostas de tal maneira que o enchimento seja facilitado.



\* A amarração deve ser realizada passando-se o arame através de todas as malhas que formam as bordas, alternando uma volta simples com uma dupla. Desta forma, estará assegurada a união resistente entre os gabiões, tal que, poderá resistir aos esforços de tração aos quais serão submetidos. As bordas deverão estar em contato de tal maneira que, esforços de tração, não possam causar movimentos relativos.

O plano de apoio deve ser previamente preparado e nivelado. Deve ser assegurado que as características de resistência do terreno sejam aquelas consideradas no projeto. Caso contrário, a camada superior do terreno deve ser substituída por material granular de boas características (uma resistência menor que a prevista pode colocar em risco a estabilidade da obra).

Para garantir que a estrutura apresente a estética esperada, um bom acabamento do paramento frontal deve ser garantido. Para isso deve-se recorrer à utilização de um tirfor ou um gabarito (figura 4.2.6).

O gabarito pode ser formado por três tábuas de madeira de aproximadamente 2 a 3cm de espessura, 4 a 5m de comprimento e 20cm de largura, mantidas paralelas a uma distância de 20cm uma da outra por tábuas transversais menores, formando grelhas de aproximadamente 1 x 4m ou 1 x 5m. O gabarito deve ser fixado firmemente ao paramento externo, usando o mesmo arame de amarração.



##### Enchimento

Como já mencionado, para o preenchimento devem ser usadas pedras limpas, compactas, não friáveis e não solúveis em água, tais que possam garantir o

comportamento e a resistência esperada para a estrutura.

As pedras devem ser colocadas (acomodadas) apropriadamente para reduzir ao máximo o índice de vazios, conforme previsto no projeto (entre 30% e 40%), até alcançar aproximadamente 0,30m de altura, no caso de gabiões com 1,0 metro de altura, ou 0,25m para os de 0,50m de altura. Devem, então, ser colocados dois tirantes (tensores) horizontalmente a cada metro cúbico (em cada célula). Tais tirantes devem ser amarrados a duas torções (mínimo quatro arames distintos) da face frontal (aproveitando o espaço existente entre as tábuas do gabarito) e a duas da face posterior de cada célula.

Após esta etapa inicial do enchimento, para gabiões com 1,0 metro de altura, deve ser preenchido outro terço da célula e repetida a operação anteriormente mencionada para os tirantes. Deve ser tomado o cuidado para que a diferença entre o nível das pedras de duas celas vizinhas não ultrapasse 0,30m, para evitar a deformação do diafragma ou das faces laterais e, conseqüentemente, facilitar o preenchimento e posterior fechamento da tampa (figura 4.2.9). Por fim, completa-se o preenchimento de cada cela até exceder sua altura em aproximadamente três a cinco centímetros. Superar este limite pode gerar dificuldades na hora do fechamento dos gabiões.



Para os gabiões com 0,5m de altura, preenche-se, inicialmente, até metade da altura da caixa, colocam-se os tirantes, e completa-se o enchimento até 3 a 5cm acima da altura de cada cela. O enchimento dos gabiões tipo caixa pode ser realizado manualmente ou com o auxílio de equipamentos mecânicos. A pedra deve ser de consistência conforme descrita no item 4.1 "Material de enchimento", tendo tamanho levemente superior à abertura das malhas.



#### Fechamento

Uma vez completado o preenchimento das células, a tampa, que havia ficado dobrada, é então desdobrada e posicionada sobre a caixa com a finalidade de fechar superiormente o gabião, sendo amarrada ao longo de seu perímetro livre a todas as bordas superiores dos painéis verticais. A amarração deve, sempre que possível, unir também a borda em contato com o gabião vizinho.



#### Colocação

Depois de montados e preenchidos no canteiro de obras, os gabiões devem ser lançados com o auxílio de equipamentos adequados, no lugar definido em projeto. Os gabiões são presos por ganchos longitudinalmente, ao longo das bordas de união do pano e levantados com o auxílio de uma grua.

É importante que, para distribuir as tensões geradas pelo peso próprio do elemento ao longo da malha que o constitui, seja utilizado um elemento metálico de comprimento aproximadamente igual ao gabião, no qual, são conectados cabos ou correntes usados para içá-lo.



#### Figura 18 - Plataforma de deformação

Considerando que a estrutura de contenção funcionará como defesa fluvial, foi prevista, à frente desta, uma plataforma de deformação em colchões Reno®, para evitar erosão no solo de apoio e conseqüente solapamento da estrutura.

O colchão Reno é constituído por um pano único que formará a base, as paredes laterais e os diafragmas. Quatro cortes, em suas extremidades, indicam onde deverão ser dobradas as paredes. Outros dois cortes delimitam a largura dos diafragmas. Quatro espirais mantêm unidas as paredes duplas que formam os diafragmas. Outro painel de malha forma a tampa do colchão. As bases e as tampas são colocadas em fardos separados. Todos os panos são em malha hexagonal de dupla torção produzida com arames metálicos revestidos com liga de zinco / alumínio e terras raras (Galfan®) e adicionalmente revestidos por uma camada de material plástico.

#### Montagem

A montagem consiste, inicialmente, em retirar a base de cada peça do fardo e transportá-la, ainda dobrada, ao lugar preparado para a montagem, onde então será desdobrada sobre uma superfície rígida e plana, e, com os pés, serão tiradas todas as irregularidades dos seus painéis até obter-se o comprimento nominal da peça.



Dando seqüência à montagem, se juntam, com os pés, as paredes dos diafragmas que ficarem abertas (figura 4.2.21), e levantam-se as paredes laterais e os diafragmas na posição vertical utilizando os cortes como guias para a definição da altura do elemento. Aconselha-se a utilização de um sarrafo de madeira para o perfeito alinhamento da dobra.



Uma vez posicionadas as paredes longitudinais, na vertical, formam-se abas a partir das paredes transversais, que devem ser dobradas e amarradas às paredes longitudinais usando os arames de maior diâmetro que sobressaem das mesmas.

As partes dobradas das paredes longitudinais devem ser amarradas aos diafragmas, usando o arame enviado junto com os colchões, de tal maneira que estas dobras coincidam e se fixem aos diafragmas. Desta forma, o colchão ficará separado por células a cada metro. Ao final destas operações obtém-se um elemento em forma de um prisma retangular aberto na parte superior caracterizado por sua grande área superficial e por sua pequena espessura (17, 23 ou 30 centímetros).

#### Colocação

Os colchões, já montados, são transportados até o lugar definido em projeto, posicionados apropriadamente e costurados entre si (com o mesmo tipo costura anteriormente descrito), em todas as arestas em contato enquanto ainda vazios.

É importante lembrar que, caso o talude seja muito inclinado, a instalação dos colchões deve ser feita com o auxílio de elementos que garantam a sua estabilidade (estacas de madeira, grampos etc.).

O talude deve ser geotecnicaamente estável, sendo previamente preparado e nivelado. Por isso, devem ser extraídas as raízes, pedras e qualquer material que se sobressaia, e preenchidas eventuais depressões, até alcançar uma superfície regular.

Durante a montagem dos colchões, devem ser colocados tirantes verticais que unirão a tampa à base dos mesmos, auxiliando no confinamento do material de enchimento e minimizando a possibilidade de deformações durante a vida de serviço do revestimento. Tais tirantes são obtidos passando-se a parte central de um pedaço de arame de amarração (cujo comprimento seja de aproximadamente quatro vezes a espessura do colchão) por duas torções (quatro arames) da base e deixando as extremidades na posição vertical.



#### Enchimento

As pedras devem ser colocadas apropriadamente para reduzir ao máximo o índice de vazios, assim como previsto em projeto (entre 25% e 35%). O tamanho das pedras deve ser mais homogêneo e levemente superior às aberturas das malhas do colchão, a fim de garantir, no mínimo, duas camadas de pedras, melhor acabamento e facilitar o enchimento.

Durante o preenchimento, deve-se tomar cuidado para que os tirantes verticais se sobressaia das pedras, para que possam ser, posteriormente, amarrados às tampas.

Pelo mesmo motivo, deve-se também ter cuidado para que os diafragmas fiquem na vertical.

Completa-se o preenchimento de cada célula até exceder sua altura em aproximadamente três centímetros. Superar este limite pode gerar dificuldades na hora do fechamento dos colchões.

#### Fechamento

Uma vez completado o preenchimento dos colchões, devem ser trazidas, do lugar de armazenamento, as tampas ainda dobradas. Cada tampa, é então desdobrada e estendida sobre o respectivo colchão.

Depois de amarrada em uma das bordas do colchão, a tampa deve ser puxada e amarrada ao longo das outras bordas. A amarração deve, sempre que possível, unir também a borda do colchão vizinho. Finalizando, a tampa deve também ser amarrada aos diafragmas e aos tirantes verticais.



### 33.2.5 Descarga da Drenagem



Figura 19 - Área de descarga de todo volume drenado para o reservatório de detenção

Este lado do Reservatório de Detenção deverá ser restaurado com a utilização de um muro de gabião, associado a um colchão Reno que deverá proteger o solo durante as descargas, e amortecer o enchimento do reservatório.

#### 33.2.5.1 Micro Drenagem Urbana

É relevante observar que na execução de alguns trechos de galerias na zona urbana, estas já se mostram subdimensionadas, exigindo soluções com duplicações de galerias, e redução do escoamento superficial, que se encontra seriamente comprometido, tendo em vista a ocorrência de obras não concluídas, com diversas bocas de lobo, que são apenas peças decorativas, pois não tem nenhuma função na drenagem, pois não estão ligadas a coletores, e ou estão apenas interligadas entre si.



Figura 20 – Boca de lobo

### 33.2.6 Cabeceira do córrego afluente do Rio Poxoréu



Nesta região foram construídas várias edificações em área de APP, que são construções em área de risco permanente em decorrência do solapamento do material original, e a destruição da mata ciliar.



Esta área exige intervenções de proteção de encosta com reflorestamento, e construção de dispositivos de descarga de galerias de águas pluviais.

#### 33.2.6.1 Ponto Crítico

Uma parcela do bairro São José, que não drena para o Reservatório de detenção, concentra toda descarga, na confluência da Rua A, com Rua S/D

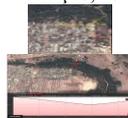
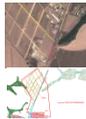


Figura 21 - Perfil do tubo calandrado

Com uma distância de 114 m e uma diferença de nível de 7,00 m, a erosão neste trecho deverá ser eliminada com a condução do volume drenado na bacia por meio de um tubo calandrado em chapa de aço, com solda local, e pintura anticorrosiva, em diâmetro a ser dimensionado pela área da bacia conforme termo de referência.

Associado a esta providência, deverá ser efetuado plantio de capim vetiver, conforme descrito anteriormente.

### 33.2.7 – Travessia MT 130 – Chácara Fontana



Neste setor a gravidade do problema, é devido à ausência da micro drenagem, da grande contribuição da bacia, e da ausência de galeria na travessia da MT 130 com diâmetro suficiente para absorver todo volume drenado.

Como solução deste problema que provoca grandes transtornos de inundação da rodovia, faz-se necessário as seguintes providências:

#### 1 – GALERIA A – MARGEM DIREITA DA RODOVIA MT 130



Construção de 194 m de galeria, na margem direita da rodovia MT 130, que atualmente drena em canal aberto provocando erosão, e ao mesmo tempo substituindo as travessias de entradas em chácaras que estão subdimensionadas. Todo fluxo deve convergir para o Ponto C (Ponto Crítico) no talvegue da travessia da MT 130.



#### 2 – GALERIA B – MARGEM DIREITA DA RODOVIA MT 130

Construção de 387 m de galeria, na margem esquerda da rodovia MT 130, que atualmente drena em canal aberto provocando erosão, Todo fluxo deve convergir para o Ponto C (Ponto Crítico) no talvegue da travessia da MT 130.

#### 3 – GALERIA C – CHACARA FONTANA

Construir 467 m de galeria para drenar a chácara Fontana, convergindo para o Ponto C.

#### 4 – GALERIA D – MARGEM DIREITA DA RODOVIA MT 130

Construir 296 m de galeria para drenar a margem direita da Rodovia, convergindo para o Ponto C.

#### 5 – GALERIA E – MARGEM ESQUERDA DA RODOVIA MT 130

Construir 175 m de galeria para drenar a margem esquerda da Rodovia, convergindo para o Ponto C.



O ponto crítico 01, é caracterizado pela confluência das galerias B, C, e E. e o Ponto crítico 2, pela confluência das galerias A, e D.

#### **Consequências:**

**Ponto Crítico 1:** Com a confluência das galerias, B, C, e E, irá concentrar uma grande vazão, requerendo um Aumento da área da Galeria que atravessa a MT 130.



#### **Galeria atual da MT 130, em diâmetro de 1,00m.**

**Ponto Crítico 2:** Com a confluência das galerias, A e D, e somatória com a vazão das galerias B, C, e E, irá concentrar uma grande vazão, requerendo uma proteção, e dispersão do volume, por meio de construção de colchão Reno, e dissipar de energia, em uma extensão de 120,00 m até o início da área de proteção ambiental, como medida mitigadora para evitar erosão.

#### **34 ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE**

As Áreas de Preservação Permanente – APPs no Município de Primavera do Leste, em geral não estão preservadas conforme previsto no Código Florestal, Lei Federal nº 4771 de 15 de Setembro de 1965.

De acordo com as vistorias realizadas nos corpos d'água do município observou-se os impactos na área de APPs no trecho referente à área urbana:

Alguns trechos de margens de córregos e rios foram ocupados pela urbanização, em processo crescente;

Trechos de margens de córregos erodidos, por conta da falta de proteção e excesso de impermeabilização das áreas lindeiras.

#### **35 URBANIZAÇÃO E OCUPAÇÃO IRREGULAR**

Quanto à urbanização observaram-se áreas urbanas consolidadas onde o espaço disponível para proposição de dispositivos é bastante escasso; áreas urbanas com menor densidade de ocupação, porém com intenso tráfego de veículos e pedestres; e áreas com ocupação irregular ocasionando problemas tanto em áreas de APP, como em áreas marginais dos corpos d'água, que potencialmente poderiam ser utilizadas na proposição de dispositivos de contenção.

O modelo atual de ocupação do solo no Município de Primavera do Leste tem-se mostrado problemático, pois se dá principalmente pela transformação das características ambientais dos espaços naturais, possibilitando o desenvolvimento e consolidação dos assentamentos humanos e o uso dos recursos naturais nas atividades básicas e nos processos produtivos e desconsiderando a sustentabilidade do meio para esta adaptação.

A urbanização sem o devido planejamento traz problemas como a ocupação irregular das áreas de preservação permanente (APPs), a canalização subdimensionada do escoamento, o aumento de poluição e do assoreamento devido à contaminação das superfícies urbanas e da quantidade de material sólido disposto pela população no solo, que podem alterar aspectos do ciclo hidrológico, além dos problemas causados pela impermeabilização do solo urbano.

Estes fatores decorrem na diminuição das áreas ditas como permeáveis e com isso as áreas urbanas sofrem o acréscimo das vazões de pico e do volume de escoamento superficial. As medidas estruturais e não - estruturais propostas no presente Plano de Obras, têm por objetivo restabelecer as características do meio aproximando-a do natural, por meio de dispositivos que possam compensar as alterações sofridas pelo meio.

Crítérios de Análise e Diagnósticos

Objetivos e Princípios

Dentro do contexto de desenvolvimento de uma região, a implantação de um sistema de macro drenagem urbana deve ser orientada pelos seguintes objetivos principais:

**I** - Reduzir a exposição da população e das propriedades ao risco de inundações;

**II** - Reduzir sistematicamente o nível de danos causados pelas inundações;

**III** - Preservar as várzeas não urbanizadas;

**IV** - Assegurar que as medidas corretivas sejam compatíveis com as metas e objetivos da região;

**V** - Minimizar os problemas de erosão e sedimentação;

**VI** - Proteger a qualidade ambiental e o bem-estar social;

**VII** - Promover a utilização das várzeas para atividades de lazer e contemplação.

Os princípios que devem nortear os programas de drenagem urbana são os seguintes:

O sistema de drenagem é parte do sistema ambiental urbano que pode ser considerado parte da infraestrutura urbana ou como um meio para alcançar metas e objetivos mais abrangentes.

A urbanização tem potencial para aumentar o volume e as vazões do escoamento superficial direto. A influência da ocupação de novas áreas deve ser analisada no contexto da bacia hidrográfica na qual estão inseridas, de modo a se efetuarem os ajustes necessários para minimizar a criação de problemas de inundações.

As várzeas são áreas de armazenamento natural. As várzeas fazem parte dos cursos naturais, tanto quanto a sua calha principal. Por esta razão, em geomorfologia a várzea também recebe a denominação de leito maior ou secundário.

As funções de um curso d'água e de sua várzea associada são a coleta, armazenamento e veiculação das vazões de cheias. Essas funções não podem ser relegadas a um plano secundário em favor de outros usos que se possa imaginar para as várzeas, sem a adoção de medidas compensatórias onerosas. As várzeas têm a potencialidade de contribuir para a melhoria da qualidade da água e do ar, a manutenção de espaços abertos, a preservação de ecossistemas importantes e acomodação de redes de sistemas urbanos adequadamente planejados.

Drenagem é um problema de destinação de espaço. Se o armazenamento natural é reduzido pela urbanização ou outros usos do solo sem as adequadas medidas compensatórias, as águas das cheias buscarão outros espaços para seu trânsito, podendo atingir locais em que isso não seja desejável. O primeiro passo para a utilização de espaços urbanos é providenciar meios necessários para o armazenamento das águas quando de grandes enchentes. As áreas para esse fim podem ser planejadas de modo a incorporar valores estéticos locais, assim como espaços para uso recreativo.

Medidas de controle de poluição. Ao se tratar as águas do escoamento superficial direto de uma área urbana, deve ser dada atenção aos aspectos da qualidade dessas águas. Estes, por sua vez, estão relacionados com as práticas de limpeza das ruas, coleta e remoção de lixo e detritos urbanos, ligação clandestina de esgotos na rede de galerias, coleta e tratamento de esgoto e regulamentação do movimento de terras em áreas de desenvolvimento, tendo em vista o controle de erosão e, conseqüentemente, da carga de sedimentos. O controle da poluição das águas é essencial para que sejam alcançados os benefícios potenciais que podem oferecer os cursos d'água urbanos e suas várzeas.

#### **36 Vazões de Projeto**

A partir dos parâmetros apresentados na estação de Chapada dos Guimarães, foram realizadas simulações hidrológicas e obtidos os hidrogramas referentes à chuva de TR= 25 anos, considerando o horizonte de ocupação futura da bacia de drenagem.

#### **37 PRINCIPAIS DISPOSITIVOS E OBRAS EMPREGADOS EM DRENAGEM URBANA**

##### **37.1 Canais Abertos**

Na concepção geral de obras de drenagem urbana, a adoção de canais abertos em projetos é uma solução cogitada como primeira possibilidade pelas seguintes razões principais:

**I** - Possibilidade de veiculação de vazões superiores à de projeto mesmo com prejuízo da borda livre;

**II** - Facilidade de manutenção e limpeza;

**III** - Possibilidade de adoção de seção transversal de configuração mista com maior economia de investimentos;

**IV** - Possibilidade de integração paisagística com valorização das áreas ribeirinhas, quando há espaço disponível;

**V** - Maior facilidade para ampliações futuras caso seja necessário.

Os canais abertos apresentam, por outro lado, restrições à sua implantação, em situações onde os espaços disponíveis sejam reduzidos, como é o caso de áreas de grande concentração urbana.

A escolha do tipo de seção transversal de um canal a ser projetado depende de fatores como o espaço disponível para sua implantação, as características do solo de apoio, a declividade e as condições de operação.

A configuração ótima de um canal de drenagem urbana é a seção trapezoidal escavada com taludes gramados, pela sua simplicidade de execução e manutenção, assim como pelo menor custo de implantação. O canal escavado, por admitir velocidades máximas reduzidas, exige maior espaço para sua implantação, assim como declividades menores.

Uma das vantagens dos canais escavados consiste em permitirem futuras remodelações para aumento de capacidade mediante revestimento, além de preservarem faixas maiores para futuras intervenções que se façam necessárias.

Os canais escavados constituem uma alternativa adequada para os cursos d'água em áreas com processo de urbanização e para as quais sejam previsíveis incrementos futuros das vazões de escoamento superficial.

Quando o espaço disponível para implantação do canal é limitado, é preferível a utilização de canal revestido para garantir maiores velocidades de escoamento e por necessitar de seções menores.

Na prática de projeto de canais urbanos é comum conceber canais visando apenas à veiculação das vazões de cheia, o que leva a sérios problemas de assoreamento e deposição de detritos para as condições de operação das vazões de média intensidade, também conhecidas como vazões formativas ou modeladoras, que são as mais frequentes.

Os canais, sejam eles trapezoidais ou retangulares, normalmente têm fundos largos e incompatíveis com as vazões médias menores. É comum ocorrer a formação de pequenos leitos meandrados. Para evitar tais problemas, a solução recomendável é a adoção de seções mistas, dimensionadas no seu conjunto, para veicular as vazões máximas previstas e que permitam conduzir as vazões médias em sub-leitos menores em condições adequadas de velocidade.

Nos canais trapezoidais escavados, é possível adotar um leito menor, trapezoidal ou retangular em concreto; e nos canais revestidos, sejam eles de seção trapezoidal ou retangular, é possível um fundo com configuração triangular, mediante simples rebaixo do fundo.

Esta solução foi concebida para o efluente do Lago Esportivo.

### 37.2 Galerias e Tubulações Fechadas

Em projetos de drenagem urbana o uso de galerias de grandes dimensões é necessário em áreas urbanizadas, devido à limitação de espaço e das restrições impostas pelo parcelamento do solo.

As galerias de grandes dimensões têm limitações, que são as seguintes:

**I** - As galerias têm capacidade de escoamento limitada, que é inferior à sua capacidade máxima quando em regime livre;

**II** - Por serem fechadas, as galerias apresentam condições de manutenção mais difíceis que os canais abertos, sendo grande a probabilidade de assoreamento e deposição de detritos, que resultam sempre em perda da eficiência hidráulica.

Em determinadas circunstâncias, as galerias exigem a adoção de seção transversal de células múltiplas. Este tipo de configuração de seção transversal apresenta vantagens sob o ponto de vista estrutural, mas em termos de desempenho hidráulico e de manutenção é muito problemática. O principal inconveniente de natureza hidráulica consiste no fato de ser necessária a introdução de "janelas" ao longo das paredes internas para que haja uma equalização de vazões entre as células. Essas "janelas", além de introduzir perdas localizadas não desprezíveis, constituem pontos de acúmulo de lixo e detritos. Além disso, as galerias de células múltiplas existentes mostram invariavelmente a tendência de o escoamento das vazões menores se concentrarem em apenas uma célula, com assoreamento mais acentuado nas demais, resultando em perda de eficiência na veiculação de vazões.

### 37.3 Reservatórios de Retenção

A utilização de dispositivos de armazenamento em projetos de drenagem urbana esta sendo muito utilizada no Brasil. A literatura técnica internacional mostra, contudo, que esse tipo de instalação vem sendo crescentemente utilizado em praticamente todos os países do primeiro mundo há mais de vinte anos.

Cabe destacar que, na fase inicial de desenvolvimento das obras de drenagem urbana, o princípio fundamental que norteava os projetos era o de garantir o rápido escoamento das águas. Com o crescimento das áreas urbanas, especialmente nas atuais metrópoles, os picos de cheia dos cursos d'água principais passaram a alcançar níveis extremamente elevados em relação às condições primitivas de ocupação, com graves problemas de inundação. Isso permitiu constatar que a filosofia de projeto de obras de drenagem deveria ser radicalmente alterada, no sentido de propiciar maiores tempos de permanência das águas precipitadas sobre uma dada bacia com o propósito de reduzir as vazões de pico excessivamente elevadas nos pontos mais a jusante da mesma.

A partir de então, os dispositivos de retenção passaram a ter uma especial importância nos projetos de drenagem urbana. Além do que já foi dito, acrescentam-se os benefícios de caráter ambiental e estabilidade morfológica dos cursos d'água receptores que, com isto, não tem a mesma amplitude de variação das vazões escoadas, conforme ocorre nos projetos em que se contemplam apenas as soluções de canalização.

A função básica dos dispositivos de armazenamento é a de retardar as águas precipitadas sobre uma dada área, de modo a contribuir para a redução das vazões de pico de cheias em pontos a jusante.

Os dispositivos de armazenamento compreendem dois tipos distintos que são os de controle na fonte e os de controle a jusante. Os dispositivos de controle na fonte são instalações de pequeno porte colocadas próximas ao local de origem do escoamento superficial de modo a permitir uma utilização mais eficiente da rede de drenagem a jusante.

Esse tipo de dispositivo possui grande flexibilidade em termos de escolha de local de implantação, apresenta possibilidade de padronização da instalação, permite uma melhoria das condições de drenagem a jusante, bem como do controle em tempo real das vazões. Permite, ainda, um incremento de capacidade na drenagem global do sistema. Por outro lado, dificulta o monitoramento e a manutenção destas pequenas unidades instaladas em grande número e em diferentes locais. Isto implica também em elevados custos de manutenção.

Os dispositivos de controle a jusante, por outro lado, envolvem um menor número de locais de armazenamento. As obras de armazenamento podem, por exemplo, estar localizadas no extremo de jusante de uma bacia de drenagem de porte apreciável, ou mesmo numa sub-bacia de porte também expressivo.

Esta modalidade de controle permite reduzir o custo de implantação em relação ao caso de grande número de pequenas instalações de controle na fonte e apresenta maior facilidade de operação e manutenção com custos mais reduzidos. Por outro lado, apresenta maior dificuldade para encontrar locais adequados para sua implantação, com custos de desapropriação mais elevados, além de encontrar uma maior resistência na opinião pública quando se trata de reservatórios de armazenamento ou barramentos de maior porte.

Esta foi à solução adotada para a cascalheira tendo em vista já dispormos de área adequada para este fim.

### 38 Análise Hidráulica

Dentro da engenharia hidráulica, a modelação matemática já comprovou ser indispensável nos campos específicos da hidráulica fluvial e da drenagem urbana, principalmente quando o estudo das situações transitórias do escoamento é necessário.

Neste particular, o emprego dos modelos matemáticos associados a suportes informáticos que facilitam a entrada e manipulação de extensas quantidades de dados além da fácil obtenção de resultados, têm sido utilizados em todo o mundo com o objetivo de verificação e projeto de obras hidráulicas.

Em Primavera do Leste devido à topografia local, e o perfil do córrego Traíras, bem como as obstruções decorrentes de processos erosivos e da vegetação, sempre que ocorre chuvas intensas, não ocorre o seu transbordamento por estar em um talvegue bastante profundo.

O escoamento permanente e não permanente nos canais artificiais ou naturais tem como objetivo a análise do funcionamento dos mesmos nas condições onde as grandezas hidráulicas variam ao longo do tempo e no espaço em função de um conjunto de dados relacionados à geometria.

Esta metodologia é largamente empregada no dimensionamento de redes de drenagem e esgotos, canais de irrigação e acesso a casas de força e outras aplicações dentro da engenharia hidráulica.

O escoamento em canais é definido como um problema unidimensional, no qual todas as características são associadas à dimensão de comprimento do conduto. Os aspectos relativos às particularidades das seções transversais são considerados na forma dos parâmetros hidro geométricos das mesmas, como área e forma da seção transversal, rugosidade das paredes, declividade do trecho representado e distância entre as seções representativas.

Estas seções, nos casos genéricos, podem ser naturais sem forma geométrica notável, ou artificial, assim definida por terem forma regular e resultar de processo construtivo empregado para sua obtenção.

O escoamento não permanente tem como característica a variação ao longo do tempo das condições de extremidade, que usualmente são hidrogramas de enchentes, limnigramas, equipamentos hidráulicos associados a esquemas operacionais, estações de bombeamento, etc.

Como produtos da análise do escoamento variado nos canais, podem ser obtidos os níveis de água para enchentes hipotéticas em função de diferentes condições operacionais da calha e dos efeitos introduzidos nas extremidades, tais como reservatórios marés e estações elevatórias.

### **39 Diagnóstico e Prognóstico da Situação de Cheias**

Observando-se as estruturas existentes no sistema de drenagem do Município de Primavera do Leste e as vazões obtidas pelo método acima descrito, constatou-se a não necessidade de previsão de dispositivos de controle de cheias a serem alocados em pontos estratégicos, de forma a reduzir os impactos da chuva. Este sistema já está testado por um longo período de tempo, estando, portanto, consolidado, bastando apenas a inserção dos dissipadores, e do reservatório de detenção, conforme já descrito, pois durante as cheias os córregos receptores sofrem um refluxo sem comprometer nenhum espaço urbano.

#### **39.1 Diagnóstico do Sistema Atual e Proposição de Alternativas**

A metodologia utilizada para o diagnóstico do sistema atual de macro drenagem baseou-se nos levantamentos de dados e características dos principais cursos d'água localizados na região urbana do município.

A análise consistiu, inicialmente, no levantamento de aspectos relacionados com as condições físicas das calhas e na avaliação do funcionamento atual do sistema de drenagem, através da determinação da capacidade de descarga das estruturas.

Devido à maior concentração populacional e, conseqüentemente, maior grau de urbanização, a região central apresenta-se mais consolidada em termos de ocupação do solo, pavimentação de ruas e avenidas, rede de macro drenagem, rede de esgotos e estruturas de macro drenagem. Dentre estas, destacam-se os Córregos Traíras e Velho Joana.

Pode-se observar que, de forma geral, os principais problemas de inundações que atualmente ocorrem no Município de Primavera do Leste são decorrentes das condições inadequadas de escoamento, devido à falta de capacidade de descarga das seções hidráulicas atuais a montante dos canais, agravados com a ocorrência de galerias de baixa capacidade de drenagem.

Em função das deficiências constatadas, procedeu-se ao pré-dimensionamento hidráulico das seções necessárias ao escoamento das vazões de projeto e dos novos dispositivos hidráulicos a serem implantados. Os critérios e parâmetros de dimensionamento têm como principais componentes, além das vazões de projeto, a declividade média, a geometria da seção e o tipo de revestimento a ser empregado.

Entretanto, o bom funcionamento das seções propostas está intimamente relacionado com o desenvolvimento de ações de manutenção, limpeza e conservação do sistema de drenagem, atendendo a uma programação e a critérios bem determinados.

O comprometimento das calhas é inevitável caso não haja trabalhos efetivos de conservação dos canais, com adequada frequência de limpeza e de manutenção.

Nos casos em que o planejamento pode ser feito para direcionar o desenvolvimento futuro da área, foram concebidas proposições que tem como orientação a garantia da sustentabilidade ao longo do tempo.

Em termos gerais, as medidas disponíveis para intervenção do poder público no âmbito do sistema de drenagem se constituem em medidas estruturais e não estruturais.

As intervenções estruturais "são aquelas destinadas a reter, confinar, desviar ou escoar com maior rapidez e menores cotas o volume de enchentes, caracterizando-se pela construção de obras hidráulicas de grande porte, apresentando grande área de influência e envolvendo, freqüentemente, a aplicação maciça de capitais".

As ações estruturais podem ser classificadas como medidas extensivas ou intensivas. As medidas extensivas são aquelas que agem na bacia de drenagem, como a avaliação da cobertura do solo na modificação de relação entre chuva e deflúvio. Já as medidas intensivas requerem ações diretamente na calha dos córregos e podem agir de duas maneiras:

Aumentando a capacidade de descarga dos córregos.  
Retardando o escoamento, com a construção de reservatórios ou bacias de amortecimento.

As intervenções estruturais têm o caráter preventivo quando são observados os critérios e os princípios que norteiam a ocupação populacional, e executadas obras de drenagem que irão compor a infraestrutura desta ocupação. Nos casos mais comuns, em que se verifica uma ocupação urbana desordenada, as ações estruturais surgem da necessidade de correção de um problema já existente, e assumem um caráter corretivo, sendo, portanto, imprescindíveis para a correção e proteção de certas áreas.

São estas as medidas tradicionalmente mais divulgadas, solicitadas e empregadas, que podem necessitar muitas vezes de desapropriações de terras, relocação de habitações e execução de obras com restrições de dimensões ou de métodos construtivos.

As medidas não estruturais "são aquelas de caráter extensivo, com ações abrangendo toda a bacia, ou de natureza institucional, administrativa ou financeira, adotadas individualmente ou em grupo, espontaneamente ou por força de legislação, destinada a atenuar os deflúvios ou adaptar os ocupantes das áreas potencialmente inundáveis para conviverem com a ocorrência periódica do fenômeno".

São, portanto, medidas que não utilizam estruturas que alteram o regime de escoamento das águas da chuva. Destinam-se ao controle do uso e ocupação do solo e à diminuição da vulnerabilidade da população habitante nas áreas de risco aos efeitos das inundações, buscando alternativas para que a população passe a conviver melhor com o fenômeno natural das cheias e fique melhor preparada para absorver os impactos causados pelas inundações.

Apesar de a idéia ser antiga, as medidas não estruturais não têm tradição em nosso meio, sendo ainda pouco usuais. Não obstante, são aquelas que, por seu caráter preventivo, dispensam a alocação de enormes somas de recursos exigidas para a execução de grandes obras de contenção de enchentes como no caso geral das medidas estruturais. São ações que envolvem regras de disciplinamento, alcançadas pelo gerenciamento da bacia hidrográfica e da planície de inundação e pelo planejamento urbano e regional.

A inexistência do suporte de medidas não estruturais é apontada, atualmente, como uma das maiores causas de problemas de drenagem nos centros mais desenvolvidos. A utilização balanceada de investimentos, tanto em medidas estruturais quanto não estruturais, pode minimizar significativamente os prejuízos causados pelas inundações.

Algumas ações não estruturais, como a aquisição de terrenos para preservação, regulamentos, manual de práticas, seguro contra inundações, reassentamentos, alertas à população durante os eventos críticos, programas de prevenção e controle de erosão nos locais em construção, varrição de ruas e disposição adequada do lixo, programas de inspeção e manutenção, programas de contingências e programas de educação pública são capazes de melhorar de forma significativa o funcionamento e o desempenho do sistema de macro drenagem.

As medidas não estruturais envolvem, muitas vezes, aspectos de natureza cultural, o que pode dificultar sua implantação em curto prazo. Assim, a conscientização e o envolvimento da população são indispensáveis para o sucesso de sua implantação.

A definição quanto à localização e pré-dimensionamento das obras foi realizada a partir de um amplo estudo de alternativas, que visou aperfeiçoar técnica e economicamente a solução, de maneira integrada. Em função das áreas disponíveis deu-se sempre preferência às alternativas em que a solução necessária pudesse ser obtida através da implantação de obras interligando sempre ao sistema existente, de forma a otimizá-lo.

## **40 PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES**

### **DESCRIÇÃO GERAL DAS OBRAS**

O plano de drenagem apresentado neste capítulo abrange as medidas estruturais necessárias para o controle das inundações em locais críticos da bacia do Córrego Traíras, Velho Joana, e Contribuinte do Rio Poxoréu, além de propiciar a redução dos picos de vazão em todo o sistema.

O conjunto de intervenções propostas, nesta Etapa de Obras, constitui-se basicamente de um sistema para controle dos efeitos de alagamentos, que visa propiciar a melhoria da capacidade dos córregos e galerias existentes, principalmente nos trechos que atravessam as áreas mais densamente urbanizadas da cidade.

A definição quanto à localização e pré-dimensionamento destas obras foi realizada a partir de um amplo estudo de alternativas, que visou aperfeiçoar técnica e economicamente a solução, de maneira integrada.

Em função das áreas disponíveis e dos volumes de acumulação requeridos, deu-se sempre preferência às alternativas em que a reserva necessária pudesse ser obtida apenas através da implantação de canais escavados abertos em áreas não edificadas.

Descreve-se a seguir as obras prioritárias para o sistema de macro drenagem estudados, tendo por objetivo principal, oferecer maior segurança aos seus moradores, e aliviar os efeitos das enchentes, principalmente em períodos de ocorrência das grandes precipitações.

**41 TAXA DE DRENAGEM**

Objetivo: Sustentabilidade do Sistema de Drenagem

**41.1 Vantagens da Cobrança**

Caráter Incitativo

Base física torna a cobrança mais fácil

Promoção da equidade

Sobretaxa para bacias que precisem de maiores investimentos

Crédito para propriedades que tenham mecanismos de retenção/detenção.

**41.2 Desvantagens da Cobrança**

Brasil já tem uma carga tributária pesada, a criação da taxa enfrentaria críticas da opinião pública.

Dificuldade em se associar a um usuário uma parcela de escoamento superficial.

Dificuldade de percepção da contribuição individual na sobrecarga do sistema de drenagem.

Conclusão

Serviços de drenagem estão se tornando cada vez mais obsoletos diante da evolução da urbanização (demanda crescente), é imprescindível, portanto, a manutenção deste sistema.

Importância da aplicação de uma taxa de drenagem para a sustentabilidade do sistema de drenagem.

Individualização da cobrança possibilita ao usuário perceber seu impacto individual na sobrecarga do sistema de drenagem.

Melhorias em curto prazo

Promoção de equidade

Importância como ferramenta de gestão

**41.3 Metas da Drenagem****Metas Imediatas – Drenagem Urbana – (2014 – 2016)**

41.3.1. Revisão da legislação municipal relacionadas à Drenagem Urbana.

**41.3.2. Objetivo**

- Elaborar e atualizar a legislação existente referente ao GRS

**41.3.3. Ações**

- Elaboração do plano de projeto para a revisão da legislação pertinente;
- Revisão da legislação relativa à Drenagem Urbana;
- Criação dos projetos de lei para alteração e adequação da legislação;
- Revisar as atuais atribuições do Conselho Municipal de Saneamento

**41.3.4. Levantamento e Cadastramento da rede de micro e macro drenagens existente.****41.3.5. Objetivo**

- Mapear e registrar a rede de drenagem existente para obtenção de informações consistentes;

**41.3.6. Ações**

- Elaborar o plano de projeto para o levantamento e cadastramento da rede de drenagem existente; micro e macro drenagens existentes;
- Elaborar os Termos de Referências para aquisição de materiais e serviços;
- Adquirir materiais e serviços;
- Confeccionar mapas relacionados com a rede de micro e macro drenagens existentes;

**41.4. Construção de rede de drenagem na região central****41.4.1. Objetivo**

- Captar e conduzir as águas pluviais para controle dos processos de erosão na área urbana, combate às inundações e controle do impacto da urbanização.

**41.4.2. Ações**

- Aportar recursos municipais, consorciados ou captados junto ao governo federal para a construção da rede de drenagem.
- Elaborar o Projeto Executivo;
- Elaborar os Termos de Referências para aquisição de materiais e serviços
- Implantação da Obra;
- Acompanhar e avaliar a eficiência e as variáveis resultantes da implantação do projeto

**41.5. Restaurar a Estação Meteorológica****41.5.1. Objetivo**

- A restauração da estação meteorológica tem como objetivo reiniciar a coleta e o registro das variáveis de clima, para subsidiar futuros estudos relacionados com o comportamento da precipitação pluviométrica e outras variáveis.

**41.5.2. Ações**

- Elaborar o plano de projeto para a restauração, mudança de local e manutenção da estação meteorológica;
- Elaborar os Termos de Referências para aquisição de materiais e serviços;
- Executar o plano de projeto.

**41.6. Implantar Programa de Recuperação e revitalização das Bacias Hidrográficas da área urbana do município****41.6.1. Objetivo**

- Recuperar a capacidade de Drenagem pluvial e minimizar o impacto ambiental dos sistemas das bacias hidrográficas;

**41.6.2. Ações**

- Elaborar o plano de projeto para a recuperação e revitalização das bacias hidrográficas na área urbana do município;
- Elaborar os Termos de Referências para aquisição de materiais e serviços;
- Formar as equipes de trabalho;
- Elaborar estudo da recuperação das bacias hidrográficas;
- Elaborar plano de comunicação e informação à população sobre a preservação das bacias hidrográficas;

**41.7. Elaborar estudo para ampliação da Rede de Microdrenagem no município****41.7.1. Objetivos**

- Dirimir os riscos de inundações, alagamentos e deslizamentos no perímetro urbano;
- Melhorar a mobilidade urbana em condições severas de precipitação pluviométrica;

**41.7.2. Ações**

- Elaborar o plano de projeto para estudo de ampliação da rede de microdrenagem;
- Elaborar os termos de referências para aquisição de materiais e serviços;
- Formar as equipes de trabalho.
- Apresentar os produtos do estudo através de mapas e planilhas de custos e de prioridades.

**41.8. Elaborar plano de gestão de riscos e respostas a desastres causados por inundações, alagamento e deslizamento.****41.8.1. Objetivos**

- Melhorar o tempo de resposta e atendimento a vítimas de desastres causados por inundações, alagamento e deslizamento;

**41.8.2. Ações**

- Elaboração do Plano de Projeto;
- Elaboração dos termos de referencias para aquisição de materiais e serviços;
- Formar as equipes de trabalho.
- Apresentar os produtos do estudo através de mapas e planilhas de custos e de prioridades.

**42. Metas em Médio Prazo – Drenagem Urbana – (2021 – 2025)****42.1. Implantação do Sistema de Defesa Civil****42.1.1. Objetivo**

- Dotar o município de um Sistema de Defesa Civil para atendimento, prevenção e redução de desastres.

**42.1.2. Ações**

- Elaboração do Plano de Projeto;
- Elaboração dos termos de referencias para aquisição de materiais e serviços;
- Instalação do Sistema de Defesa Civil;
- Elaboração de plano de divulgação e informação à população

	2014-2016	2017-2020	2021-2025	2026-2033
<b>Descrição</b>	<b>Valores em R\$</b>			
1.1. Revisão da legislação municipal relacionadas à Drenagem Urbana.	10.000,00	x	x	x
1.2. Levantamento e Cadastramento da rede de micro e macro drenagens existente.	x	x	x	x
1.3. Construção de rede de drenagem na região central	4.042.000,00	x	x	x
1.4. Restauração e manutenção da Estação Meteorológica	30.000,00	7.000,00	8.000,00	10.000,00
1.5. Implantar Programa de Recuperação e revitalização das Bacias Hidrográficas da área urbana do município	7.500.000,00	500.000,00	600.000,00	800.000,00
1.6. Elaborar estudo para ampliação da Rede de Microdrenagem no município	50.000,00	x	x	x
1.7. Elaborar plano de gestão de riscos e respostas a desastres causados por inundação, alagamento e deslizamento.	30.000,00	x	x	x
1.8. Implantação do Sistema de Defesa Civil	x	1.000.000,00	500.000,00	600.000,00

**43 APÊNDICE 1 – Termo de Referencia Para Projetos****ESTUDOS HIDROLÓGICOS****Chuva de Projeto**

A quantificação das chuvas intensas é de grande importância em Engenharia de Recursos Hídricos, sendo importante nos cálculos relativos ao dimensionamento, segurança e funcionamento das obras de macro e microdrenagem.

Considera-se uma chuva intensa aquela que provoca cheias nos sistemas de drenagem, capazes de gerar escoamentos pluviais próximos ou superiores a das capacidades das calhas dos rios e córregos.

O freqüente e inadequado funcionamento de um sistema de drenagem é incompatível com as exigências atuais da sociedade, devendo, portanto, ser corrigido a fim de garantir seu bom funcionamento para os eventos críticos de precipitação.

Estas chuvas podem ser quantificadas por meio da equação de Intensidade-Duração-Frequência ou por dados reais. Segundo CANHOLI (2005), à medida que o projeto se torna mais complexo, cresce a necessidade de utilizar registros históricos (cronológicos) de precipitação que muitas vezes não estão disponíveis. Nesse caso, dados de locais próximos poderão ser utilizados, porém comprometendo a confiabilidade dos resultados.

Até o momento não há uma equação de Intensidade – Duração - Frequência própria para o Município de Primavera do Leste. Entretanto por conter condições climáticas semelhantes e pela sua proximidade, será utilizada, neste projeto, a equação de Intensidade-Duração-Frequência obtida para a cidade de Chapada do Guimarães.

**Duração da chuva de projeto**

Para o dimensionamento de estruturas de microdrenagem, onde as vazões são determinadas pelo método racional modificado, o tempo de duração da chuva é igual ao tempo de concentração; para o método do hidrograma unitário sintético do SCS recomenda-se que o tempo de duração da chuva seja no mínimo igual ao tempo de concentração ou até o dobro deste valor.

**Distribuição espacial da chuva**

O método racional modificado, adotado em projetos de microdrenagem, contém o coeficiente de distribuição “n” definido em função da área de drenagem (A):

para  $A \leq 1 \text{ ha} \Rightarrow n = 1$

para  $A > 1 \text{ ha} \Rightarrow n = A^{-0,15}$

Nos projetos de macro drenagem, para bacias de contribuição com áreas de até 10 km<sup>2</sup> não haverá necessidade de aplicar coeficiente de abatimento; para áreas superiores a este valor poderá ser utilizada o critério desenvolvido pelo National Weather Service ou outro critério, desde que seja devidamente justificado.

**Desagregação temporal da chuva**

São recomendados para a desagregação temporal das chuvas os métodos de Huff e dos Blocos Alternados.

**MODELAGEM HIDROLÓGICA**

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

Método Racional Modificado → Área ≤ 100 ha

Método U.S. Soil Conservation Service (atual NRCS) → Área > 100 ha

**Método Racional Modificado**

O cálculo da vazão pelo Método Racional modificado com a inclusão do critério de Fantoli é determinado pela seguinte equação:

$$Q = 0,00278 n i$$

$$f A$$

Onde:

Q = deflúvio gerado em m<sup>3</sup>/s;

n = coeficiente de distribuição;

Para  $A < 1 \text{ ha}$ ,  $n = 1$

Para  $A > 1 \text{ ha}$ ,  $n = A^{-0,15}$

i = intensidade de chuva em mm/h;

A = área da bacia de contribuição em hectares;

f = coeficiente de deflúvio (Fantoli).

$$f = m (it)^{1/3}$$

Onde:

t = tempo de concentração em minutos;

m = 0,0725 C

Onde:

C = coeficiente de escoamento superficial

#### Método do Hidrograma Unitário do "U.S. Soil Conservation Service" (atual NRCS)

Este método determina a descarga de uma bacia hidrográfica através do hidrograma triangular composto, que é o resultado da somatória das ordenadas de hidrogramas unitários, para cada intervalo temporal de discretização da chuva.

Para cada intervalo temporal obtém-se o escoamento correspondente à chuva excedente neste período, em função das curvas de deflúvio – CN. A partir dos escoamentos obtidos, são definidos os hidrograma para cada intervalo. Da composição dos hidrograma, por convolução, resulta o hidrograma final de cheia, cujo pico corresponde ao valor da vazão de projeto.

Para a definição da relação entre chuvas e deflúvios, o método utiliza a equação de Mockus, indicada a seguir:

$$Pe = \frac{(P - 0,2 S_d)^2}{(P + 0,8 S_d)}$$

Onde:

Pe = Precipitação efetiva, em mm;

P = Precipitação acumulada, em mm;

S<sub>d</sub> = Armazenamento no solo, em mm.

O valor de "S<sub>d</sub>" é função do tipo e uso do solo e das condições antecedentes de umidade, descrito por:

$$S = 254 [(100/CN) - 1]$$

Onde:

CN = Curva de deflúvio (curva número)

Tempo de ascensão dos hidrogramas unitários:

$$tp = \frac{D}{2} + 0,6tc$$

Onde:

tp = Tempo de ascensão, em horas;

D = Intervalo de discretização da chuva, em horas;

tc = Tempo de concentração, em horas.

O intervalo temporal de discretização da chuva (D) deverá ser inferior a 0,20tc.

Tempo de recessão dos hidrogramas unitários:

$$tr = H \cdot tp$$

Onde:

tr = Tempo de recessão, em horas;

H = Coeficiente com valor padrão de 1,67; recomenda-se a adoção do valor 1,25 para as áreas urbanizadas;

Tempo de base dos hidrogramas unitários:

$$H = 1,25 \Rightarrow Tb = 2,25tp$$

$$H = 1,67 \Rightarrow Tb = 2,67tp$$

A determinação da vazão de pico dos hidrogramas unitários será realizada com as seguintes expressões:

$$H = 1,25 \Rightarrow Q_p = \frac{0,247 (Pe A)}{tp}$$

tp

$$H = 1,67 \Rightarrow Q_p = \frac{0,208 (Pe A)}{tp}$$

tp

onde:

Q<sub>p</sub> = Vazão de pico do hidrograma unitário, em m<sup>3</sup>/s.mm;

Pe = Precipitação efetiva, em mm;

A = Área da bacia hidrográfica, em km<sup>2</sup>;

tp = Tempo de ascensão do hidrograma unitário, em

Curvas de deflúvio (CN)

São definidas em função de quatro tipos diferentes de grupos hidrológicos e da tipologia do uso do solo, relacionados às condições de umidade do solo anteriores a ocorrência da chuva.

O valor do CN adotado na determinação do hidrograma de projeto deverá ser obtido pela média ponderada dos diversos CN's correspondentes às diferentes tipologias.

Grupos hidrológicos:

**Grupo A** – solos arenosos com baixo teor de argila total, inferior a uns 8%, não havendo rocha nem camadas argilosas, e nem mesmo densificadas até a profundidade de 1,5 m. O teor de húmus é muito baixo, não atingindo 1%.

**Grupo B** – solos arenosos menos profundos que os do Grupo A e com menor teor de argila total, porém ainda inferior a 15%. No caso de terras roxas, esse limite pode subir a 20% graças à maior porosidade. Os dois teores de húmus podem subir, respectivamente, a 1,2 e 1,5%. Não pode haver pedras e nem camadas argilosas até 1,5 m, mas é quase sempre presente camada mais densificadas que a camada superficial.

	Grupo hidrológico			
	A	B	C	D
Uso Residencial				
Tamanho médio do lote impermeável	%			
Até 500m <sup>2</sup>	65	77	85	90
1000m <sup>2</sup>	38	61	75	83
1500m <sup>2</sup>	30	57	72	81
Estacionamento pavimentados, telhados	98	98	98	98
Ruas e estradas:				
Pavimentadas, com guias e drenagem	98	98	98	98
Com cascalho	76	85	89	91
De terra	72	82	87	89
Áreas comerciais (85% de impermeabilização)	89	92	94	95

Distritos industriais (72% de impermeabilização)	81	88	91	93
Espaços abertos, parques e jardins:				
Boas condições, cobertura de grama > 75%	39	61	74	80
Condições médias, cobertura de grama > 50%	49	69	79	84
Terreno preparado para plantio, descoberto				
Plantio em linha reta	77	86	91	94
Cultura em fileira, linha reta, condições ruins	72	81	88	91
Linha reta, boas condições	67	78	85	89
Curva de nível, condições ruins	70	79	84	89
Curva de nível, boas condições	65	75	82	86
Cultura de grãos				
linha reta, condições ruins	65	76	84	88
linha reta, boas condições	63	75	83	87
curva de nível, condições ruins	63	74	82	85
curva de nível, boas condições	61	73	81	84
Pasto				
condições ruins	68	79	86	89
médias condições	49	69	79	84
boas condições	39	61	74	80
Curva de nível				
condições ruins	47	67	81	88
médias condições	25	59	75	83
boas condições	6	35	70	79
Campos boas condições	30	58	71	78
Florestas				
condições ruins	45	66	77	83
médias condições	36	60	73	79
boas condições	25	55	70	77

Grupo C – solos barrentos com teor de argila de 20 a 30%, mas sem camadas argilosas impermeáveis ou contendo pedras até profundidades de 1,2 m. No caso de terras roxas, esses dois limites máximos podem ser de 40% e 1,5 m. Nota-se a cerca de 60 cm de profundidade, camada mais densificada que no grupo B, mas ainda longe das condições de impermeabilidade.

Grupo D – solos argilosos (30- 40% de argila total) e ainda com camada densificada a uns 50 cm de profundidade. Ou solos arenosos como B, mas com camada argilosa quase impermeável, ou horizonte de seixos rolados.

A condição de umidade anterior do solo é expressa em três grupos: I, II e III, descritos a seguir:

Recomenda-se a adoção dos seguintes valores para a infiltração mínima do solo, de acordo com o respectivo grupo hidrológico:

Grupo A: 9,53mm/h;

Grupo B: 5,72mm/h;

Grupo C: 2,54mm/h;

Grupo D: 0,64mm/h.

#### DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DE DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

Critérios, Coeficientes e Parâmetros de Projeto

Coeficientes de rugosidade (Manning) – “ $\eta$ ”

##### • Galerias fechadas

Tipo de conduto	Mínimo	Máximo	Valor usual
Alvenaria de Tijolos	0,014	,017	0,015
Tubos de concreto armado	0,011	,015	0,013
Galeria celular de concreto – pré-moldada	0,012	,014	0,013
Galeria celular de concreto – forma de madeira	0,015	,017	0,015
Galeria celular de concreto – forma metálica	0,012	,014	0,013
Tubos de ferro fundido	0,011	,015	0,011
Tubos de aço	0,009	,011	0,011
Tubos corrugados de metal			
68x13mm	0,019	,021	0,021
76x25mm	0,021	,025	0,025
152x51mm	0,024	,028	0,028
Tubos corrugados polietileno	0,018	,025	0,025
Tubos de PVC	0,009	,011	0,011

##### • Canais revestidos

Revestimento do canal	Mínimo	Máximo	Valor usual
Concreto	0,013	0,016	,015
Gabião manta	0,022	0,027	,027
Gabião caixa	0,026	0,029	,029
VSL	0,015	0,017	,017
Rip-rap	0,035	0,040	,040
Pedra argamassada	0,025	0,040	,028
Gramma	0,150	0,410	,240

Canais escavados não revestidos

Tipo de canal	Mínimo	Máximo	Valor usual
Terra, limpo, fundo regular	0,028	0,033	,030
Terra com capim nos taludes	0,035	0,060	,045
Sem manutenção	0,050	0,140	,070

• **Cursos d'água naturais**

<i>Curso d'água</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Valor usual</i>
Seção regular	0,030	0,070	0,045
Fundo de cascalho, seixos e poucos matacões	0,040	0,050	0,040
Fundo de seixos com matacões	0,050	0,070	0,050
Seção irregular com poços	0,040	0,100	0,070

• **Escoamento superficial direto**

Tipo de superfície	$\eta$
Sarjeta de concreto	0,016
Asfalto liso	0,013
Asfalto áspero	0,016
Pavimento de concreto liso	0,013
Pavimento de concreto áspero	0,015

• **Coefficiente de rugosidade para seções compostas**

O coeficiente de rugosidade equivalente ( $\eta_e$ ) deverá ser calculado conforme da seguinte maneira:

$$\eta_e = \frac{\sum P_i \eta_i^{1/2}}{\sum P_i^{1/2}}$$

onde:

$\eta_e$  = coeficiente de rugosidade equivalente;

$P_i$  = perímetro molhado cujo coeficiente de Manning é  $\eta_i$ ;

$\eta_i$  = coeficiente de Manning cujo perímetro é  $P_i$ .

Velocidades admissíveis

Galerias fechadas:

Velocidade máxima = 5,0 m/s

Velocidade mínima = 0,8 m/s

Velocidade mínima para seções abertas:

Para trechos onde há influência de maré = 0,6 m/s

Para outras condições = 0,8 m/s

Velocidade máxima para canais sem revestimento

<i>Material</i>	<i>Velocidade Máxima (m/s)</i>
Argila	0,80 – 1,60
Silte	0,70 – 1,60
Cascalho	0,50 – 1,00
Areia	0,30 – 0,50

• **Velocidade máxima para canais revestidos**

<i>Material de Revestimento</i>	<i>Velocidade Máxima (m/s)</i>
Fundo em terra e talude de concreto	2,50
Fundo e talude em concreto	5,00
Fundo em terra e taludes de grama em placas	1,80
Gabião tipo manta	3,00
Gabião tipo caixa	4,00

Relação de enchimento (Y/D)

As galerias serão projetadas como condutos livres e deverão ser obedecidas em projeto as seguintes condições:

<i>Tipo de conduto</i>	<i>Relação de enchimento</i>
Galerias e ramais circulares	Y/D ≤ 0,85
Galerias retangulares fechadas	Y/D ≤ 0,90
Canaletas retangulares abertas	Y/D ≤ 0,80
Canaletas circulares abertas (meia calha)	Y/D ≤ 0,30

Profundidade mínima

Profundidade de galerias circulares

A profundidade mínima (h) admissível para a geratriz inferior interna do tubo é definida da seguinte maneira:

onde:

h = profundidade mínima admissível (m);

$$h = \phi + \frac{\phi}{2} + 0,40$$

$\phi$  = diâmetro da tubulação (m).

Transposição de interferências

Deverá ser prevista uma folga mínima de 0,20m entre as geratrizes externas e o objeto a ser transposto.

**Dimensões mínimas**

Galerias circulares fechadas: diâmetros comerciais (m) 0,40; 0,50; 0,60; 0,70; 0,80; 0,90; 1,00; 1,20; 1,50; 1,80; 2,00.

Os tubos de deverão ser do tipo ponta e bolsa, classe PA1, PA2 ou PA3.

Galerias circulares abertas (meia calha): diâmetro mínimo = 0,30 m.

Canaletas retangulares: 0,30 m x 0,30 m (b x h).

**Galerias de águas pluviais**

**Elementos de projeto**

O espaçamento entre poços de visita (PV) deverá estar compreendido entre 30,0m e 40,0m, independentemente do diâmetro da tubulação.

Os poços de visita com altura superior a 3,0 m deverão ser construídos em concreto armado.

Não serão permitidas ligações de ralos as galerias em caixas cegas ou de passagem, ou seja, todas as ligações deverão ser executadas nos poços de visita.

As galerias que conduzam vazões superiores a 10,0 m<sup>3</sup>/s, não deverão ser fechadas, a não ser para travessia de vias.

As galerias retangulares com base maior que 1,5 m, deverão usar tampão triplo (3 seções) nas suas visitas.

**Dimensionamento hidráulico**

Opção 01 - Para o dimensionamento das galerias de águas pluviais poderá ser utilizado o método de cálculo de galeria em marcha estabelecido no

“Roteiro para o Projeto de Galerias Pluviais de Seção Circular” do Eng.º Ulisses M. A. de Alcântara – publicado em 1962 - na Revista de Engenharia Sanitária da Associação Interamericana de Engenharia Sanitária, aplicável a quaisquer outras formas de seção.

Opção 02 – No presente dimensionamento foi utilizado um software HIDROS, sob licença da fundação Arthur Bernardes.



### Dispositivos de captação superficial

Estes dispositivos deverão estar localizados de maneira a conduzir o escoamento superficial para os condutos de águas pluviais. Neste tópico serão abordadas as sarjetas, valetas, canaletas, caixas de ralo com grelhas acopladas e ramais de ralo; o dispositivo tipo boca-de-lobo poderá ser adotado em casos específicos.

### Elementos de projeto

Deverá ser prevista a instalação de caixas de ralo com grelha sempre que a capacidade de escoamento da sarjeta for excedida e nos pontos baixos dos greides.

A primeira caixa de ralo deverá ser locada a partir do divisor de águas até a seção da sarjeta onde a faixa de alagamento atinge o limite estabelecido para cada tipo de via.

Será permitido o escoamento superficial desde que a faixa inundável das sarjetas não ultrapasse 0,80m nas vias principais e 1,00 nas vias secundárias. A velocidade máxima não deverá ultrapassar 3,0m/s.

As caixas de ralos serão ligadas aos poços de visita por intermédio de ramais de ralo com diâmetro mínimo de 0,40m e declividade mínima de 0,5%, nos casos em que o recobrimento da rede não permitir a ligação de ramais de ralo com diâmetro 0,40m, poderá ser admitido o diâmetro de 0,30m.

Nos cruzamentos, as caixas de ralo deverão estar localizadas a montante do ponto de tangência.

Recomenda-se a adoção da declividade longitudinal mínima de 0,2% para as sarjetas; nos trechos planos as sarjetas deverão ser projetadas com a largura de 0,60m, adotando-se a declividade longitudinal mínima da sarjeta e a distância de 15m entre os pontos de inflexão da sarjeta; as caixas de ralos com grelha deverão ser dispostas nos pontos baixos da sarjeta.

A capacidade de engolimento da grelha a ser considerada nos projetos de drenagem urbana, deve estar na faixa de 30 a 40 l/s, outros valores deverão ser justificados.

Para bateria de ralos o ramal de ligação deverá ser dimensionado em função de sua captação do deflúvio.

### • Metodologia de cálculo

As sarjetas, valetas e canaletas deverão ser dimensionadas com o emprego da equação de Manning; as sarjetas em concreto, com seções triangulares e  $Z \geq 10$  deverão ser dimensionadas a partir da fórmula de Manning modificada por Izzard, apresentada abaixo:

$$Q = 0,375 (Z/\eta) S^{1/2} Y^{8/3}$$

onde:

Q = descarga teórica, em m<sup>3</sup>/s;

Z = inverso da declividade transversal

S = declividade longitudinal, em m/m;

Y = lâmina d'água, em m;

$\eta$  = coeficiente de rugosidade.

### • Canaletas em degraus

No caso da implantação de redes de drenagem em terrenos íngremes, especialmente em áreas de ocupação irregular, deverão ser projetadas canaletas abertas com degraus (escadas hidráulicas).

### • Elementos de projeto

Sempre que possível as canaletas deverão ter a base igual à altura (B=H), na impossibilidade do atendimento de tal condição deverá ser adotado o seguinte critério: H mínima = 1,43 x Yc, onde Yc é a altura crítica da seção proposta.

Deverão previstas estruturas dissipadoras de energia nos casos de entrada em galeria e mudanças bruscas de direção.

A declividade do patamar (i) não deverá ser superior a 3%, devendo ser mantidas invariáveis as dimensões dos patamares (p) e degraus (hd) em cada trecho, figura 2;



Figura 22 – Escadaria Hidráulica

### • Metodologia de cálculo

O dimensionamento poderá ser feito através da expressão empírica, apresentada no Manual de Drenagem de Rodovias – DNIT/2006, fixando-se o valor da base (B) e determinando-se o valor da altura (H):

$$Q = 2,07 B^{0,9} H^{1,6}$$

onde:

Q = Descarga de projeto a ser conduzida pela descida d'água, em m<sup>3</sup>/s;

B = Largura da descida d'água, em m;

H = altura média das paredes laterais da descida, em m.

Não obstante, em áreas com intensa produção de sedimentos ou acúmulo de resíduos sólidos, recomenda-se a adoção das dimensões constantes na Tabela 9:

Tabela 6 Dimensões recomendadas

Vazão (l/s)	Base (m)	H (m)
50	0,30	0,30
80	0,30	0,30
100	0,40	0,40
150	0,40	0,40
200	0,50	0,50
250	0,50	0,50
300	0,50	0,50
350	0,60	0,60
400	0,60	0,60
450	0,60	0,60
500	0,60	0,60
550	0,70	0,70