

LEI Nº 2769, DE 11 DE MAIO DE 2011

Dispõe sobre o Plano Diretor de Macrodrenagem Urbana de Monte Alto, e dá outras providências.



SILVIA APARECIDA MEIRA, PREFEITA DO MUNICÍPIO DE MONTE ALTO, no uso das atribuições que lhe confere o inciso VI, do artigo 71, da **Lei Orgânica** do Município, FAÇO SABER, que a Câmara Municipal, em sessão realizada no dia 9 de maio de 2011, aprovou, e ela sanciona e promulga a seguinte ,LEI:

Art. 1º A Política Municipal de Gestão da Drenagem Urbana de Monte Alto tem como objetivo, respeitadas as competências da União e do Estado, manter o Meio Ambiente equilibrado buscando o desenvolvimento sustentável da drenagem urbana e fornecer diretrizes ao poder público e à sociedade para a conservação e recuperação da qualidade ambiental, cabendo a todos o direito de exigir a adoção de medidas nesse sentido.

Parágrafo único. Para o estabelecimento da Política Municipal de Gestão da Drenagem Urbana serão observados os seguintes princípios fundamentais:

I - o PDMD é parte integrante do Plano Diretor da cidade;

II - o PDMD deve prever a minimização do impacto ambiental devido ao escoamento pluvial através de medidas estruturais e não-estruturais;

III - o PDMD deve contemplar o planejamento das áreas a serem desenvolvidas e a densificação das áreas existentes;

IV - a Bacia Hidrográfica deve ser considerada como unidade de planejamento integrada e não de maneira isolada;

V - o controle das inundações deve ser um processo permanente e contínuo;

VI - as decisões públicas devem ser tomadas conscientemente por todos e de maneira clara e participativa.

Art. 2º A Política Municipal de Gestão da Drenagem Urbana de Monte Alto tem como objetivos específicos:

I - manter as regiões ribeirinhas ainda não urbanizadas em condições que minimizem as interferências com a capacidade de escoamento e armazenamento dos córregos e rios;

II - reduzir à exposição ao risco de inundação as pessoas e as propriedades;

III - reduzir o nível existente de danos e prejuízos patrimoniais causados por enchentes;

IV - assegurar que os projetos de prevenção e correção estejam consistentes com os objetivos gerais do planejamento urbano;

V - minimizar problemas de erosões e assoreamentos;

VI - controlar a poluição dos córregos e rios provocados pelas águas pluviais com o uso de tecnologias apropriadas;

VII - incentivar a utilização de técnicas de infiltração e retenção no solo das águas pluviais;

VIII - incentivar o uso de alternativas tecnológicas das águas de chuvas coletadas para usos diversos;

IX - criar mecanismos de participação da sociedade organizada na elaboração das propostas e intervenções de combate das inundações urbanas.

Art. 3º Cabe a Secretaria de Planejamento - SECPLAN, implementar os objetivos e instrumentos da Política Municipal de Gestão da Drenagem Urbana, competindo-lhe:

I - propor, executar e coordenar, direta ou indiretamente, a Política de Gestão da Drenagem Urbana do município de Monte Alto;

II - planejar, projetar, executar, operar e manter os serviços de drenagem urbana;

III - promover pesquisas e estudos sobre a ampliação, conservação, manutenção, operação dos serviços do sistema de drenagem urbana;

IV - fiscalizar projetos e obras, de acordo com critérios técnicos, de sistema de macrodrenagem e microdrenagem;

V - acionar órgãos estaduais ou federais de controle da drenagem urbana quando for necessário, bem como o Ministério Público;

VI - normatizar o uso e manejo das águas pluviais urbanas e rurais e estabelecer normas e regulamentos para a gestão da drenagem urbana municipal;

VII - elaborar, coordenar ou colaborar com ações de educação ambiental relacionadas diretas e indiretamente a drenagem urbana;

VIII - coordenar a elaboração e revisão de Planos Diretores de Drenagem relacionados a sua esfera de competência;

IX - celebrar convênios, contratos ou acordos específicos com entidades públicas ou privadas para desenvolver as atividades sob sua responsabilidade de maneira a atender às demandas da comunidade;

X - organizar e manter atualizado o cadastro técnico do sistema de drenagem urbana municipal

Art. 4º Fica instituído o Plano de Macrodrenagem Urbana de Monte Alto, PDMD, destinado à articular, integrar e coordenar recursos tecnológicos, humanos, econômicos e financeiros, com vistas ao alcance de níveis crescentes de salubridade ambiental e redução de enchentes.

Art. 5º O PDMD será quadrienal e conterá, dentre outros, os seguintes elementos:

I - diagnóstico sócio-ambiental contendo avaliação e caracterização da situação do sistema de macrodrenagem do município, por meio de indicadores sanitários, ambientais, hidráulicos, hidrológicos, de uso e ocupação do solo e outros de impactos municipais;

II - objetivos e diretrizes gerais, definidos mediante planejamento integrado, levando em conta outros planos setoriais e regionais;

III - estabelecimento de metas de curto e médio prazos;

IV - identificação e busca da superação dos obstáculos de natureza político-institucional, legal, econômico-financeira, administrativa, cultural e tecnológica que se interpõem à consecução dos objetivos e metas propostos;

V - caracterização e quantificação dos recursos humanos, materiais, tecnológicos, institucionais e administrativos necessários à execução das ações propostas;

VI - cronograma de execução das ações formuladas;

VII - definição dos recursos financeiros necessários, das fontes de financiamento e cronograma de aplicação;

VIII - programa de investimento em obras e outras medidas relativas à utilização, recuperação, conservação e proteção dos sistemas de saneamento ambiental, em consonância com o Plano Plurianual de Investimentos do Município.

Art. 6º A execução de medidas de estruturais e não-estruturais de drenagem urbana essenciais à salubridade ambiental, constitui obrigação do Poder Público, da coletividade e do indivíduo, que para tanto, no uso da propriedade, no manejo dos meios de produção e no exercício de qualquer atividade, ficam obrigados ao cumprimento das determinações legais, regulamentares, recomendações e interdições ditadas pelas autoridades ambientais, sanitárias e outras competentes.

Art. 7º Para implantar o Plano de Macrodrenagem Urbana de Monte Alto a Secretaria de Planejamento, obras e infra-estrutura, deverá implementar as seguintes ações:

I - elaborar programa de combate a erosão do solo;

II - elaborar programa de obras de construção de bacias de retenção e detenção das águas pluviais, em áreas ambientalmente e tecnicamente adequadas;

III - elaborar programa de monitoramento do processo de ocupação da várzea dos córregos, para evitar a ocupação indevida e clandestina;

IV - monitorar as precipitações pluviais com equipamentos e tecnologia adequados;

V - elaborar mapeamento das áreas públicas disponíveis para a execução de projetos de amortecimento dos picos de vazão das águas de chuva;

VI - elaborar Zoneamento de Inundação dos imóveis situados nas áreas de risco de inundações;

VII - desenvolver projetos e obras de retirada de imóveis situados em áreas de risco de inundações;

VIII - elaborar programa de desocupação e retirada gradual das edificações situadas na Área de Preservação Permanente dos Córregos;

IX - criar, qualificar e promover equipes de Defesa Civil treinadas para situações de inundações da malha urbana;

X - fomentar o desenvolvimento de pesquisas científicas sobre os impactos qualitativos e quantitativos da urbanização nos cursos d'água, com instituições públicas ou privadas;

XI - elaborar projetos e obras de ampliação das pontes para evitar a obstrução da calha dos córregos urbanos;

XII - desenvolver projetos e obras de re-naturalização dos córregos através da criação de parques lineares ao longo do curso d'água;

XIII - criar fundo de investimento local para financiamento de programas, projetos e obras de drenagem. Este fundo de investimento deverá ser regulamentado através de lei complementar específica;

XIV - criar Conselho de Drenagem Urbana, com função de articular as discussões sobre essa infra-estrutura junto a sociedade civil organizada, sendo assim um canal de participação social;

XV - exigir a execução de projetos e obras de drenagem urbana, com medidas estruturais e não-estruturais para os novos loteamentos;

XVI - desenvolver programas, projetos e obras de diminuição do coeficiente de impermeabilização dos loteamentos e residências (pavimentos porosos, valetas de infiltração, bacias de sedimentação, etc);

XVII - elaborar programa de capacitação de funcionários públicos responsáveis pela manutenção e operação dos sistemas de macrodrenagem e microdrenagem;

XVIII - elaborar plano de manutenção do sistema de drenagem;

XIX - desenvolver manual de drenagem.

Art. 8º Para implementação das ações corretivas e preventivas indicadas no Relatório de Diagnóstico do Plano Diretor de Macrodrenagem de Monte Alto, é apresentado no Anexo I desta Lei, o Plano de Obras de Macrodrenagem, com vistas a reduzir os impactos existentes na área urbana de Monte Alto, e principalmente, reduzir a gravidade das erosões nas áreas periféricas.

Art. 9º A regulamentação e priorização das obras do Plano de Obras de Macrodrenagem estão fundamentados no Mapa 01 (Mapa de Erosões do Solo) e Mapa 02 (Mapa de cadastro de microdrenagem e erosões) e Mapa 03 (Mapa do Novo Zoneamento/Lei 230/2006). A sobreposição espacial dos Mapas 01, 02 e 03 resultam no Mapa do Plano de Obras Prioritárias de Macrodrenagem (Mapa 04). Esses mapas são apresentados no Anexo I, desta lei.

Art. 10 Os volumes de escoamento da drenagem urbana deverão ser coletados, ordenados e encaminhados para os devidos cursos d'água naturais, deverão ser também, priorizado os sistemas de retenção, retenção e infiltração das águas pluviais, de maneira a possibilitar a destinação adequada, de forma a evitar-se contaminação dos recursos naturais, enchentes e inundações urbanas.

Art. 11 É obrigação do proprietário do imóvel a execução e manutenção de adequadas instalações de drenagem para coleta, armazenamento e lançamento dos volumes de escoamento superficial direto das águas pluviais, cabendo ao usuário do imóvel sua necessária conservação.

Art. 12 Constituem infrações graves, para as quais a Secretaria de Planejamento, obras e infra-estrutura, através de Fiscalização fica autorizado a aplicar as sanções, penalidades e multas previstas em leis e regulamentos estabelecidos pelo Executivo, os seguintes casos:

I - lançamento de esgotos "in natura";

II - ligações de drenagem efetuadas de forma irregular, clandestina ou não autorizada pela SECPLAN;

III - lançamento de esgotos em redes de drenagem de águas pluviais;

IV - lançamento de águas pluviais em redes de esgoto;

VIII - danos causados, retiradas ou manipulações sem autorização expressa da SECPLAN, nos sistemas de microdrenagem e macrodrenagem desde que devidamente comprovados.

Art. 13 É expressamente proibido as seguintes formas de uso dos recursos hídricos:

I - o lançamento de resíduos sólidos em cursos d'água, áreas de várzea, poços e cacimbas em mananciais e sua áreas de drenagem;

II - a disposição de resíduos sólidos em terrenos baldios, áreas erodidas e outros locais impróprios que poderão ser carreados para o sistema de drenagem;

III - o lançamento em sistemas de rede de drenagem de águas pluviais, de esgotos, bueiros e assemelhados;

Art. 14 São considerados de interesse ambiental os fundos de vale e as demais Áreas de Preservação Permanente definidas no código florestal, particularmente aqueles sujeitos à inundação, erosão ou que possam acarretar transtornos à coletividade e prejuízos ambientais, através de uso inadequado.

Art. 15 É competência da SECPLAN observando as demais legislações incidentes sobre o assunto:

I - examinar e propor o uso mais adequado para os fundos de vale, priorizando a recomposição das matas ciliares, a drenagem, a preservação de áreas críticas e a implantação de áreas de recreação;

II - normatizar o uso e a ocupação do solo dos Fundos de Vale de interesse ambiental, os quais serão aprovados por decreto;

III - garantir a proteção a faixa de preservação permanente;

IV - manifestar - se sobre a viabilidade técnica de obras viárias e implantação de demais infra-estruturas urbanas;

V - incentivar a recuperação dos fundos de vale e outras áreas de preservação permanente.

Art. 16 A SECPLAN deverá prever a adoção de mecanismos de diminuição dos picos de cheias em locais de contribuição acentuada de águas pluviais nas várzeas dos córregos e soluções alternativas respeitando o Artigo 11.

Art. 17 As intervenções estruturais devem preferencialmente privilegiar a redução, o retardamento e o amortecimento do escoamento das águas pluviais.

Art. 18 Obras convencionais de galerias de águas pluviais e de canalização, que aceleram o escoamento, serão admitidas somente nos casos em que as soluções preferenciais se mostrarem inviáveis e quando comprovado que os impactos gerados pela intervenção são de baixa magnitude e serão mitigados.

Art. 19 Novos empreendimentos não podem agravar ou comprometer as condições de funcionamento do sistema de drenagem pré-existente, devendo obrigatoriamente apresentar projetos ou estudos técnicos de sistema de drenagem.

Art. 20 É necessária autorização e/ou licenciamento, conforme o caso, do órgão ambiental competente para a canalização parcial ou total de corpos hídricos naturais.

Art. 21 A manutenção das condições de pré-desenvolvimento no lote ou no parcelamento do solo deve ser demonstrada a SECPLAN, através de estudo hidrológico específico.

Art. 22 Na edificação dos lotes, resultante do parcelamento à partir desta lei, a área impermeável deve ser menor ou igual a prevista para o lote e para o seu sistema viário prevista no projeto de drenagem do parcelamento aprovado.

Art. 23 Após a aprovação por parte da SECPLAN, do projeto de drenagem urbana da edificação ou do parcelamento é vedada qualquer impermeabilização adicional de superfície.

Parágrafo único. A impermeabilização poderá ser realizada se houver retenção do volume adicional gerado.

Art. 24 Está vedada edificação que cubra trecho do sistema público de drenagem pluvial, mesmo em trecho de propriedade privada.

Art. 25 Para novo parcelamento do solo deverá ser preservada a faixa domínio dos córregos urbanos, de acordo com o código florestal.

Parágrafo único. A área correspondente a faixa de domínio somente poderá ser incluída no percentual de área pública se na referida faixa for implementado um parque linear de acordo com definições da SECPLAN.

Art. 26 A Educação Ambiental é considerada um instrumento indispensável para a implementação dos objetivos da Política Municipal de Gestão da Drenagem Urbana estabelecidos na presente Lei, devendo permear todas as ações da SECPLAN e do Executivo Municipal.

Art. 27 A SECPLAN criará condições para garantir a implantação de programas de Educação Ambiental, assegurando o caráter inter-institucional e multidisciplinar das ações envolvidas.

Art. 28 A Educação Ambiental, enfocando a drenagem urbana, deverá promovida para toda a comunidade e em especial:

I - na Rede Municipal de Ensino, em todas as áreas de conhecimento e no decorrer de todo o processo educativo em conformidade com os currículos e programas elaborados pela Secretaria Municipal de Educação;

II - na Rede Estadual de Ensino, em articulação com as Delegacias de Ensino e Oficinas Pedagógicas;

III - em apoio às atividades da Rede Particular de Ensino de primeiro, segundo e terceiro graus;

IV - para outros segmentos da sociedade, em especial àqueles que possam atuar como agentes multiplicadores;

V - junto às entidades e associações ambientalistas;

Art. 29 A SECPLAN deverá manter o cadastro técnico da drenagem urbana atualizado, com a finalidade de realizar o controle, fiscalização e operação do sistema.

Art. 30 A SECPLAN deverá manter atualizado o cadastro técnico da drenagem, a base de informações cadastrais e alfa-numéricas com uso de tecnologias apropriadas, subsidiando a criação de um Sistema de Informações Geográficas de Drenagem Urbana, assegurando o caráter inter-institucional das ações envolvidas na Gestão, Planejamento e Operação do Sistema de Drenagem Urbana.

Art. 31 A fiscalização do cumprimento do disposto nesta lei e nos regulamentos e normas dela decorrentes serão exercidas pela SECPLAN.

Art. 32 No exercício da ação fiscalizadora fica assegurado aos agentes fiscalizadores da SECPLAN, a entrada, a qualquer dia e hora, e a permanência pelo tempo que se fizer necessário, em estabelecimentos públicos ou privados, bem como nos empreendimentos imobiliários, nas formas da lei.

Art. 33 Aos agentes fiscalizadores da SECPLAN compete:

I - efetuar vistorias, levantamentos e avaliações;

II - constatar e informar sobre a ocorrência de infrações;

III - lavrar Autos de infração circunstanciada, comunicando a infração cometida e as penalidades a que está sujeito;

IV - elaborar relatórios técnicos de inspeção;

V - intimar, por escrito, os responsáveis pelas infrações a apresentarem documentos ou esclarecimentos em local e data previamente determinados;

VI - desenvolver operações de controle aos ilícitos ambientais;

VII - prestar atendimento a acidentes ambientais, encaminhando providências no sentido de sanar os problemas ambientais

ocorridos;

XI - exercer outras atividades que lhes forem designadas.

Art. 34 Os agentes fiscalizadores da SECPLAN, quando obstados, poderão requisitar força policial para o exercício de suas atribuições em qualquer parte do território municipal.

Art. 35 Fica o Poder Executivo autorizado a determinar medidas de emergência a fim de evitar episódios críticos de inundações urbanas ou impedir a continuidade em caso grave ou iminente risco para vidas humanas ou recursos ambientais.

Parágrafo único. Para a execução das medidas de emergência de que trata este Artigo, poderá ser reduzida ou impedida a atividade que possibilite inundações na área atingida pela ocorrência durante o período crítico, respeitadas as competências da União e do Estado.

Art. 36 Para a realização das atividades decorrentes desta Lei e seus regulamentos, a SECPLAN poderá utilizar-se, além de recursos técnicos e funcionários de que dispõe, do concurso de outros órgãos e entidades públicas ou privadas, mediante convênios.

Art. 37 Os servidores ficam responsáveis pelas declarações, informações e/ou dados técnicos científicos que fizerem nos procedimentos de fiscalização ou autorização, sendo passíveis de punição por falta grave, em caso de falsidade ou omissão dolosa, sem prejuízo do disposto na Lei Federal 9.605 de fevereiro de 1.998.

Art. 38 Fica a SECPLAN autorizada a expedir normas técnicas, padrões e critérios destinados a complementar esta Lei e seus regulamentos, sempre que aprovados pelos Órgãos competentes.

Art. 39 O Poder Executivo, mediante decreto, regulamentará os procedimentos necessários para a implementação desta Lei num prazo de 180 (cento e oitenta) dias contados a partir de sua publicação.

Art. 40 Serão aplicadas subsidiariamente aos casos omissos as disposições constantes na legislação federal e estadual.

Art. 41 Esta lei entrará em vigor na data de sua publicação.

Monte Alto, 11 de maio de 2011.

Silvia Aparecida Meira
Prefeita Municipal

Registrado em livro próprio e afixado nos locais de costume das sedes da Prefeitura e da Câmara Municipal, na mesma data, bem como publicada, em órgão de imprensa escrita, na data de sua circulação, nos termos do artigo 98 "caput", e seu § 1º, da **Lei Orgânica** do Município.

Maria Cristina Zaupa Antonio
Secretária dos Negócios Jurídicos

ANEXO 01

PLANO DE OBRAS PRIORITÁRIAS DE MACRODRENAGEM

MAPA 01 - MAPA DE EROSÕES DO SOLO

MAPA 02 - MAPA DE CADASTRO DE MICRODRENAGEM E EROSÕES

MAPA 03 - MAPA DO NOVO ZONEAMENTO

MAPA 04 - MAPA DE OBRAS PRIORITÁRIAS DE MACRODRENAGEM

ANEXO I
PLANO DE OBRAS PRIORITÁRIAS DE MACRODRENAGEM

Este Plano de Obras Prioritárias de Macrodrenagem do Município de Monte Alto/SP foi fundamentado nos Relatórios Técnicos do processo de elaboração do Plano Diretor de Macrodrenagem e possui como referência das intervenções e custos estimados o mês de junho/2008. Sugere-se que para detalhamento das ações e obras sejam desenvolvidos os projetos básicos e executivos

de cada intervenção.

Obra	Obra	Descrição	Custo Estimado (R\$)
MEDIDAS ESTRUTURAIS			
1	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Bairro Jardim Novo Paraíso	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	1.200.000,00
2	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Bairro Jardim Paraíso e Jardim Pizarro	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	2.300.000,00
3	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Bairro Jardim Primavera, Jardim Califórnia, Jardim São Cristóvão	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	3.000.000,00
4	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão Jardim São Cristóvão	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	1.200.000,00
5	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão da 12 de outubro	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	4.500.000,00
6	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão da Vila AeroClube	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	800.000,00
7	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Bairro Cosmo	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	2.000.000,00
8	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Jardim Esperança	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	1.500.000,00
9	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Bairro Conjunto Habitacional Bandeirantes, Parque Residencial Laranjeiras	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	900.000,00
10	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Bairro Conjunto Habitacional Centenário	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	900.000,00
11	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Jardim Bela Vista	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	1.600.000,00
12	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Distrito Industrial V	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	750.000,00
13	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Margem da Rodovia Estadual SP 305	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	2.000.000,00
14	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Margem da Rodovia Estadual SP 305	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	1.500.000,00
15	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Jardim Alvorada	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia, canalização de córrego	3.000.000,00
16	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão das Chácaras Morada do Sol	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	650.000,00
17	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão das Chácaras Morada do Sol	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	500.000,00
18	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Margem da Rodovia Estadual SP 305	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	350.000,00
19	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Margem da Rodovia Estadual SP 305	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	450.000,00
20	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Margem da Rodovia Estadual SP 305	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	480.000,00
21	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Jardim Vera Cruz	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	800.000,00
MEDIDAS NÃO-ESTRUTURAIS			
22	Estruturas de infiltração no solo	Planos de infiltração, poços de infiltração, pavimentos permeáveis, microreservatórios de retenção	2.000.000,00
23	Educação Ambiental	Campanhas de educação ambiental, treinamentos, eventos	800.000,00
24	Total (R\$)		33.180.000,00



**PLANO DIRETOR DE MACRODRENAGEM
MUNICÍPIO DE MONTE ALTO/SP**

PREFEITURA MUNICIPAL DE MONTE ALTO

**RELATÓRIO PARCIAL 02
Diagnóstico do Sistema de Macrodrenagem**

RIBEIRÃO PRETO/SP

FEVEREIRO/2008

**Contrato Administrativo 054/2007
Proc. SAF/SL 062/2007
CONTRATO FEHIDRO 244/2006**

Equipe Técnica

**Lourenço Leme da Costa Jr.
Engenheiro Civil
Responsável Técnico
CREA 506.106.43.52/D**

**Danubia de Lima
Arquiteta e Urbanista
CREA 506.181.3059/D**

Este documento compõe o **Relatório 02 “Diagnóstico do Sistema de Macro drenagem”** dos serviços técnicos contratados pela Prefeitura de Monte Alto/SP para *Elaboração do Plano Diretor de Macro drenagem de Monte Alto – Bacia Hidrográfica do Córrego Rico – Rio Mogi Guaçu, nos limites do município de Monte Alto/SP.*

Este relatório integra os produtos previstos no Processo Licitatório 062/2007 e Contrato Administrativo 054/2007, firmado entre a Prefeitura Municipal de Monte Alto/SP e a Empresa Mapdados Engenharia e Geoprocessamento (*Costa & Ricci Projetos de Engenharia Ltda*), com sede no município de Ribeirão Preto/SP, na Rua Mario Moraes Sarmiento, 115, sl. 13 e registrada sob CNPJ 07.543.034/0001-71.

INTRODUÇÃO

Este Relatório 02 “**Diagnóstico do Sistema de Macrodrenagem**” tem por objetivo apresentar análises técnicas por sub-bacias de drenagem contidas na Bacia Hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu e gerenciada pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu (CBH-MOGI).

A estrutura desse Relatório 02 é:

Caracterização das Sub-bacias de drenagem

Nesta parte do relatório serão apresentadas as sub-bacias de drenagem da área do projeto, com detalhamento do uso e ocupação atual.

Impactos ambientais na Macrodrenagem

Neste item serão apresentados os principais impactos observados durante a etapa de levantamento de dados (Relatório 01), enfatizado as possíveis causas e consequências.

Caracterização das Sub-bacias de drenagem

O Sistema de Macrodrenagem é composto por cursos d'água (de primeira, segunda, etc ordem) que compõem uma bacia ou sub-bacia hidrográfica. Neste sistema interagem uma série de componentes ambientais (forma do relevo, altimetria, declividade, etc), sociais (processo de ocupação do solo, densidade habitacional, etc) e climáticos (intensidade e regime pluviométrico), cada qual com um impacto positivo ou negativo na drenagem.

A Macrodrenagem do Município de Monte Alto é formada pelas Bacias Hidrográficas Córrego Rico (BHCRico), Córrego do Gambá (BHCGambá) e Córrego do Tijuco (BHCTijuco). Essas Bacias Hidrográficas serão descritas a seguir.

Diferentemente de outros municípios da região, Monte Alto se localiza no Curso Alto da Bacia Hidrográfica do Rio Mogi Guaçu, em regiões de nascentes.

Na área central da malha urbana de Monte Alto não existe nenhum curso d'água que se desenvolve, conforme se pode verificar nos mapas das Sub-bacias Hidrográficas (em anexo), mas na região periférica, existe uma malha densa de nascentes dos Córregos Rico, Gambá e Tijuco.

Dessa maneira, a caracterização e diagnóstico da macrodrenagem de Monte Alto, enfatizarão os usos e impactos das ações antrópicas e

mudanças do meio natural na malha das nascentes e curso alto do Rico, Gambá e Tijuco.

Ressalta-se que as Bacias do Córrego Rico e Córrego do Tijuco são fundamentalmente rurais e a Bacia do Córrego do Gambá possui uma parcela urbana e outra rural. A BHCR e BHCTIJUCO apresentam níveis médios de impactos antrópicos na rede de drenagem e a BHCG apresenta níveis altos de impactos antrópicos, tendo em vista, seu processo de uso e ocupação atual. Essa classificação orientou o levantamento de campo sob o aspecto de detalhamento dos impactos antrópicos existentes na área do projeto.

Serão descritos a seguir aspectos gerais da área do projeto e, na sequência as características e diagnósticos realizados em cada bacia hidrográfica individualmente.

TOPOGRAFIA

O município de Monte Alto está situado no divisor de águas das Bacias Hidrográficas do Rio Mogi Guaçu e do Turvo, na porção mais, cota altimétrica 740 metros. As Figuras 01, 02 e 03 apresentam esse aspecto da região. Observa-se no mapa de classe de altitude que Monte Alto possui cotas nas classes 740 – 709 metros, 708 – 678 metros, 677 – 647 metros e 646 – 616 metros.

Sendo que a declividade na primeira faixa, cabeceiras das nascentes é bem acentuada (região de serra), aspecto que favorece o acréscimo de velocidade do escoamento superficial das chuvas.

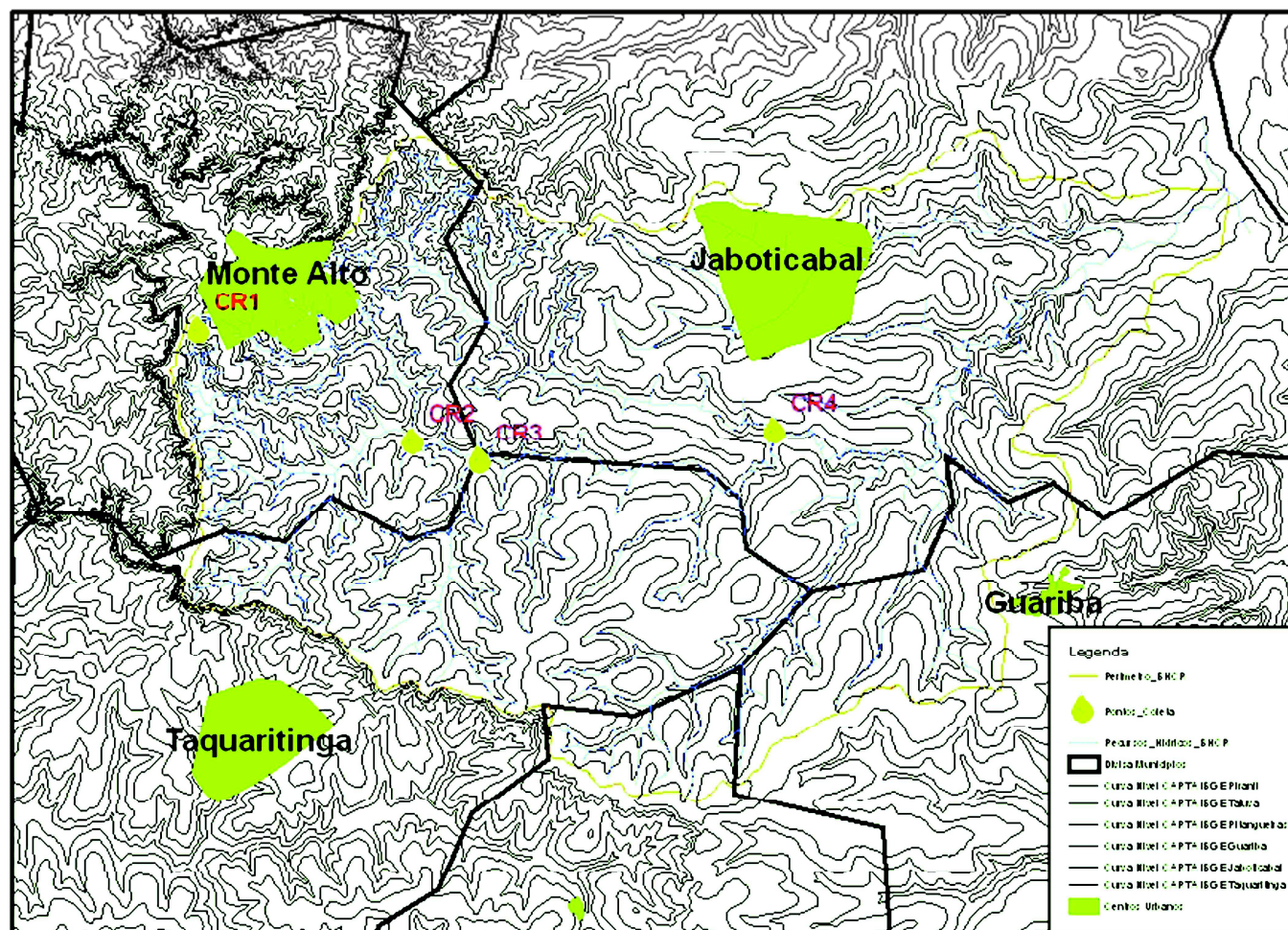


Figura 01: Cartas topográficas da região do Projeto – Fonte IBGE . sem escala

Fonte : Amaral, L.A. (2005) - Jaboticabal, 2005. 68p. (Relatório Fapesp).

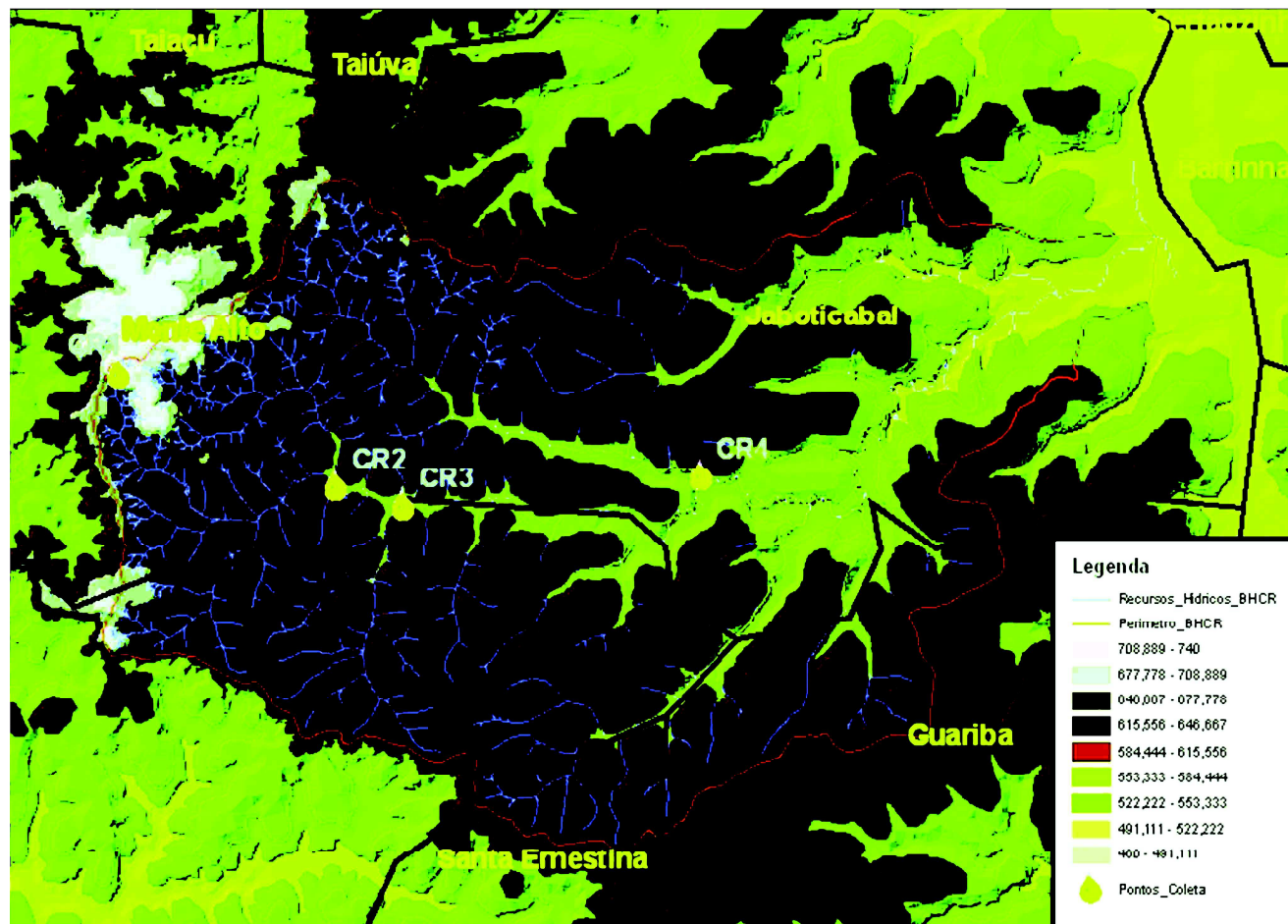


Figura 02: Mapa de Classes de altitude. Sem escala

Fonte : Amaral, L.A. (2005) - Jaboticabal, 2005. 68p. (Relatório Fapesp).

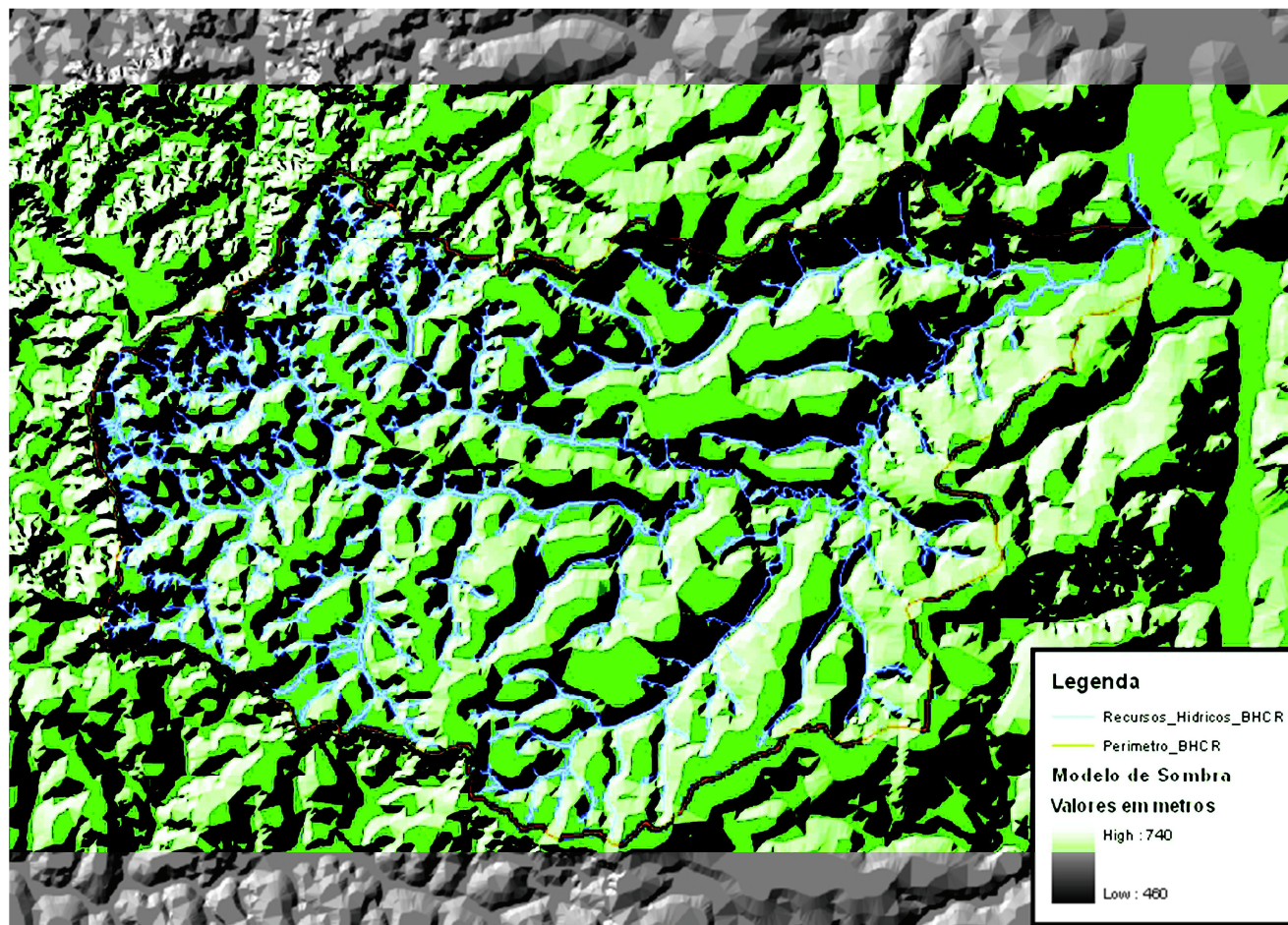


Figura 03: Mapa de modelo de elevação 3D

Fonte : Amaral, L.A. (2005) - Jaboticabal, 2005. 68p. (Relatório Fapesp).

PEDOLOGIA

A pedologia descreve as características do solo, suas camadas superficiais, horizontes A e B, descrevendo sua estrutura, composição física e química e demais aspectos relacionados com o uso, principalmente, para a agricultura.

Na região de Monte Alto, a classe de solos dominantes é a dos **Argissolos**, cujas unidades mapeadas nessa área são a PVA 2, PVA3, PVA4 (Podzólicos Vermelho-Amarelo). São solos de textura média a argilosa, com baixo grau de flocculação nos horizontes mais superficiais, em geral são moderadamente a bem drenados.

As unidades mapeadas são descritas, segundo OLIVEIRA (1999):

PVA: Eutróficos abruptos ou não, A moderado textura arenosa/média e média relevo suave ondulado e ondulado;

PV3: Eutróficos textura arenosa/média e média rel. suave ondulado + argissolos vermelho –amarelo eutróficos abruptos text. Arenosa/média relevo suave ondulado e ondulado ambos A moderado;

PV4: Eutróficos abruptos text. Arenosa/média rel. suave ondulado e ondulado + argissolos vermelho-amarelos eutróficos text. Arenosa/média relevo suave ondulado ambos A moderado.

Os Argissolos são observados nas Bacias Hidrográficas dos Córregos Rico, Gambá e Tijuco, região de nascentes, conforme Figura 04.

Outra classe de solos encontrada nessa região é o **Neossolos Litólicos**, unidade RL14. Esses solos são originados de diferentes materiais de origem, apresentando como principais limitações a rochosidade, a pedregosidade e o relevo acentuado. São muito susceptíveis à erosão e apresentam sérias restrições à ocupação antrópica e requerem cuidados especiais quanto as práticas conservacionistas.

A unidade mapeada é descrita, segundo OLIVEIRA (1999):

RL14: Associação de neossolos litólicos distróficos Tb text. Média + cambissolos háplicos Tb Distróficos text. Média ou argilosa ambos A moderado + afloramentos de rochas todos relevo montanhoso.

Esses solos, **neossolos**, são observados na Bacia Hidrográfica do Córrego Rico, região de nascentes, conforme Figura 04.

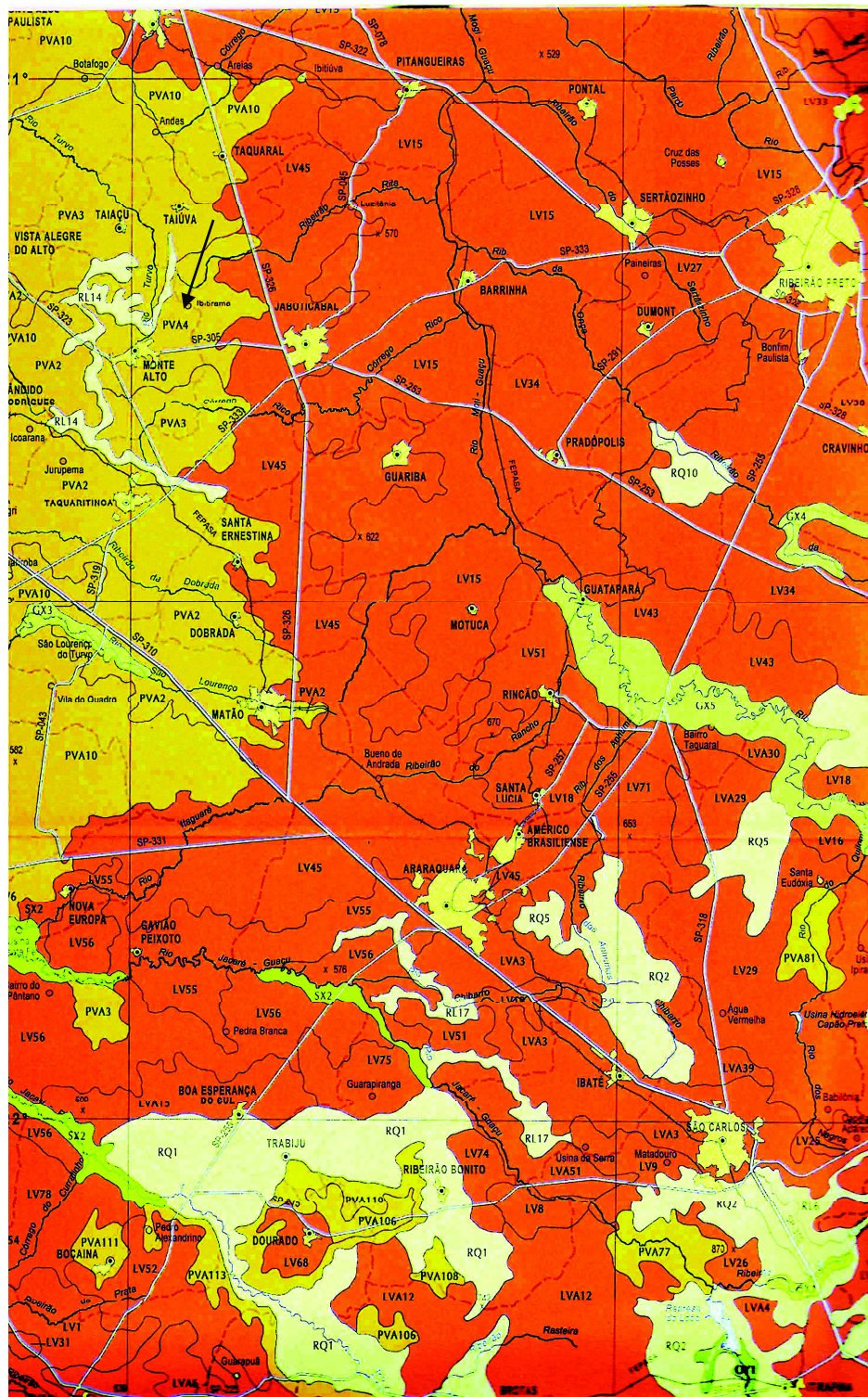


Figura 04: Mapa pedológico de São Paulo – modificado. Sem escala

Fonte: OLIVEIRA, J.B. et al(1999)

ASPECTOS GERENCIAIS/OPERACIONAIS/MANUTENÇÃO

Segundo a Secretaria de Planejamento, Obras e Infra-estrutura (Secplan), da Prefeitura de Monte Alto, não existe no organograma da administração municipal, um setor específico para gerenciar os sistemas de microdrenagem e macrodrenagem.

A Secplan/PMMA organiza os serviços de projeto, expansão, operação, manutenção e execução de acordo com as demandas apresentadas pelos munícipes e segundo a existência de recursos orçamentários. A atividade de planejamento e gerenciamento do sistema de drenagem é insuficiente e em alguns momentos inexistente.

A partir de demandas protocoladas (ordens de serviço) a Secplan aloca uma equipe de 02 pedreiros e 01 servente, com uma retro-escavadeira para fazer a manutenção solicitada. Esses funcionários são realocados de outros setores para atender as demandas.

A expansão do sistema de drenagem é realizada através de contratação de obras com a composição de recursos municipais, estaduais e federais.

Não existe uma padronização de apresentação de projetos de empreendimentos (loteamentos), de tipos de órgãos acessórios do sistema (bocas de lobo, poços de visita, sarjetões, dissipadores de energia, etc).

Não existe nenhum tipo de manual ou procedimento administrativo/técnico relacionado com a drenagem na Secplan/PMMA.

Não existe nenhum programa de manutenção preventivo de bocas de lobo e poços de visita nos períodos que antecedem as épocas de chuvas.

Não existe nenhum tipo de programa de educação ambiental voltado para a temática da drenagem urbana no município.

BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO RICO (BHCRico)

As nascentes do Córrego Rico na área rural, próximas das Rodovias Municipais MNA 381 e MNA 469 e da Rodovia Federal 323 que liga Monte Alto ao município de Taquaritinga. Possui divisores de água com as bacias hidrográficas dos Córregos da Onça (Bacia hidrográfica Rio Turvo) na direção Norte/Leste e com o Córrego do Gambá na direção Oeste.

A BHCRico é praticamente rural, sendo que 99,7% esta na área rural e 0,3% esta na área urbana, conforme se observa no Mapa de Bacias Hidrográficas (Mapa 1/1 Sub Bacias Hidrográficas, em anexo) e na Figura 05.

Na Figura 05, observa-se também pontos numerados que serão utilizados como Seções de Controle para Determinação das características das Bacias Hidrográficas e Estudos hidráulicos e hidrológicos (Relatórios/Produtos 03 - 04).

A BHCRico no município de Monte Alto é fundamentalmente rural, sendo que apenas uma pequena área na direção Noroeste, tem ocupação urbana, próximo de uma das várias nascentes do Córrego Rico. A BHCRico faz divisa com a Bacia Hidrográfica do Rio Turvo/Grande na direção Oeste, com o município de Taquaritinga na direção Sul, com a Bacia Hidrográfica do Córrego do Gambá na direção Leste e Sul.

A BHCRico é formada pelos municípios de Monte Alto, Taquaritinga, Santa Ernestina, Jaboticabal e Guariba, conforme se observa na Figura 06.

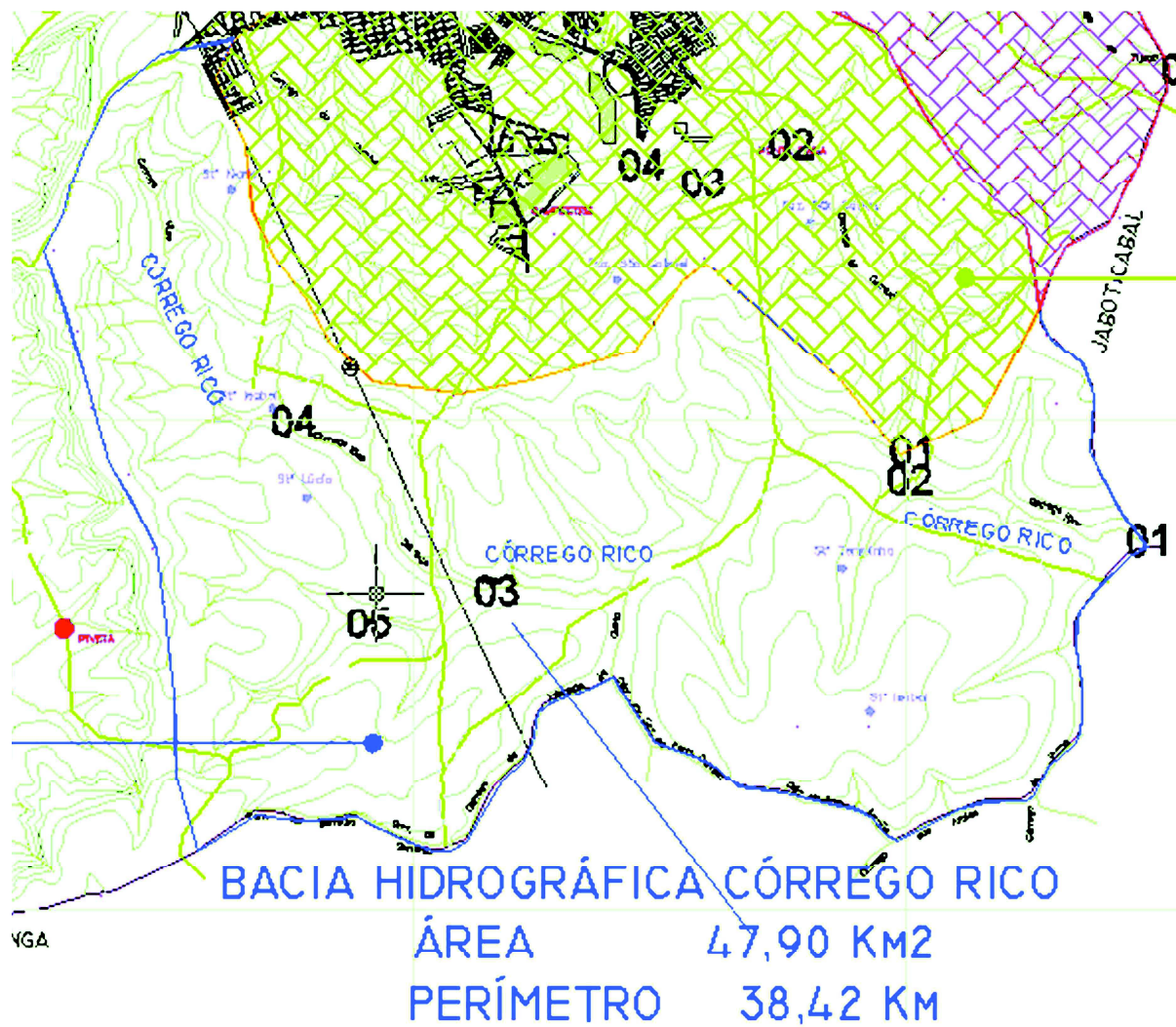


Figura 05: Bacia Hidrográfica do Córrego Rico (BHCR) em Monte Alto/SP

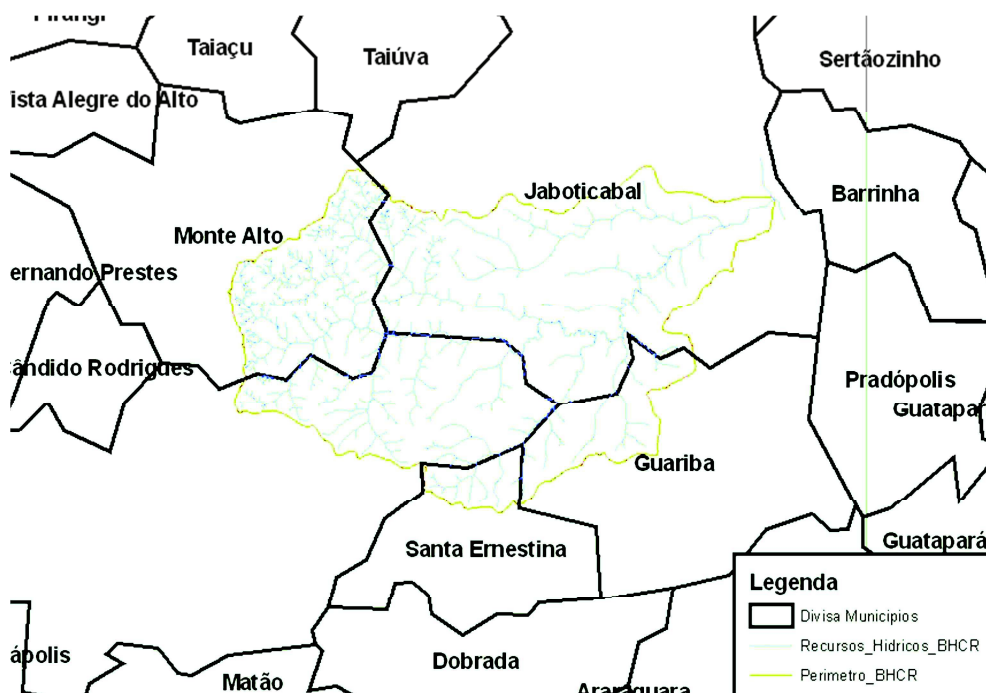


Figura 06: Municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Córrego Rico.

Fonte: Amaral, L.A. (2005) - Jaboticabal, 2005. 68p. (Relatório Fapesp).

A Bacia Hidrográfica do Córrego Rico possui uma área de 47,90 Km² e um perímetro de 38,42 Km, com comprimento de talvegue de 15,21 km até a confluência com o Córrego do Gambá. As cotas altimétricas de talvegue estão situadas entre 780 metros e 580 metros de montante para jusante, com diferença de 200 metros de altitude.

No município de Monte Alto, a BHCRico é a maior bacia, sendo que as Bacias Hidrográficas do Córrego do Gambá e do Córrego do Tijuco são sub-bacias e córregos afluentes do Córrego Rico. Dessa maneira, os dados de uso e ocupação do solo que serão descritos a seguir, caracterizam também as bacias hidrográficas do Gambá e do Tijuco.

OCUPAÇÃO E USO DO SOLO

A BHCRico apresenta uma ocupação predominantemente rural, tendo como principais atividades de exploração as culturas de cana-de-açúcar, goiabas, citros. Apresenta propriedades classificadas como pequenas (60,9%), médias (30,4%) e grandes (8,9%), conforme Tabela 01.

TABELA 01: Quantidade e classificação das propriedades rurais da BHCR.

Área	Classificação	Quantidade	%
0 - 10 Ha	Pequena	7	7,6
10,1 - 50 Ha	Pequena	49	53,3
50,1 - 100 Ha	Média	21	22,8
100,1 - 200 Ha	Média	7	7,6
> 200,1 Ha	grande	8	8,7
Total		92	100,0

Fonte: Amaral, L.A. (2005) - Jaboticabal, 2005. 68p. (Relatório Fapesp).

A forma de administração das propriedades é apresentada na Figura 07, sendo que a administração direta por proprietários é predominante.

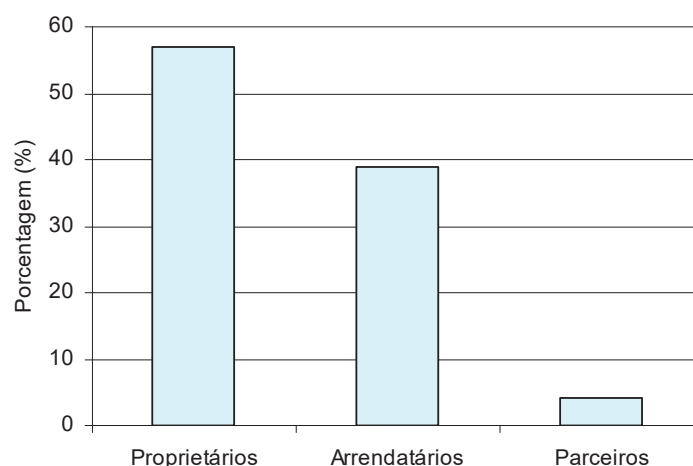


FIGURA 07: Tipos de administração das propriedades.

Fonte: Amaral, L.A. (2005) - Jaboticabal, 2005. 68p. (Relatório Fapesp).

Na BHCRico, como em toda região do entorno do município de Monte Alto, a principal forma de ocupação e uso é o plantio de cana-de-açúcar. A Tabela 02 apresenta esses usos e a área de cada cultura, sendo que os principais usos são: Cana-de-açúcar (72,9%), Áreas complementares, estradas e edificações (8,6%) e Vegetação Natural (2,7%).

Os usos predominantes na BHCRico são cana-de-açúcar, área complementar, vegetação natural, pasto e amendoim, conforme se observa no Figura 08. Ressaltando que o amendoim é usado como cultura de rotação, na entressafra da cana-de-açúcar.

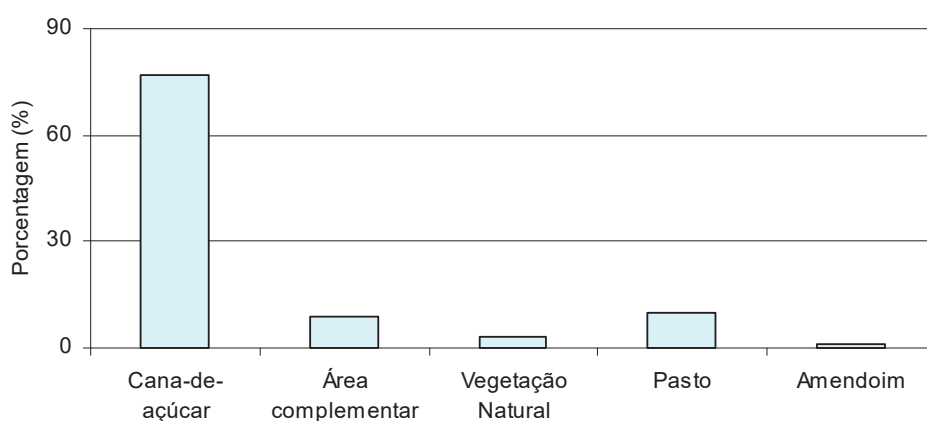


FIGURA 08: Usos do solo predominantes na BHCR.

Fonte : Amaral, L.A. (2005) - Jaboticabal, 2005. 68p. (Relatório Fapesp).

TABELA 02: Usos do solo na BHCRico.

Uso	Área (Ha)	(%)
Cana de açúcar	4.706,10	72,9
Área complementar (*)	558,3	8,6
Vegetação natural	174,2	2,7
Capim	18,4	0,3
Gramas	464,2	7,2
Colonião	54,3	0,8
Braquiária	93,1	1,4
Cebola	54,9	0,9
Laranja	39	0,6
Soja	18	0,3
Amendoim	89,6	1,4
Limão	6,5	0,1
Eucalipto	0,2	0,0
Feijão	6,4	0,1
Manga	4,6	0,1
Goiaba	20,1	0,3
Quiabo	0,2	0,0
Vagem	0,6	0,0
Tomate rasteiro	0,5	0,0
Sorgo	6	0,1
Abóbora	0,1	0,0
Pepino	0,2	0,0
Alface	0,2	0,0
Espécies florestais	33,1	0,5
Pupunha	1	0,0
Reflorestamento	15,1	0,2
Milho	45,4	0,7
Brócolis	0,5	0,0
Berinjela	0,5	0,0
Mandioca	1,2	0,0
Área de descanso	44,6	0,7
TOTAL	6.457,10	100,0

(*) Área complementar são as áreas utilizadas em carregadores, estradas, edificações.
 Fonte : modificado de Amaral, L.A. (2005) - Jaboticabal, 2005. 68p. (Relatório Fapesp).

Os usos não-predominantes são: cebola, milho, laranja, goiaba, área de descanso e de reflorestamento. Sendo que o município de Monte Alto, essas culturas são mais desenvolvidas do que no restante da área da BHCRico, segundo Figura 09.

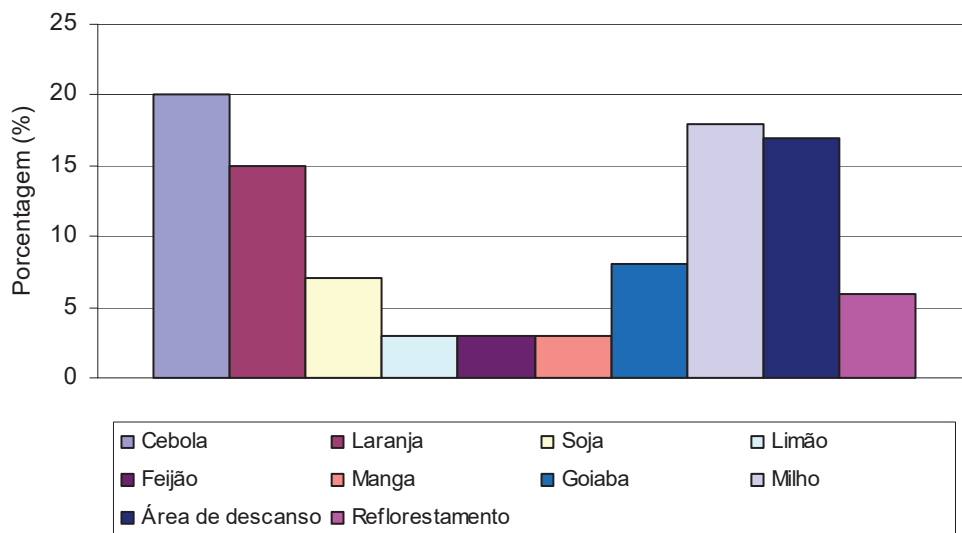


FIGURA 09: Usos do solo não predominantes na BHCR.

Fonte : Amaral, L.A. (2005) - Jaboticabal, 2005. 68p. (Relatório Fapesp).

Para caracterizar os usos existentes da BHCRico foi realizado um levantamento de campo com registro fotográfico das áreas de nascentes e cursos d'água, (Figuras 10 a 15) ressaltando o aspecto rural dessa bacia. Serão descritos a seguir, os principais aspectos observados em campo.

Observa-se que a Rodovia Estadual SP 323 esta no divisor de águas das Bacias do Córrego Rico e do Córrego do Gambá.

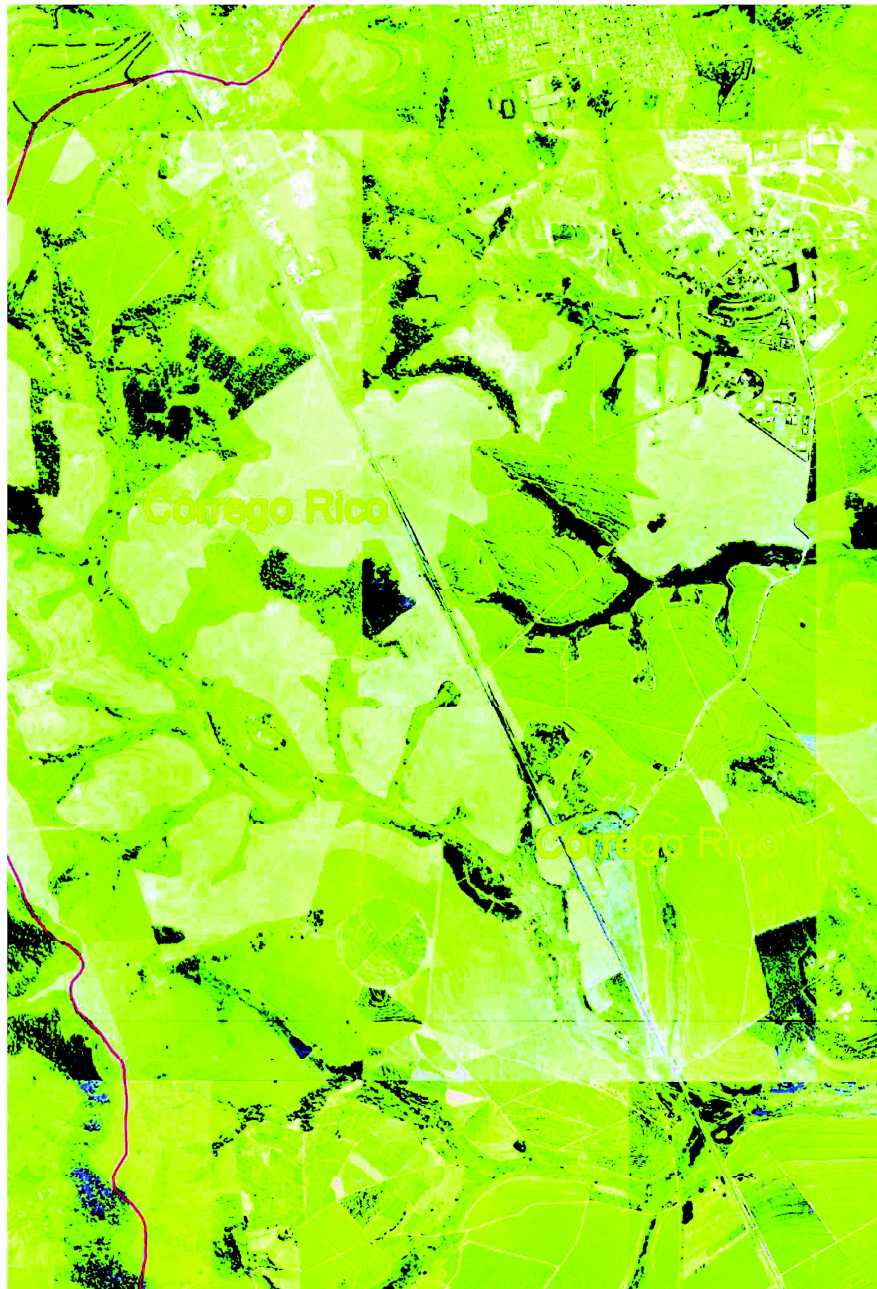


Figura 10: Vista aérea Córrego Rico – 01



Figura 11: Vista aérea Córrego Rico – 02

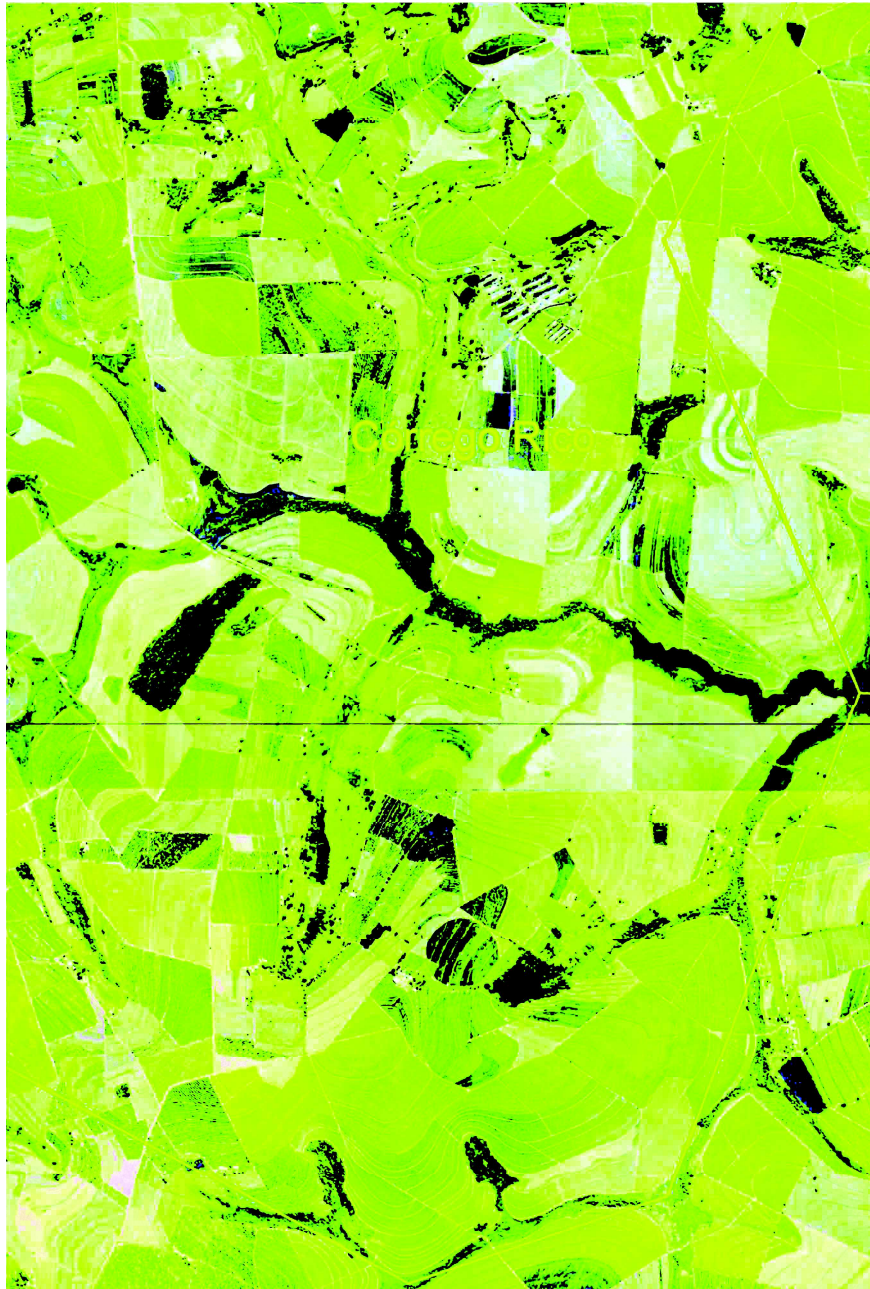


Figura 12: Vista aérea Córrego Rico – 03



Vista geral da Bacia Hidrográfica do
Córrego Rico –
Cultivo de cana-de-açúcar

Figura 13

Passagem do Córrego Rico sob
Rodovia SP 323 - passagem sem
dissipação de energia – processo
erosivo instalado

Figura 14



Várzea do Córrego Rico – ausência
de mata ciliar

Figura 15

IMPACTOS AMBIENTAIS NA MACRODRENAGEM DO CÓRREGO RICO

Os principais problemas no sistema de macrodrenagem do Córrego Rico observados no levantamento de campo foram:

1. Resíduos Sólidos (Lixo) nas estradas - carregados pelo escoamento superficial para a calha dos cursos d'água: poluição quantitativa e qualitativa dos mananciais, redução da capacidade de escoamento (dependendo do volume);
2. Assoreamento dos córregos nos pontos próximos a estrada vicinais – decorrente de sedimentos carregados pelo escoamento superficial: deficiências no manejo da terra, falta de mata ciliar, estradas vicinais e carregadores das culturas favorecem o transporte de sedimentos, falta de bacias dissipadores de energia e de sedimentação;
3. Falta de vegetação ao longo do curso e nas nascentes – comprometimento da capacidade de recarga dos cursos d'água, redução do potencial de infiltração do solo, redução da vazão dos mananciais;
4. Processos erosivos instalados em pontos de lançamento da drenagem das estradas vicinais e estadual – falta de elementos de dissipação de energia, baixa capacidade de suporte do solo (solo com características arenosas);

5. Erosão na divisa das propriedades – problemas de manejo das propriedades, concentração de lançamentos do escoamento superficial, falta de bacias de dissipação de energia;
6. Processos erosivos instalados em carreadores de cana-de-açúcar – construção de carreadores em condições topográficas desfavoráveis (perpendiculares as curvas de nível) favorecendo o acréscimo de velocidade do escoamento superficial combinado com a fragilidade de suporte do solo, resulta em grandes volumes de transporte de sedimentos para as calhas dos canais dos córregos.

BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO TIJUCO - BHCTijuco

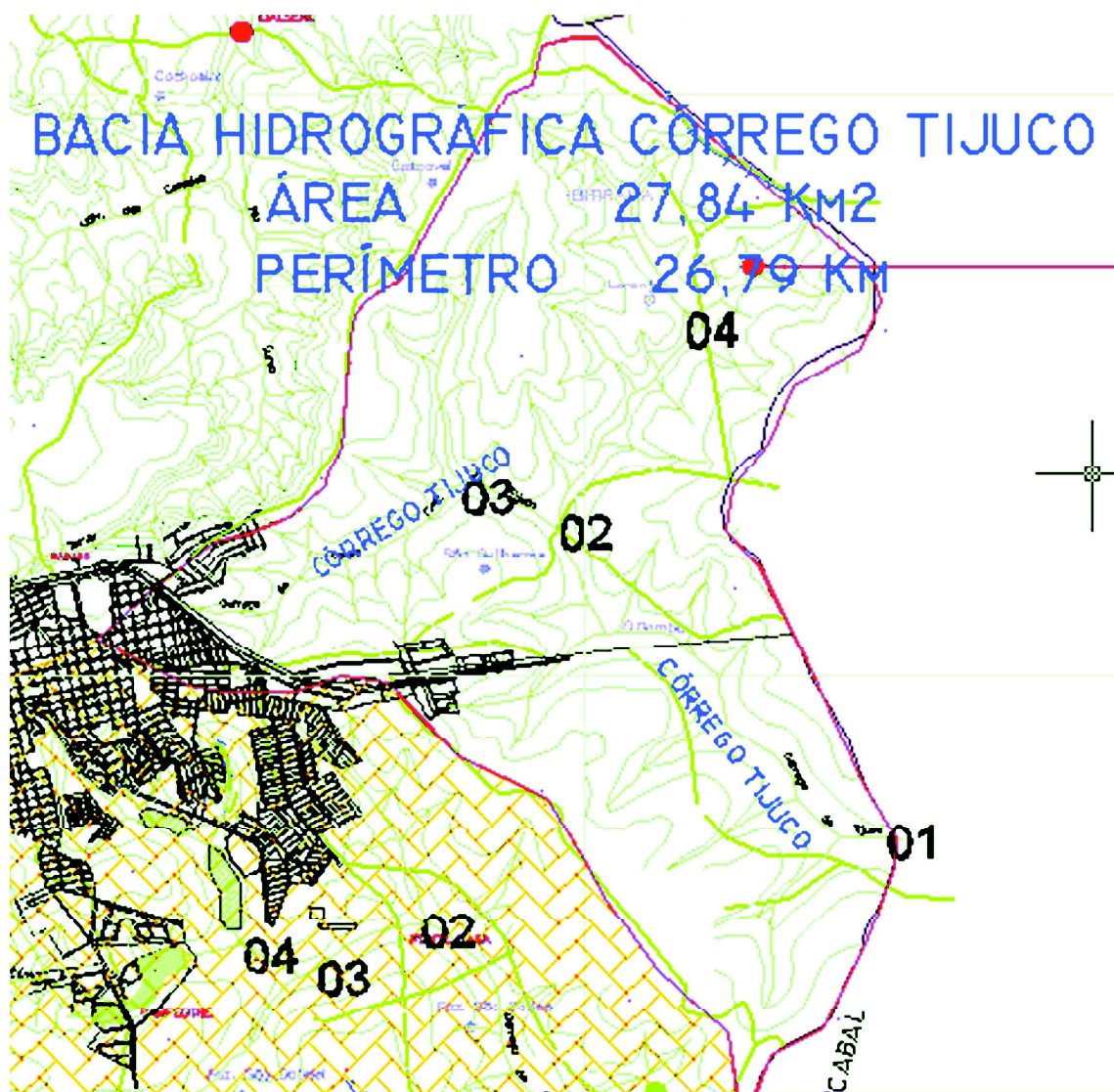


Figura 16: Bacia Hidrográfica do Córrego do Tijuco – Monte Alto/SP

A Bacia Hidrográfica do Córrego do Tijuco (BHCTijuco) na direção oeste possui nascentes próximas a área urbana do município, no entorno do Jardim Alvorada, próximo a Rodovia Estadual SP 305 que interliga o município de Monte Alto e Jaboticabal.

A BHCTijuco Possui divisores de água com as bacias hidrográficas do Rio Turvo na direção Norte e Noroeste, com a Bacia Hidrográfica do Córrego do Gambá nas direções Oeste e Sul e com a Bacia Hidrográfica do Córrego da Estiva na direção Nordeste e com a Bacia Hidrográfico do Córrego da Gama na direção Leste.

A BHCTijuco é praticamente rural, sendo que 99,8% esta na área rural e 0,2% esta na área urbana, conforme se observa no Mapa de Bacias Hidrográficas (Mapa 1/1 Sub Bacias Hidrográficas, em anexo) e na Figura 16. Na Figura 16, observam-se também pontos numerados que serão utilizados como Seções de Controle para Determinação das características das Bacias Hidrográficas e Estudos hidráulicos e hidrológicos (Relatórios/Produtos 03 - 04).

A BHCTijuco é praticamente rural, sendo que apenas uma pequena área na direção oeste, tem ocupação urbana, próximo de uma das várias nascentes do Córrego Tijuco. A BHCTIJUCO é formada pelos municípios de Monte Alto e Jaboticabal.

Esta Bacia Hidrográfica do Córrego do Tijuco possui uma área de 27,84 Km² e um perímetro de 26,79 Km, com comprimento de talvegue de 8,97 km até a confluência com o Córrego do Rico. As cotas altimétricas de talvegue estão situadas entre 660 metros e 600 metros de montante para jusante, com diferença de 60 metros de altitude.

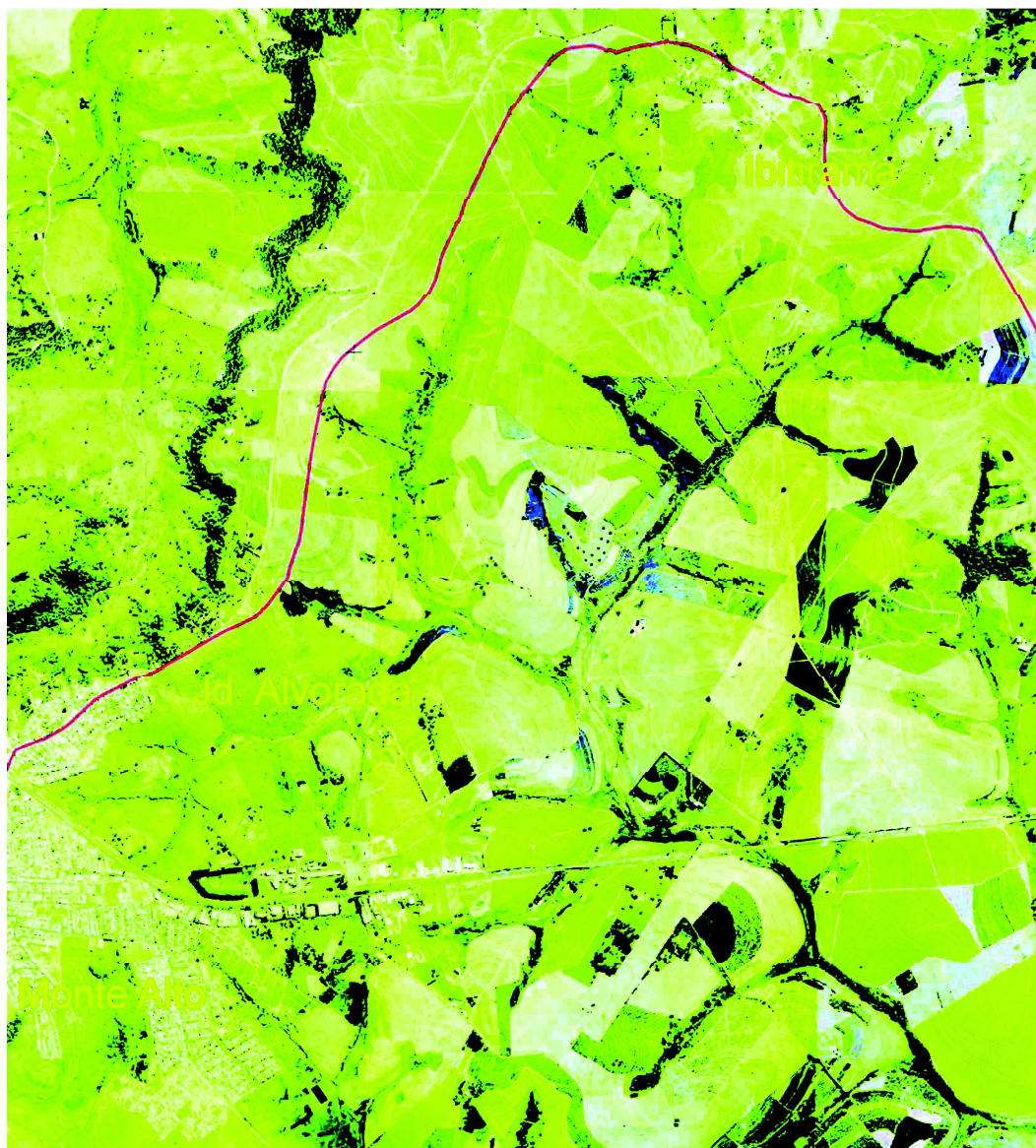
Uma vez que a BHCTijuco compõe a Bacia Hidrográfica do Córrego Rico, os dados de uso e ocupação do solo apresentados no item anterior (item Bacia Hidrográfica do Córrego Rico) são iguais e não serão descritos neste item.

As Figuras 17, 18 e 19 apresentam uma visão aérea da ocupação e uso do solo da BHCTijuco, onde se observa o seu uso predominantemente rural.

Observa-se que as nascentes da BHCTijuco na direção Nordeste estão próximas do Distrito de Ibitirama, pequena ocupação urbana, com sistema de microdrenagem pouco extenso (apenas alguns trechos de galeria), conforme indicado na Figura 18.



**Figura 17: Uso e Ocupação da Bacia Hidrográfica do Córrego do Tijuco
– Monte Alto/SP – vista aérea 01**



**Figura 18: Uso e Ocupação da Bacia Hidrográfica do Córrego do Tijucu
– Distrito Ibitirama, Jd. Alvorada e Área urbana Monte Alto/SP –
vista aérea 02**



Figura 19: Erosões em nascentes do Córrego do Tijuco – entorno área urbana Jd. Alvorada e Rodovia SP 305 – vista aérea 03

Para caracterizar os usos existentes da BHCTijuco foi conduzido um levantamento de campo com registro fotográfico das áreas de nascentes, pontos de impactos ambientais (principalmente erosões), ressaltando o aspecto rural dessa bacia. Serão descritos a seguir, os principais aspectos observados em campo, segundo Figuras 20 a 25.



Vista geral do Jd. Alvorada. Fundo de Vale e processos erosivos à montante e á esquerda da figura.

Figura 20

Detalhe da ocupação da periferia do Jd. Alvorada. Lançamento de águas pluviais das vias públicas e residências sem dissipação, processos erosivos de grande porte.

Figura 21



Detalhe de voçoroca do Jd. Alvorada - dimensões média: altura 4,0 metros, largura 15 metros

Figura 22

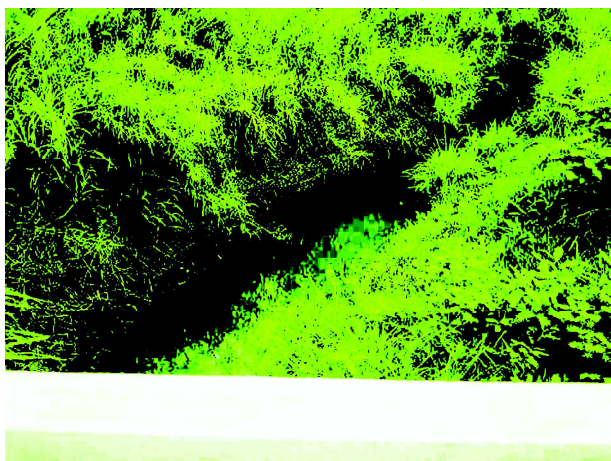


Distrito de Ibitirama – existência de rede de microdrenagem na via principal. Lançamento das águas pluviais sem dissipação. Processos erosivos de pequeno porte.

Figura 23

Uso e Ocupação de área de nascente. Culturas e matas ciliar.

Figura 24



Passagem sob rodovia/estrada municipal. Ausência de mata ciliar.

Figura 25

IMPACTOS AMBIENTAIS NA MACRODRENAGEM DO CÓRREGO DO TIJUCO

Os impactos ambientais na macrodrenagem do Córrego do Tijuco estão mais relacionados com a proximidade de algumas nascentes com a área urbana, principalmente no entorno do bairro Jd. Alvorada e em pontos de lançamento do sistema de microdrenagem da Rodovia SP 305.

Segundo o Mapa 2/8 *Cadastro Microdrenagem e Processos Erosivos* (Relatório 01) observam-se a relação direta entre pontos de lançamento da microdrenagem e processos erosivos instalados, correlação que também pode ser observado na Figura 19.

As nascentes do Córrego Tijuco neste ponto encontram-se assoreadas e grandes voçorocas “avançam” em direção ao Jardim Alvorada, fato que poderá provocar desmoronamentos de encostas, comprometimento de infra-estruturas e rupturas do solo nas imediações das residências desse bairro.

Pelo Mapa *Expansão Urbana* (Relatório 01) tem-se a indicação de que essa região do Jd. Alvorada é uma área de crescimento da cidade (vetor de crescimento) indicada como ZPR (zona predominantemente residencial).

O entorno dessa região, segundo o Mapa 5/8 *Novo Zoneamento* foi classificado como ZPA (zona de proteção ambiental permanentemente). Os impactos ambientais observados na macrodrenagem são:

1. Processos erosivos no Jd. Alvorada (grande porte) – decorrente da falta de sistema de microdrenagem, elementos de dissipação de energia;
2. Processos erosivos em passagem de drenagem (bueiros) sob a Rodovia SP 305 – decorrente de falta de elementos de dissipação de energia;
3. Sistema de microdrenagem ineficiente e insuficiente na área urbanizada;
4. Ocupação e uso irregular das áreas de preservação permanente do Córrego do Tijuco e seus afluentes;
5. Resíduos Sólidos (Lixo) nas estradas - carregados pelo escoamento superficial para a calha dos cursos d'água: poluição quantitativa e qualitativa dos mananciais, redução da capacidade de escoamento (dependendo do volume);
6. Assoreamento dos córregos nos pontos próximos a estrada vicinais – decorrente de sedimentos carregados pelo escoamento superficial: deficiências no manejo da terra, falta de mata ciliar, estradas vicinais e carregadores das culturas favorecem o transporte de sedimentos, falta de bacias dissipadores de energia e de sedimentação;

7. Falta de vegetação ao longo do curso e nas nascentes – comprometimento da capacidade de recarga dos cursos d'água, redução do potencial de infiltração do solo, redução da vazão dos mananciais;

BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO GAMBÁ - BHCGambá

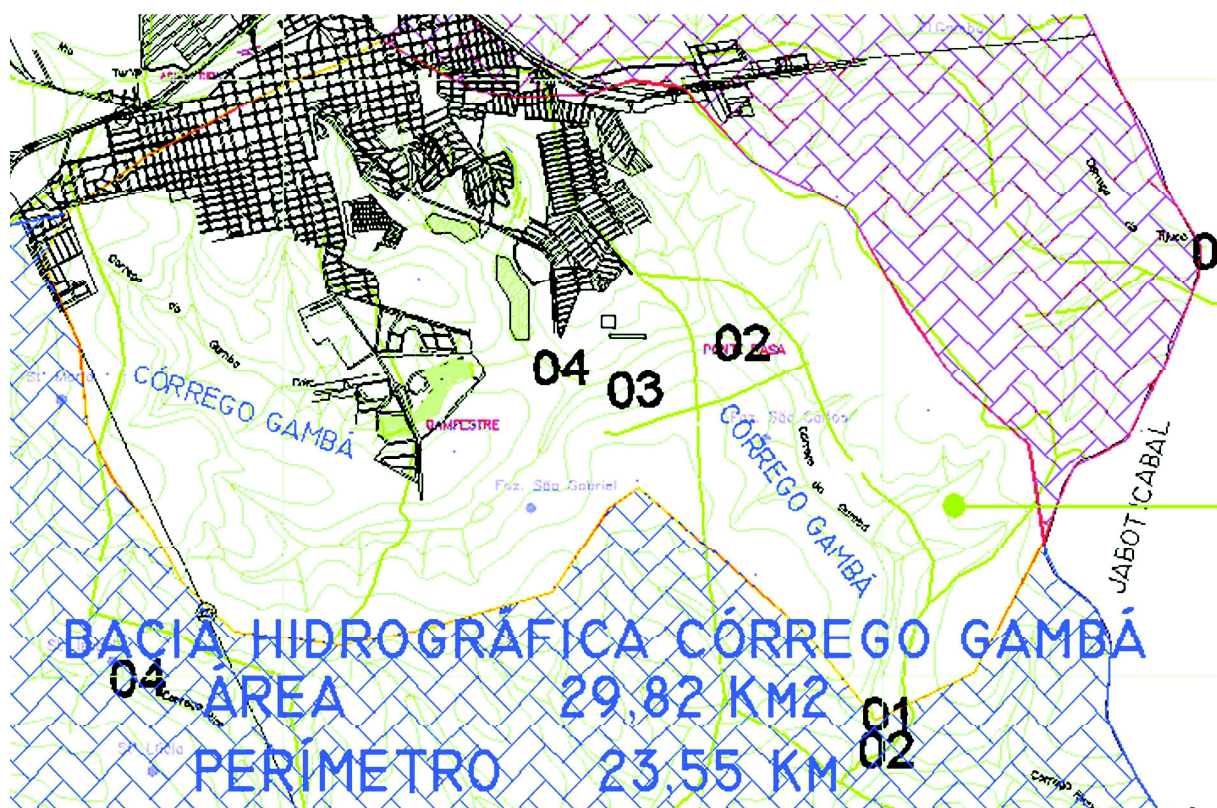


Figura 26: Bacia Hidrográfica do Córrego do Gambá – Monte Alto/SP

A Bacia Hidrográfica do Córrego do Gambá (BHCGambá) é a bacia hidrográfica, em Monte Alto, que apresenta os principais e mais graves impactos da ocupação antrópica, pois possui uma a maior área urbana, em comparação com as BHCRico e BHCTijuco.

A BHCGambá possui nascentes próximas a área urbana do município, na região periférica dos Bairros Jardim Novo Paraíso, Real Paraíso, Jd. Paraíso, Vila Aero Clube, Jardim Paulista, Vale Verde, Jd. São Cristóvão, Bairro Cosmo,

Jardim Folador, Jardim Esperança, Jardim Santa Rita, Bairro Centenário e Jardim Bela Vista do Mirante.

Possui divisores de água com as bacias hidrográficas do Córrego do Tijuco na direção Leste, Área Central na direção Norte e Noroeste e com a Bacia Hidrográfica do Córrego Rico nas direções Oeste e Sul.

A BHCGambá é tanto urbana quanto rural, sendo que 51,2% esta na área rural e 48,8% esta na área urbana, conforme se observa no Mapa de Bacias Hidrográficas (Mapa 1/1 Sub Bacias Hidrográficas, em anexo) e na Figura 26.

Na Figura 26, observam-se também pontos numerados que serão utilizados como Seções de Controle para Determinação das características das Bacias Hidrográficas e Estudos hidráulicos e hidrológicos (Relatórios/Produtos 03 - 04). A BHCGambá esta totalmente contida no território de Monte Alto.

Esta Bacia Hidrográfica do Córrego do Tijuco possui uma área de 29,82 Km² e um perímetro de 23,55 Km, com comprimento de talvegue de 10,40 km até a confluência com o Córrego do Rico. As cotas altimétricas de talvegue estão situadas entre 720 metros e 580 metros de montante para jusante, com diferença de 140 metros de altitude.

Uma vez que a BHCGambá compõe a Bacia Hidrográfica do Córrego Rico, os dados de uso e ocupação do solo apresentados no item anterior (item Bacia Hidrográfica do Córrego Rico) são iguais e não serão descritos neste item.

As Figuras 27 e 28 apresentam uma visão aérea da ocupação e uso do solo da BHCGambá, onde se observa o seu uso predominantemente rural. As nascentes da BHCGambá nas direções Norte, Nordeste e Noroeste estão próximas da área urbana, fato que induz a uma série de impactos antrópicos na macrodrenagem desse canal, que será descritos a seguir e fundamentados no levantamento de campo.

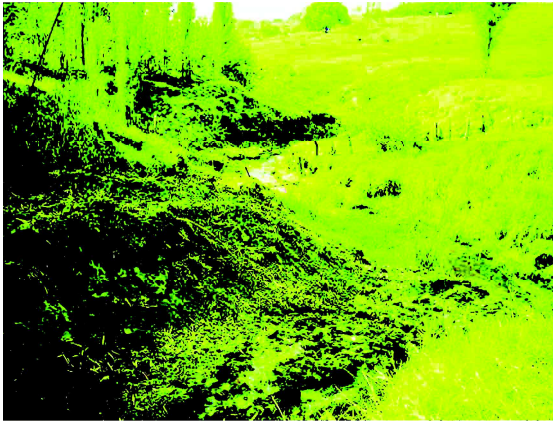


Figura 27: Uso e Ocupação da Bacia Hidrográfica do Córrego do Gambá – Monte Alto/SP – vista aérea 01



Figura 28: Processos Erosivos da BHCGambá – Monte Alto/SP – vista aérea 02

Para caracterizar os usos existentes da BHCGambá foi conduzido um levantamento de campo com registro fotográfico das áreas de nascentes, pontos de impactos ambientais (principalmente erosões), ressaltando o aspecto urbano/rural dessa bacia. Serão descritos a seguir, os principais aspectos observados em campo, Figuras 29 a 52.



Travessias de rede de esgotamento sanitário e rede de abastecimento. Pilares de suporte na calha do córrego. Obstrução do escoamento. Bairro Bela Vista do Mirante.

Figura 30



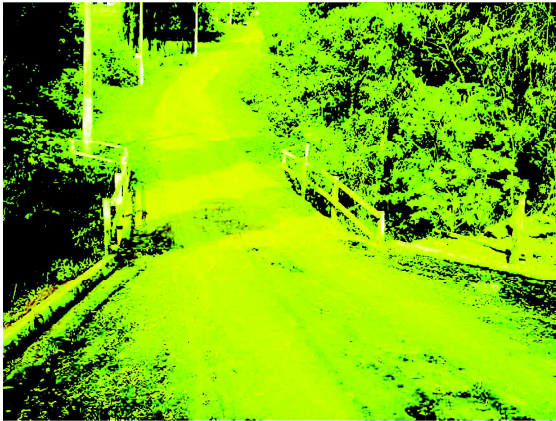
Entorno Bairro Bela Vista do Mirante – processo de assoreamento da calha do córrego – mudança do traçado natural – redução da seção transversal.

Figura 29



Lançamento de galeria de microdrenagem sem elementos de dissipação, obra em andamento. Bairro Bela Vista do Mirante.

Figura 31



Estação Elevatória de Esgoto doméstico/Sabesp. Bairro Bela Vista do Mirante. Margens do córrego.

Figura 33

Travessia/Ponte de interligação dos Bairros Bela Vista do Mirante e Centenário. Ponto de estrangulamento do canal.

Figura 32



Processo erosivo instalado em decorrência de lançamento de microdrenagem sem dissipação. Bairro Bela Vista do Mirante.

Figura 34





Processo erosivo em decorrência de lançamentos de microdrenagem sem dissipação. Passagem aérea de coletores de esgoto doméstico. Risco elevado para via marginal do bairro Vila Verde. Erosão não estabilizada.

Figura 36



Processo erosivo de grande porte nas imediações do Parque Cosmo e Jd. São Cristóvão. Conjunto de prédios residências. À jusante do ginásio de esportes.

Figura 35



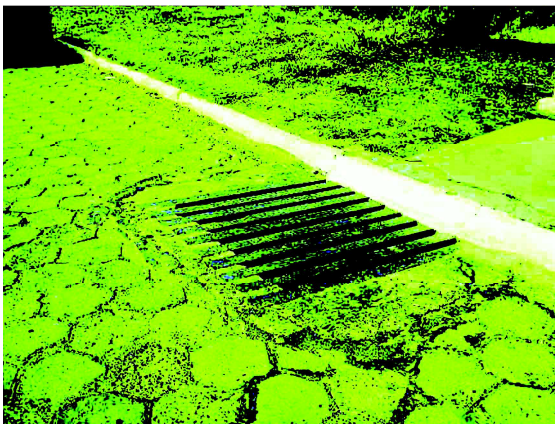
Afluentes do Córrego do Gambá, ocupação do entorno e presença de mata ciliar.

Figura 37



Processo erosivo instalado no entorno do Bairro Vila Verde. Erosão não estabilizada. Grande volume de solo transportado pelo escoamento superficial à jusante desse ponto.

Figura 39



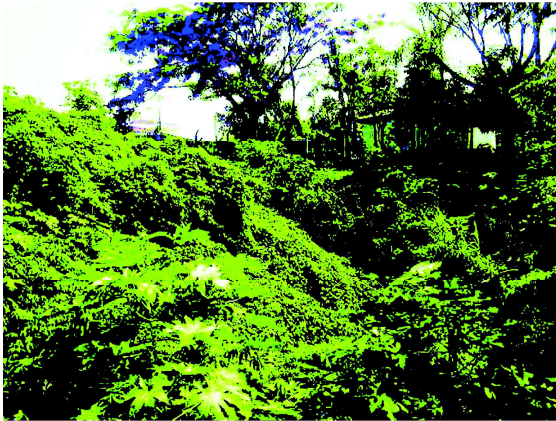
Sistema de microdrenagem subdimensionado. Problemas de manutenção e operação. Boca de lobo e galeria entupida. Dificuldade para limpeza – grelha metálica chumbada no asfalto. Localização inadequada (esquina).

Figura 38



Sistema de microdrenagem subdimensionado. Problemas de manutenção e operação. Boca de lobo e galeria entupida. Dificuldade para limpeza – grelha metálica chumbada no asfalto. Para limpeza, necessidade de rompimento pavimento da via pública.

Figura 40



Processo erosivo no prolongamento da Rua São Marcos/Bairro centro. Ao lado do Centro de Recreação para Idosos (MIMA). Erosão em desenvolvimento em decorrência de lançamento de galerias de águas pluviais sem dissipação. Comprometimento da capacidade de suporte da via pública e das edificações do entorno.

Figura 41

Ponto à jusante da Rua São Marcos. Erosão com dimensões médias de 4,0 metros de largura e 4,5 metros de profundidade. Afloramento de rocha. Área privada com aterro. Comprometimento do aterro e edificações do entorno.

Figura 42



Processos erosivos secundários da Rua São Marcos, do tipo ravina. Tendência de desenvolvimento de soçoroca.

Figura 43





Erosão de grande porte. Rua 12 de Outubro. Desmoronamento de encosta. Comprometimento de inúmeras residências, vias públicas. Elevado volume de sedimentos transportado para o canal do córrego do Gambá.

Figura 44

Desmoronamento de residências na Erosão da Rua 12 de outubro. Rompimento de infra-estruturas.

Figura 45



Desmoronamento de residências na Erosão da Rua 12 de outubro. Rompimento de infra-estruturas.

Figura 46



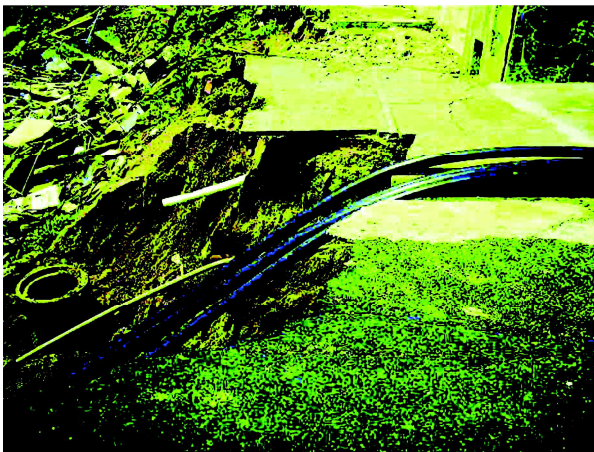
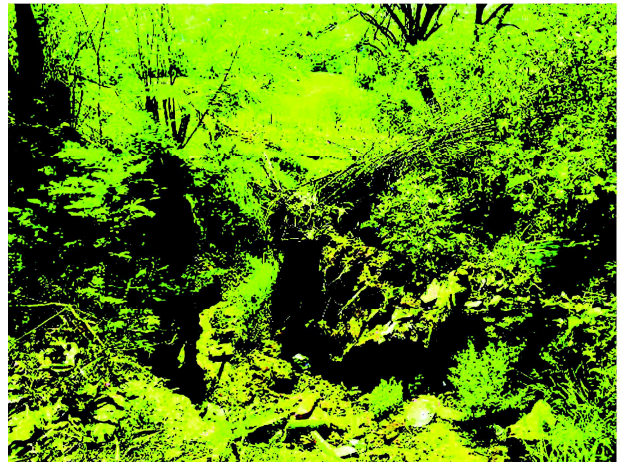


Entulhos dos imóveis desmoronados na Erosão da Rua 12 de Outubro. Rompimento de pavimento asfáltico e galerias de águas pluviais.

Figura 47

Processo erosivo secundário no entorno da Rua 12 de Outubro, em desenvolvimento.

Figura 48



Uso de tubulação em PVC para coleta e direcionamento do escoamento das águas pluviais das sarjetas. Solução temporária.

Figura 49



Lançamento de entulho da construção civil no entorno de nascente, na periferia do Bairro Jd. Paraíso.

Figura 51



Lançamento de entulho da construção civil no entorno de nascente, na periferia do Bairro Jd. Paraíso.

Figura 50



Lançamento de águas pluviais sem dissipação. Geração de processo erosivo. Jd. Paraíso.

Figura 52

IMPACTOS AMBIENTAIS NA MACRODRENAGEM DO CÓRREGO DO GAMBÁ

Das três bacias hidrográficas existentes na área do projeto, a BHCGambá é a mais crítica e a que apresenta os maiores impactos ambientais. Entende-se que esses impactos ambientais na macrodrenagem do Córrego do Gambá estão intimamente relacionados com a proximidade de algumas nascentes com a área urbana e os lançamentos do sistema de microdrenagem sem dissipação, em um tipo de solo com características arenosas (PVA, RL), e relevo acidentado, criam o ambiente propício ao surgimento de processos erosivos.

Assim, como a BHCTijuco, na BHCGambá pode-se observar uma correlação muito estreita entre pontos de lançamento de águas pluviais e processo erosivos existentes, segundo o Mapa 2/8 *Cadastro Microdrenagem e Processos Erosivos* (Relatório 01) e Figura 26.

As nascentes do Córrego do Gambá estão bastante assoreadas e grandes voçorocas "avançam" em direção a região periférica da cidade, na sua porção sul. Este fato que esta provocando e poderá provocar desmoronamentos graves de encostas, comprometimento de infra-estruturas e rupturas do solo nas imediações das residências desse bairro.

O entorno dessa região, segundo o Mapa 5/8 *Novo Zoneamento* foi classificado como ZPA (zona de proteção ambiental permanentemente).

Os impactos ambientais observados na macrodrenagem da BHCGambá são:

1. Processos erosivos nos bairros Jd. Novo Paraíso, Jardim Paraíso, Vila AeroClube, São Cristóvão, Jardim Paulista, Centro, Parque Cosmo, Jardim Folador Bela Vista do Mirante (médio e grande porte) – decorrente da falta de sistema de microdrenagem e/ou drenagem insuficientes, elementos de dissipação de energia;
2. Sistema de microdrenagem ineficiente, insuficiente e subdimensionada na área urbanizada;
3. Elementos do sistema de microdrenagem bocas de lobos, sem manutenção e padronização, ocasionando ineficiência na operação das redes de drenagem (entupimentos). As bocas de lobo possuem as grelhas chumbadas no pavimento asfáltico, fato que dificulta ou inviabiliza a manutenção rotineira e preventiva do sistema;
4. Existência de travessias/pontes com largura insuficiente para a vazão de pico, ocasionando estrangulamento da calha e efeitos de remanso no canal.;
5. Existência de travessias de redes de coleta de esgoto e abastecimento de água, com pilares implantados na calha dos canais, ocasionando obstrução na passagem do escoamento do canal;

6. Afloramento de rochas decorrentes de erosão e transporte de sedimentos;
7. Ocupação e uso irregular das áreas de preservação permanente do Córrego do Gambá e seus afluentes;
8. Assoreamento dos córregos nos pontos próximos a estrada vicinais – decorrente de sedimentos carregados pelo escoamento superficial: deficiências no manejo da terra, falta de mata ciliar, estradas vicinais e carregadores das culturas favorecem o transporte de sedimentos, falta de bacias dissipadores de energia e de sedimentação;
9. Falta de vegetação ao longo do curso e nas nascentes – comprometimento da capacidade de recarga dos cursos d'água, redução do potencial de infiltração do solo, redução da vazão dos mananciais;
10. Lançamento clandestino de entulho da construção civil próximo as nascentes do Gambá.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

BIBLIOGRAFIA

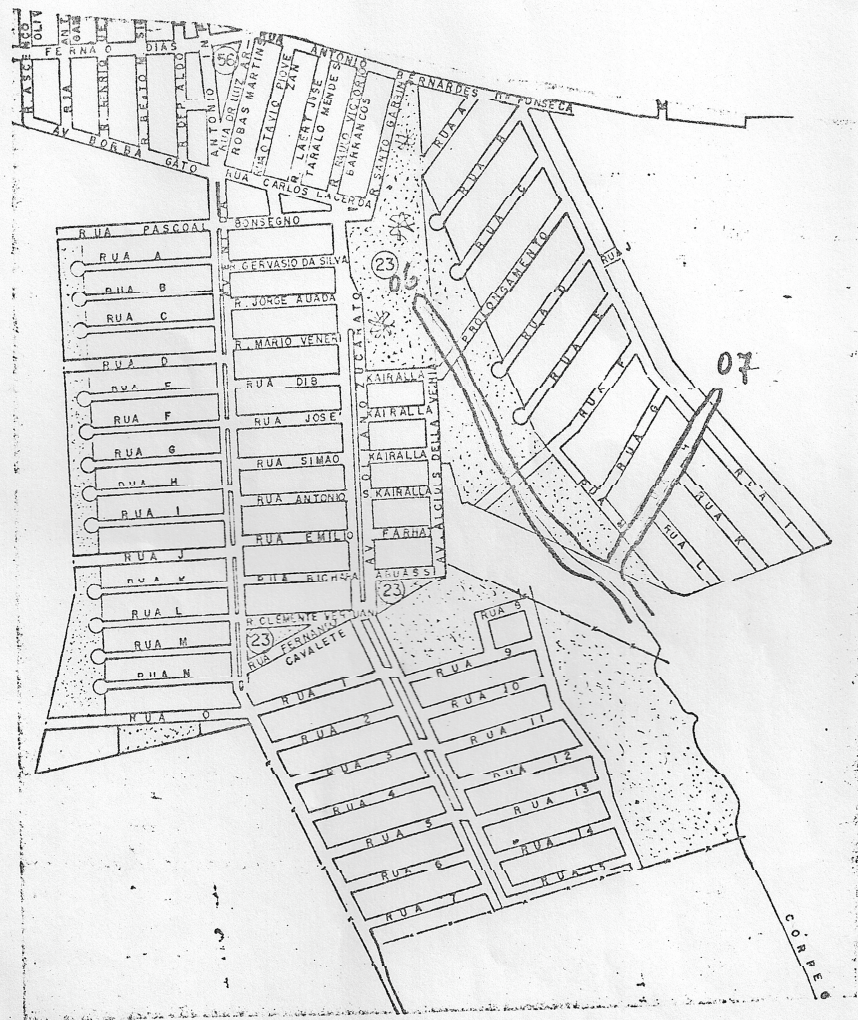
- AB'SÁBER, A.N. A terra paulista. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n.º 23, p. 5-38, 1956.
- Amaral, L.A. **Estudo Piloto da Poluição Antrópica da Bacia Hidrográfica do Córrego Rico**. 68p. (Relatório Fapesp). 2005.
- ALMEIDA, F.F.M. O planalto basáltico da bacia do Paraná. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n.º 24, p. 3-34, 1956.
- AZEVEDO NETTO, J. M. de e ALVAREZ, G. A.. **Manual de Hidráulica**. São Paulo, Editora Edgard Blucher Ltda., vol.I e II, 1973.
- AGRA, S. G. Estudo experimental de microrreservatórios para controle do escoamento superficial. Porto Alegre, **Dissertação de Mestrado**, Instituto de Pesquisas Hidráulicas. IFRGS, 2001.
- BIDONE, F.R.A., TUCCI, C. E. M. Microdrenagem. In TUCCI, C.E.M., PORTO R.L., BARROS, M.T. (organizadores). **Drenagem Urbana**. Porto alegre, ABRH/Editora da UFRGS, 1995, Pg. 78-105.
- BOTELHO, M.H.C. **Águas de Chuva: Engenharia das Águas Pluviais nas Cidades**. São Paulo, Edgar Blucher, 1998.
- BRAGA, B., TUNDISI, J.G. **Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação**. São Paulo, Escrituras Editora, 2002, Pg. 473-505.
- BRASIL (Ministério das Cidades). **Programa Drenagem urbana sustentável/Manual para apresentação de propostas/Sistemática 2004**. Acesso, em 12/12/2004.
- BRASIL (Ministério da Agricultura) – **Carta de Solos do Estado de São Paulo (Contribuição à Carta de Solos do Brasil)**, 1:500.000, 1960.
- CANO, W. (coord.) - **A interiorização do desenvolvimento econômico do estado de São Paulo. (1920-1980)**. F. Seade, 3v. São Paulo: Contexto, 1988.

- CARDOSO NETO, A. **Sistemas Urbanos de Drenagem**. <http://www.labdren.ufscar.br>, acessado em 2005.
- CARVALHO, P. F. de e BRAGA, R. **Da negação à Reafirmação da Natureza na Cidade: o conceito de “renaturalização” como suporte à política urbana**. Recife, VIII Simpósio de Geografia Urbana/UFPE, 2003.
- CETESB/DAEE (1986) – **Drenagem Urbana**. Manual de Projeto – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental.
- CHRISTOFOLETTI, A. Impactos no meio ambiente ocasionados pela urbanização tropical. In SOUZA, M. A. de, SANTOS, M., SCARLATO, F. C. e ARROYO, M. (organizadores). **Natureza e Sociedade de Hoje: uma leitura geográfica**. São Paulo, Hucitec, 1993:127-38.
- DAEE (2005) - **Guia Prático para projetos de pequenas obras hidráulicas**. Departamento de Águas e Energia Elétrica. www.dae.sp.gov.br. 27/09/2005.
- DAEE (1994) – Manual de Cálculo. **Vazões Máximas, Médias e Mínimas - Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo** – Departamento de Águas e Energia Elétrica.
- DAEE (1994) – **Chuvas Intensas no Estado de São Paulo**, DAEE – FCTH – Departamento de Águas e Energia Elétrica / Centro Tecnológico de Hidráulica – POLI/USP.
- DE BIASI, M. A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. **Revista do Depto. De Geografia**, São Paulo, vol. 6, p. 45-53, 1992.
- DE BIASI, M. Cartas de declividade: confecção e utilização. **Geomorfologia**, São Paulo, n.º 21, p. 8-13, 1970.
- FADIGA Jr., F. M. (2001). **Projeto de Canais e Reservatórios de Retenção para Drenagem Urbana**. FCTH/USP – São Paulo. www.fcth.usp.br
- FERREIRA, J. P. **Enciclopédia dos municípios brasileiros**. IBGE. Rio de Janeiro, 1957. Vol. 28.

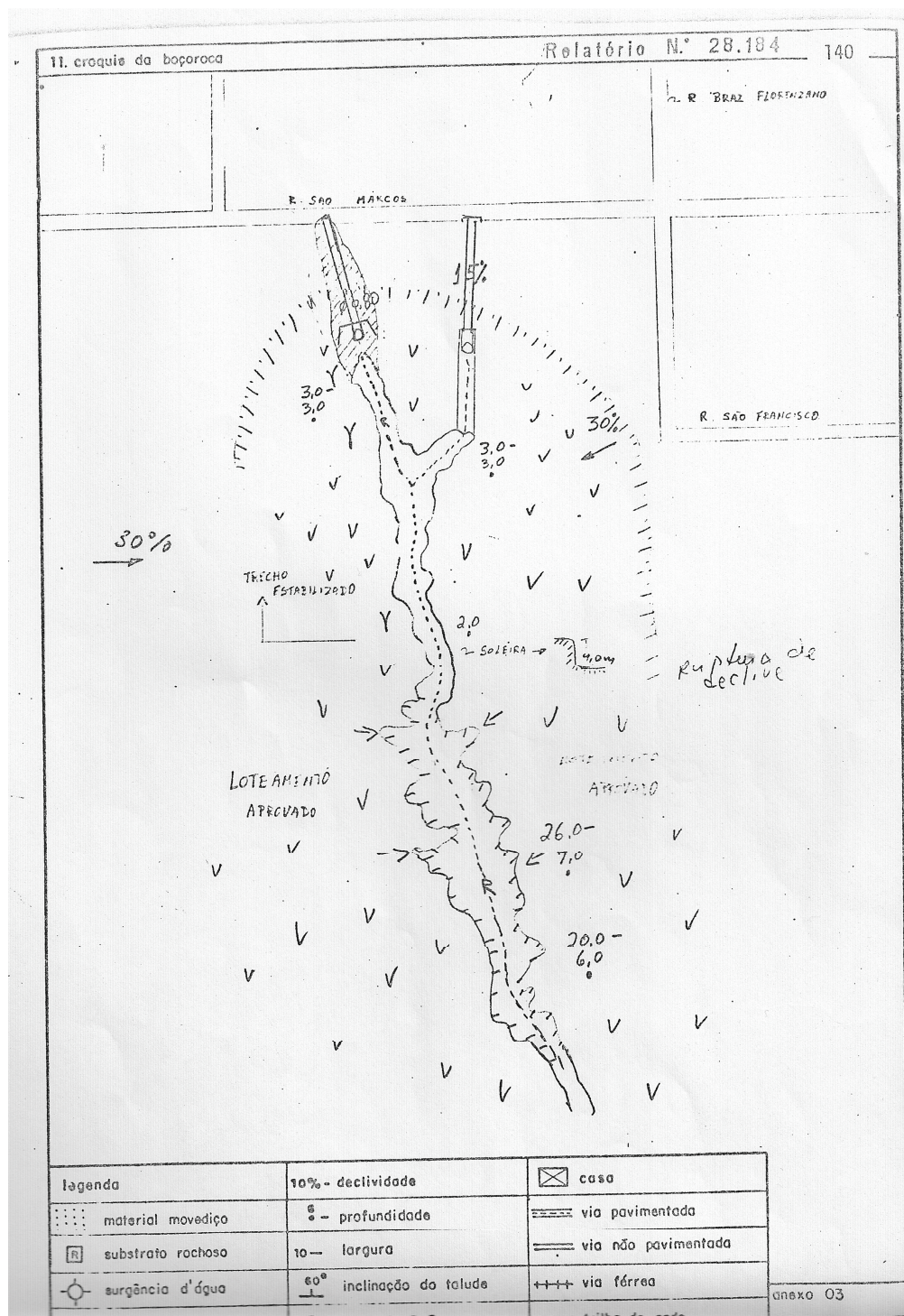
- FRANCISCO, J. e CARVALHO, P. F. de. A Função Sócia da Área de Preservação Permanente na Cidade. São Carlos, **Anais do III ENECS – Encontro Nacional sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis**, 2003.
- FREITAS, R.O. Grupo Bauru. Geologia do estado de São Paulo. **Boletim n.º 41**, p. 126-147, 1964.
- HOUGH, M. **City Form and Natural Process- towards a new urban vernacular**. London & Sidney, Croom Helm, 1984.
- LEPSCH, I.F. Levantamento de solos. In: MONIZ, (coord.). **Elementos de pedologia**. São Paulo: EDUSP, Polígono, 1972.
- LUPINACCI, C.M. **A importância das cartas morfométricas nos estudos ambientais**: comunicação. Rio Claro: Laboratório Geoambiental, Depto. de Planejamento Regional, IGCE, UNESP, 1995.
- MENDES, I.A. A dinâmica erosiva do escoamento pluvial na bacia do córrego Lafon, Araçatuba, SP. 1993. 192 f. **Tese (Doutorado em Geografia)** – Depto. de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- MONIZ, A. C. **Elementos de pedologia**. Ed. da USP, 1912. pp. 384-386.
- MONTEIRO, C.A.F. **A dinâmica climática e as chuvas no estado de São Paulo: estudo geográfico sob a forma de Atlas**. São Paulo: Instituto de Geografia, USP, 1973.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE MIRASSOL – SP. **Plano de Manejo do Parque Natural Municipal da Grota de Mirassol – Mirassol (SP)**. MMA – Ministério do Meio Ambiente, FNMA – Fundo Nacional do Meio Ambiente. 151 pág. e anexos, São Paulo, 2003.
- PORTO, R.L. Escoamento Superficial Direto. In TUCCI, C.E.M., PORTO R.L., BARROS, M.T. (organizadores). **Drenagem Urbana**. Porto alegre, ABRH/Editora da UFRGS, 1995, Pg. 107-165.

- SÃO PAULO (ESTADO). Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo** 1: 1.000.000, vol. I, São Paulo: IPT, 1981.
- SÃO PAULO (Estado). Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT). **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo**. Vol. II, 1981.
- SÃO PAULO (Estado). Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT). **Mapa geológico do estado de São Paulo**. Vol. I. 1981.
- SIGRH (2003) – **Plano Estadual de Recursos Hídricos**/Banco de Dados pluviográficos do Estado de São Paulo. CD Rom Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica/SP. www.sigrh.sp.gov.br
- SOUZA, V. C. B. de. **Estudo experimental de infiltração no controle da geração do escamento superficial**. Porto Alegre, Dissertação de Mestrado, Instituto de Pesquisas Hidráulicas. IFRGS, 2002.
- SPIRIDONOV, A.I. **Principios de la metodologia de las investigaciones de campo y el mapeo geomorfológico**. La Habana: Universidad de La Habana, 1981.
- SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo: Edgard Blucher, Editora da Universidade de São Paulo, 1973.
- TOMAZ, P. **Cálculos Hidrológicos e Hidráulicos para Obras Municipais**. São Paulo, Navegar Editora, 2002
- TUCCI, C. E. M. Água no meio ambiente urbano. In REBOUÇAS, A. C., BRAGA, B. e TUNDISI, J. G.. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo, Escituras Editora, 2002, p.: 473-505.
- TUCCI, C. E. M. **Drenagem Urbana**. <http://www.cidades.gov.br>, acesso em 2005.
- TUCCI, C.E.M., PORTO R.L., BARROS, M.T. (organizadores). **Drenagem Urbana**. Porto alegre, ABRH/Editora da UFRGS, 1995.

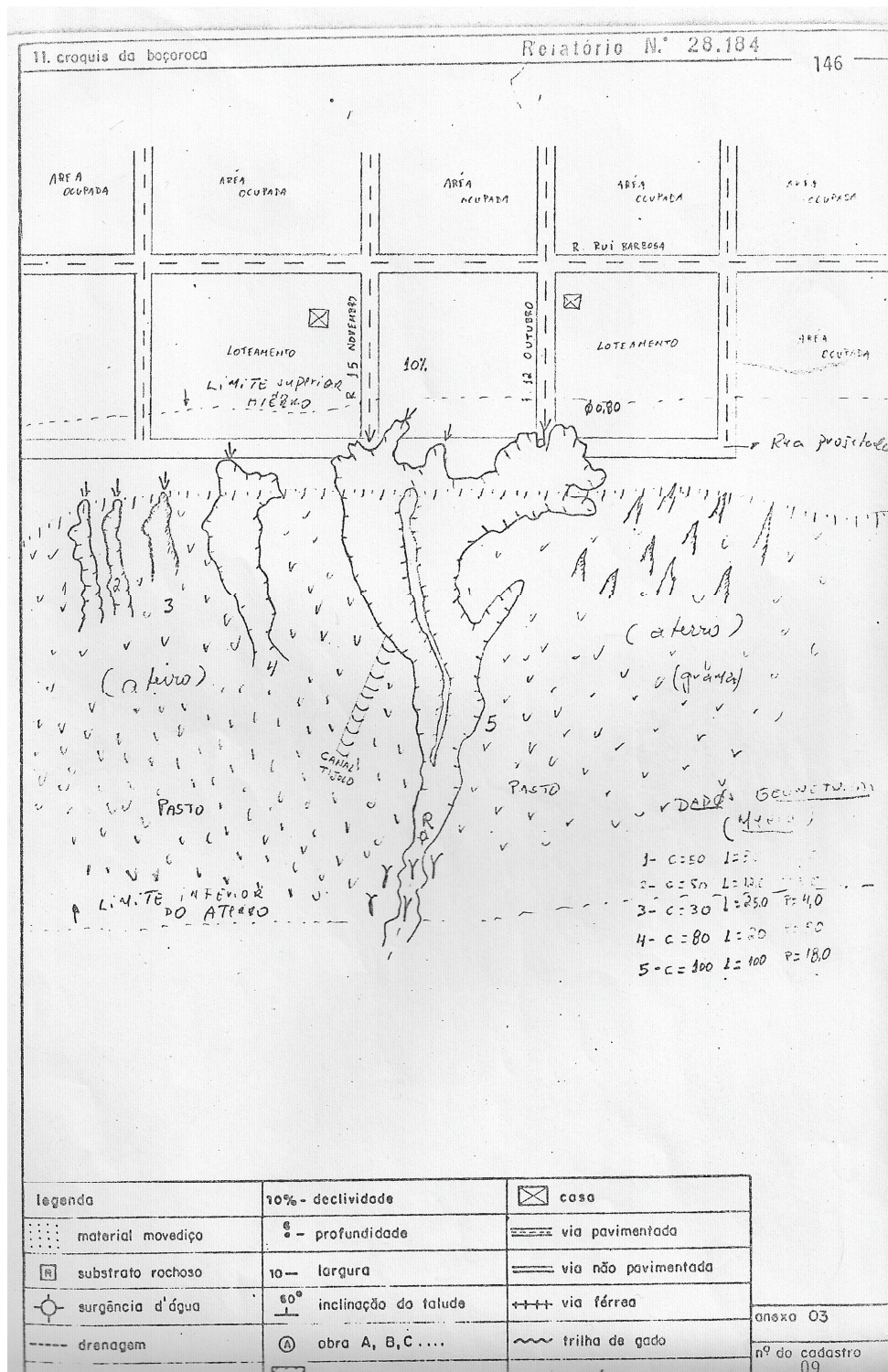
UFG/LU - Universidade Federal de Goiás (Escola de Engenharia Civil)/Loughborough University. **Drenagem urbana sustentável no Brasil**/Relatório do Workshop em Goiânia, Goiânia, UFG/LU, 2003.



- 06 - Monte Alto - Boçoroca da Av. Alcides Della Vechia;
07 - Monte Alto - Boçoroca do loteamento.







ANEXO 03

MAPAS TEMÁTICOS



— urbanístico / quadras
 — curvas mestras
 — curvas secundárias
 — área verde
 — área institucional
 685 cotas/alturas
 ← sentido de escoamento de água

MAPDADOS - ENGENHARIA E GEOPROCESSAMENTO / RUA: MARIO MORAES SARMENTO, 115 SL.13 / TEL. (16) 3617.0719 - (16) 9768.1014 / CEP: 14.094.161 - RIBEIRÃO PRETO- S.P.

MAZ
DALU

ENGENHARIA E GEOPROCESSAMENTO LTDA / RIBEIRÃO PRETO/ S.P.

cliente:
prefeitura municipal de monte alto

projeto:

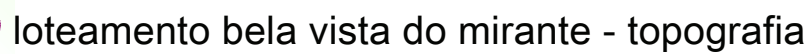
plano diretor de macrodrenagem
do município de monte alto

responsável técnico:
loureço l. costa jr.
engenheiro civil / crea nº 5061064352/D

topografia / loteamento

DATA:
Set / 2007

escala:
1/2000



topografia / loteamento

-  urbanístico / quadras
-  curvas mestras
-  curvas secundárias
-  área verde
-  área institucional
-  cotas/alturas
-  sentido de escoamento de água

ENGENHARIA E GEOPROCESSAMENTO LTDA / RIBEIRÃO PRETO/ S.P.

plano diretor de macrodrenagem
do município de monte alto

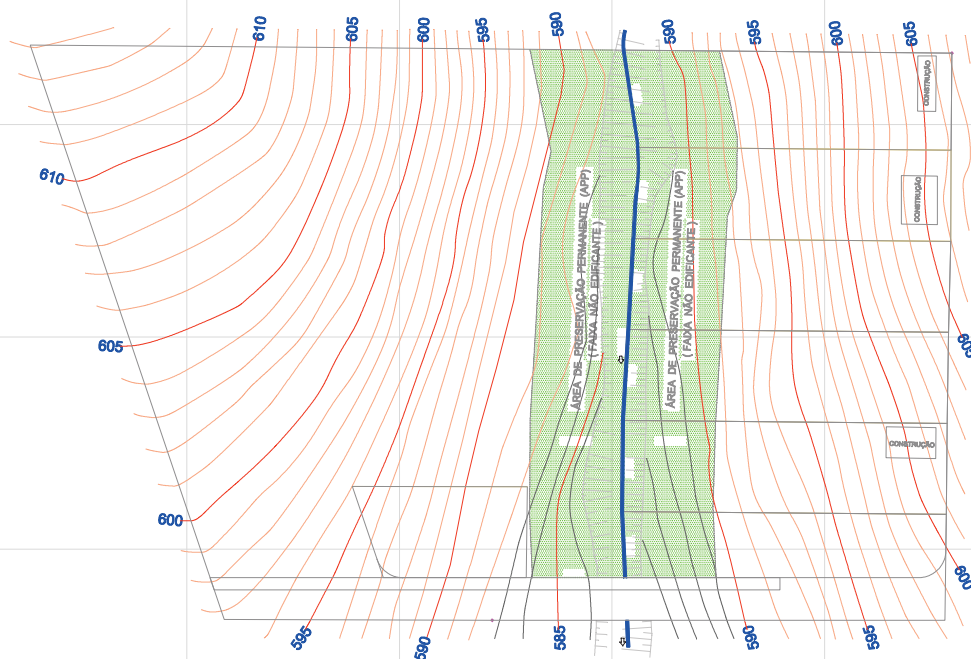
engenheiro civil / crea nº 5061064352/D

escala:
1/3000

folha:
10/10



loteamento canaã/bom retiro -topografia



LEGENDA

- urbanístico / quadras
- curvas mestras
- curvas secundárias
- área verde
- área institucional
- cotas/alturas
- sentido de escoamento de água



ENGENHARIA E GEOPROCESSAMENTO LTDA / RIBEIRÃO PRETO/ S.P.

cliente:

prefeitura municipal de monte alto

projeto:

plano diretor de macrodrenagem
do município de monte alto

responsável técnico:

lourenço I. costa jr.

engenheiro civil / crea nº 5061064352/D

topografia / loteamento

canaã / bom retiro

DATA:

Set / 2007

escala:

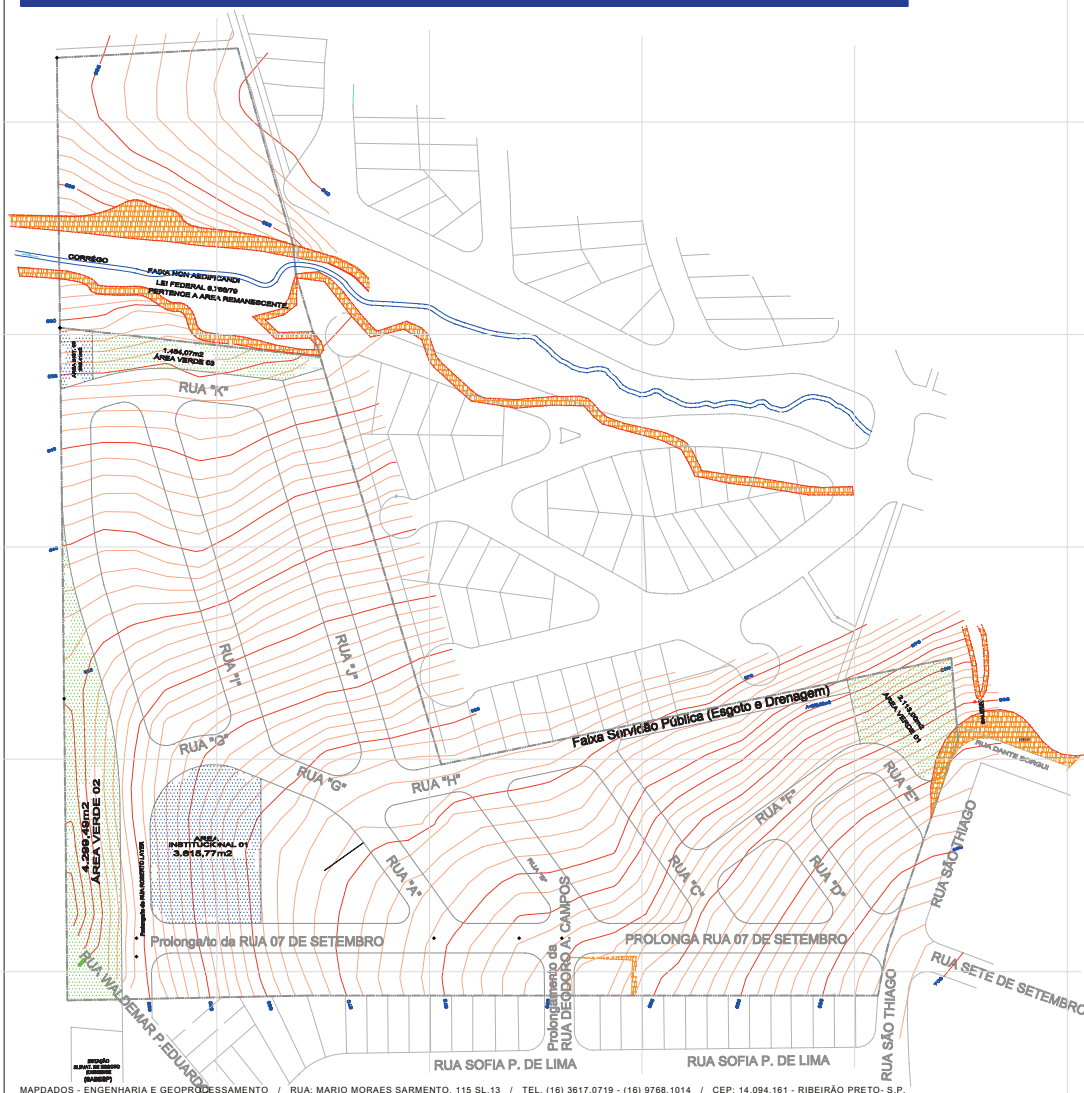
1/1500

folha:

5/10



loteamento jardim folador - topografia



LEGENDA

- urbanístico / quadras
- curvas mestras
- curvas secundárias
- área verde
- área institucional
- 685 cotas/alturas



ENGENHARIA E GEOPROCESSAMENTO LTDA / RIBEIRÃO PRETO/ S.P.

cliente:
prefeitura municipal de monte alto

projeto:
**plano diretor de macrodrenagem
do município de monte alto**

responsável técnico:
lourenço I. costa jr.
engenheiro civil / crea nº 5061064352/D

topografia / loteamento
jardim folador

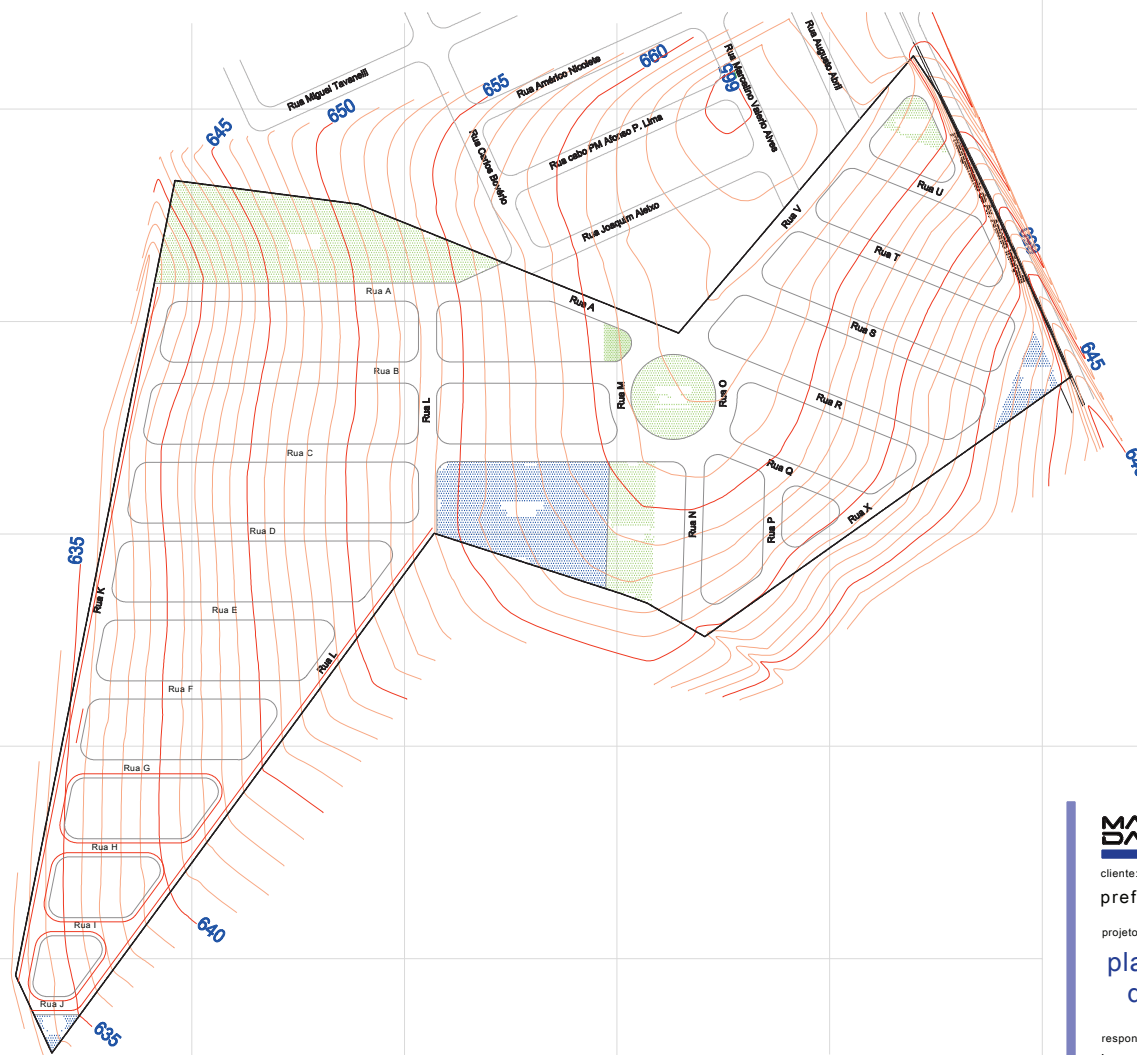
DATA:
Set / 2007

escala:
1/2000

folha:
3/10



loteamento jardim jaqueline - topografia



LEGENDA

- urbanístico / quadras
- curvas mestras
- curvas secundárias
- área verde
- área institucional
- 665 cotas/alturas



ENGENHARIA E GEOPROCESSAMENTO LTDA / RIBEIRÃO PRETO/ S.P.

cliente:

prefeitura municipal de monte alto

projeto:

plano diretor de macrodrenagem
do município de monte alto

responsável técnico:

lourenço I. costa jr.

engenheiro civil / crea nº 5061064352/D

topografia / loteamento

JARDIM JAQUELINE

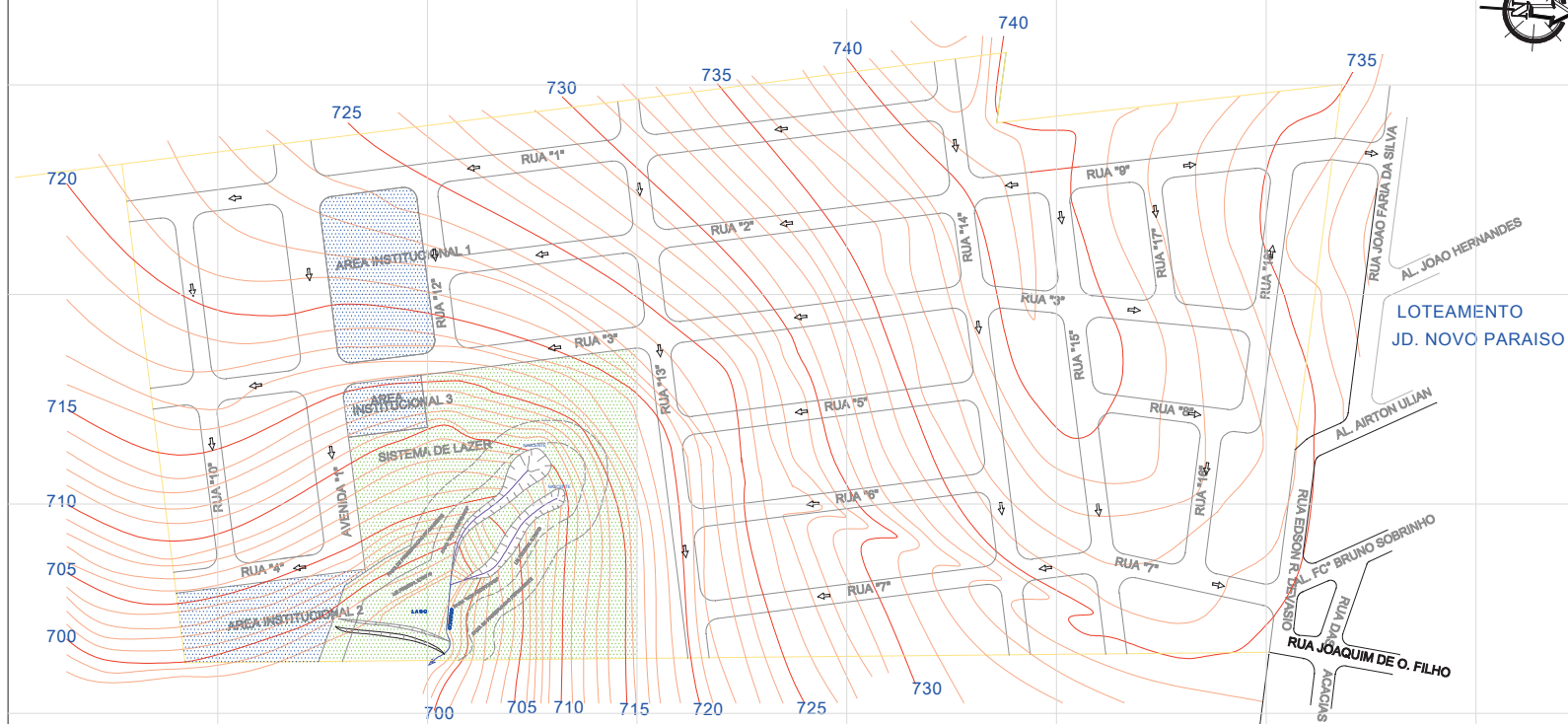
DATA:
Set / 2007

escala:
1/3000

folha:
6/10



loteamento real paraíso - topografia



LEGENDA

- urbanístico / quadras
- curvas mestras
- curvas secundárias
- área verde
- área institucional
- 685 cotas/alturas
- ↔ sentido de escoamento de água

MAPDADOS - ENGENHARIA E GEOPROCESSAMENTO / RUA: MARIO MORAES SARMENTO, 115 SL. 13 / TEL.: (16) 3617.0719 - (16) 9768.1014 / CEP: 14.094.161 - RIBEIRÃO PRETO- S.P.



ENGENHARIA E GEOPROCESSAMENTO LTDA / RIBEIRÃO PRETO/ S.P.

cliente:
prefeitura municipal de monte alto

projeto:
**plano diretor de macrodrenagem
do município de monte alto**

responsável técnico:
lourenço l. costa jr.
engenheiro civil / crea nº 5061064352/D

topografia / loteamento

REAL PARAÍSO

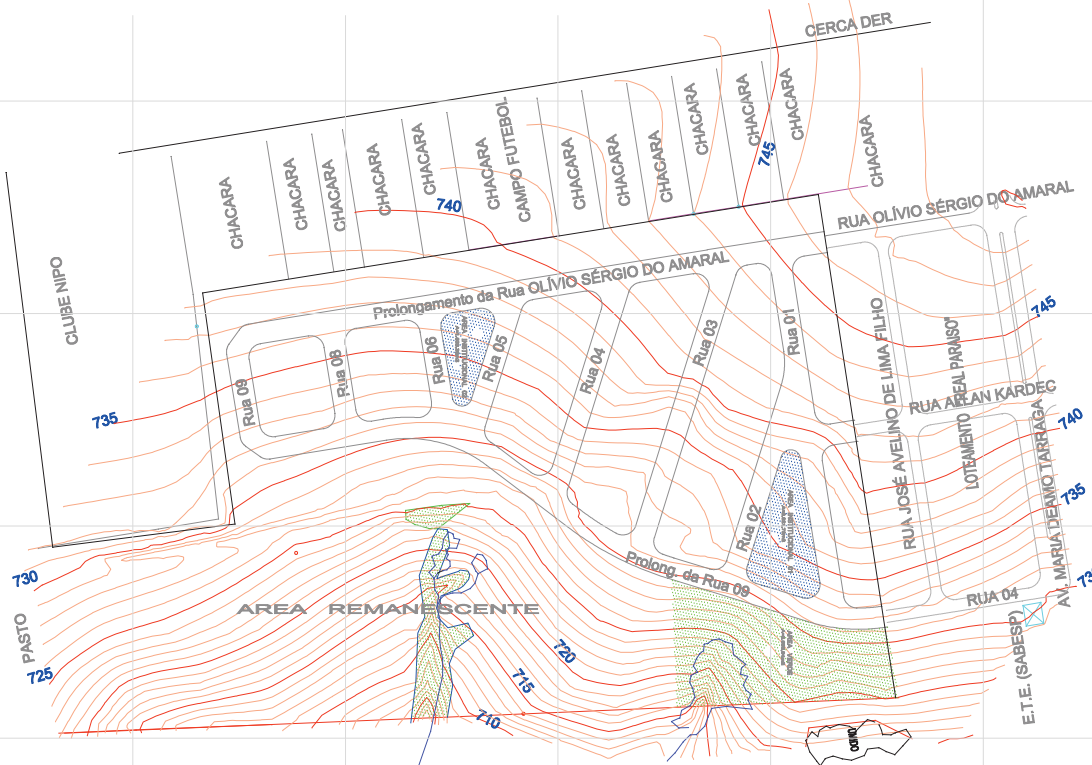
DATA:
Set / 2007

escala:
1/3000

folha:
7/10



loteamento real parque - topografia



LEGENDA

- urbanístico / quadras
- curvas mestras
- curvas secundárias
- área verde
- área institucional
- 685 cotas/alturas



MAP DADOS ENGENHARIA E GEOPROCESSAMENTO LTDA / RIBEIRÃO PRETO/ S.P.

cliente:

prefeitura municipal de monte alto

projeto:

plano diretor de macrodrenagem
do município de monte alto

responsável técnico:

loureço I. costa jr.

engenheiro civil / crea nº 5061064352/D

topografia / loteamento
REAL PARQUE

DATA:

Set / 2007

escala:

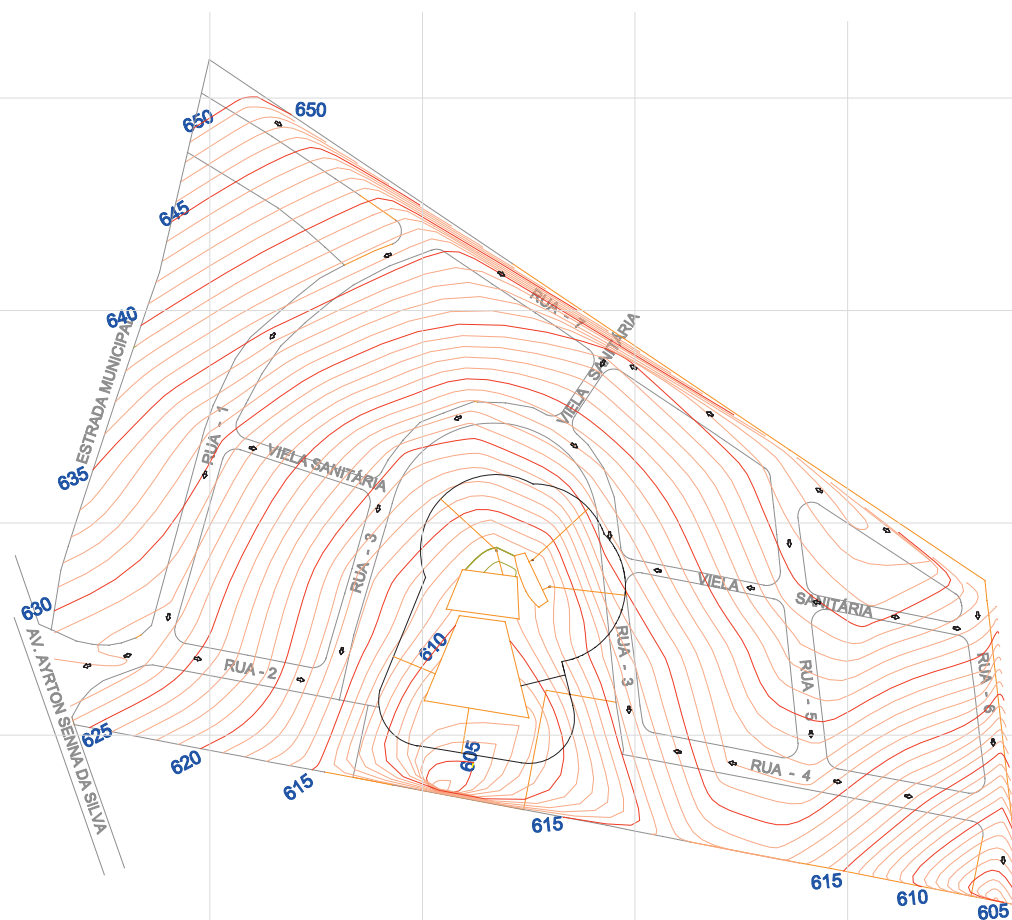
1/3000

folha:

8/10



loteamento vila real - topografia



LEGENDA	
	urbanístico / quadras
	curvas mestras
	curvas secundárias
	área verde
	área institucional
	cotas/alturas
	sentido de escoamento de água



ENGENHARIA E GEOPROCESSAMENTO LTDA / RIBEIRÃO PRETO/ S.P.

cliente:
prefeitura municipal de monte alto

projeto:
**plano diretor de macrodrenagem
do município de monte alto**

responsável técnico:
lourenço I. costa jr.
engenheiro civil / crea nº 5061064352/D

topografia / loteamento
VILA REAL

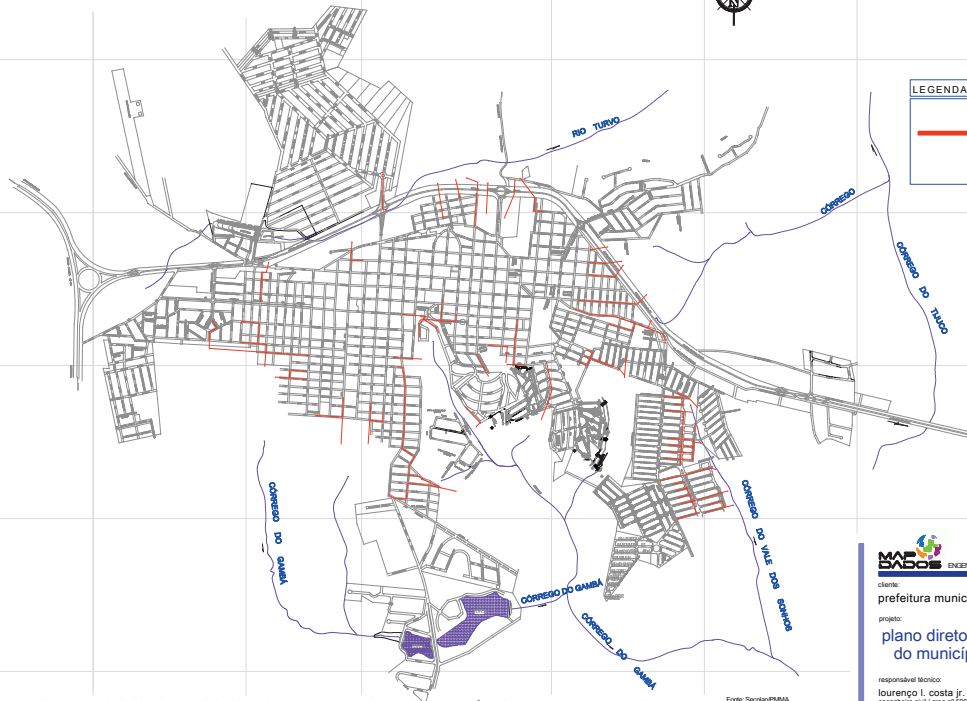
DATA:
Set / 2007

escala:
1/3000

folha:
9/10



MAPA DE CADASTRO MICRODRENAGEM



LEGENDA

GALERIA MICRODRENAGEM EXISTENTE



ENGENHARIA E GEOPROCESSAMENTO LTDA / RIBEIRÃO PRETO - SP

cliente:
prefeitura municipal de monte alto

projeto:
plano diretor de macrodrenagem
do município de monte alto

responsável técnico:
lourengo l. costa jr.
engenheiro civil / csa nº 5581084352/0

DATA:
Set / 2007

escala:
1/20.000

folha:
2/8

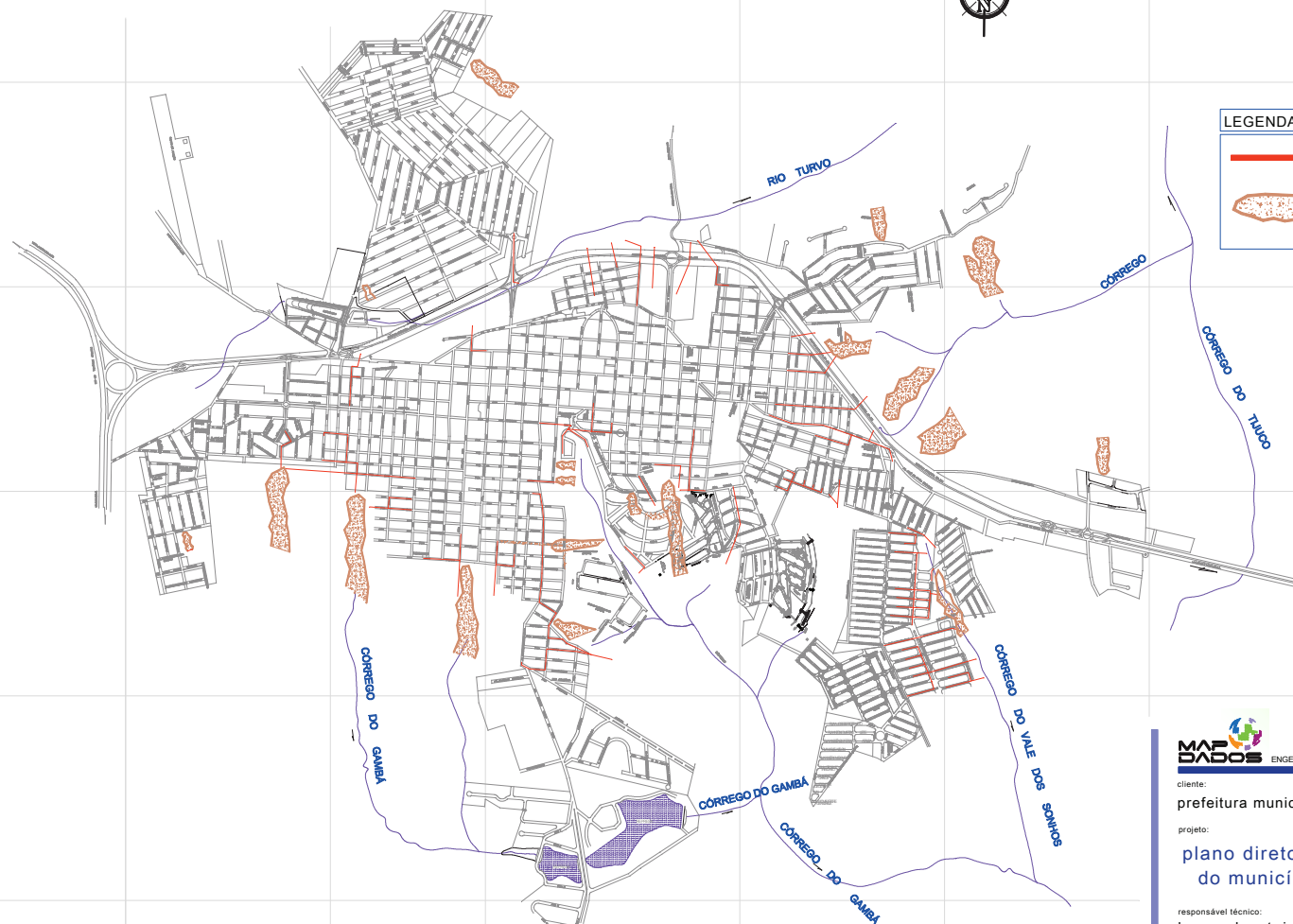
MAPADOS - ENGENHARIA E GEOPROCESSAMENTO / RUA MARCONI, 115 - JARDIM LUIZ / RIBEIRÃO PRETO - SP / TEL: (051) 3677-0716 / (051) 3788-1014 / CEP: 14384-181

Fonte: Secretaria PMMA

MAPA DE
CADASTRO MICRODRENAGEM



MAPA DE CADASTRO MICRODRENAGEM E EROSÕES



LEGENDA

-  GALERIA MICRODRENAGEM EXISTENTE
-  PROCESSOS EROSIVOS



ENGENHARIA E GEOPROCESSAMENTO LTDA / RIBEIRÃO PRETO / S.P.

cliente:
prefeitura municipal de monte alto

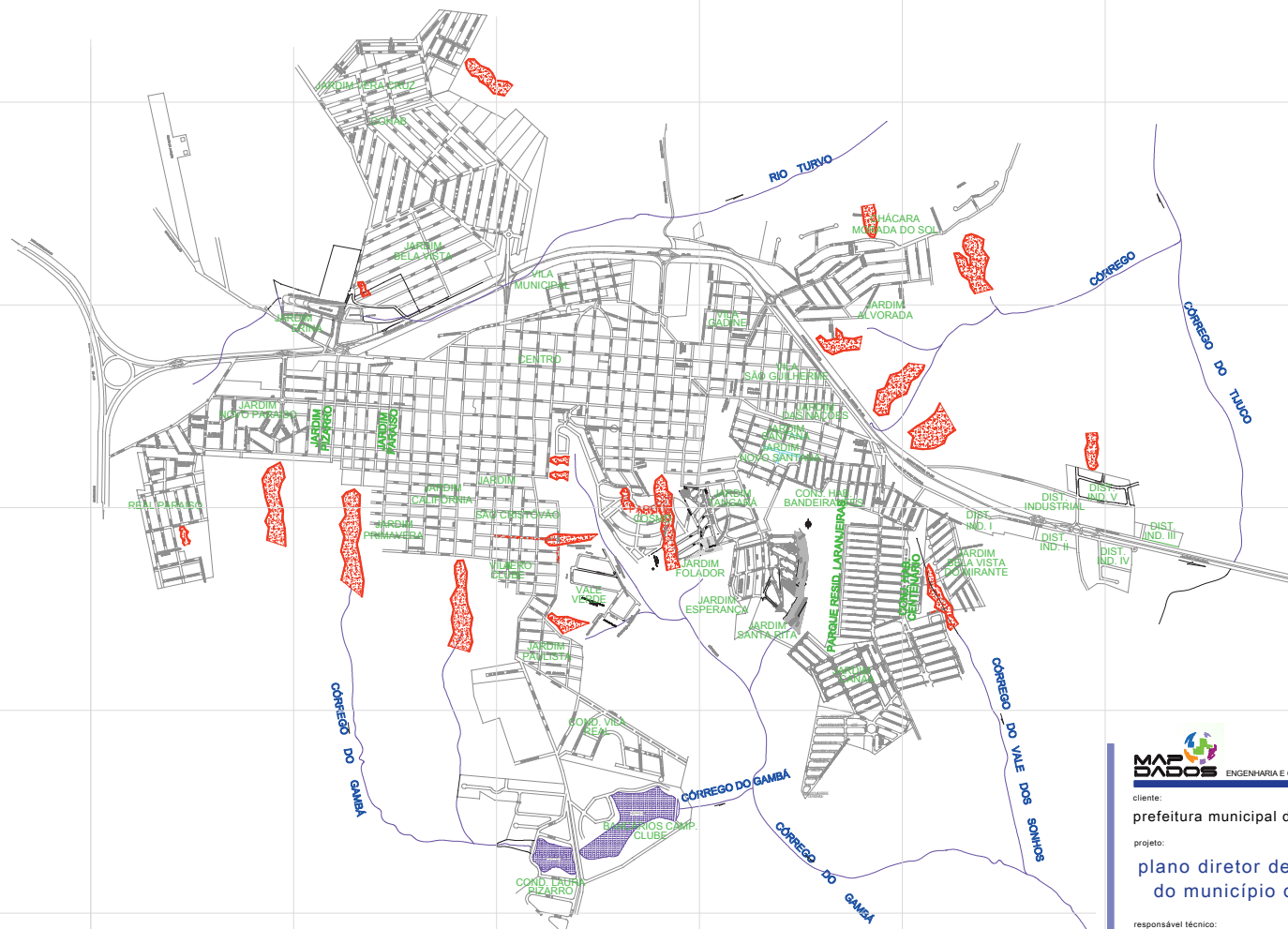
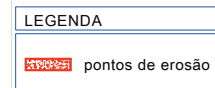
projeto:
plano diretor de macrodrenagem
do município de monte alto

responsável técnico:
lourenço I. costa jr.
engenheiro civil / crea nº 5061064352/D

MAPA 02 - MAPA DE
CADASTRO MICRODRENAGEM
E PROCESSOS EROSIVOS

DATA:
JUNHO/2008
escala:
1/20.000

folha:
2/4



MAPDADOS - ENGENHARIA E GEOPROCESSAMENTO / RUA: MARIO MORAES SARMENTO, 115 SL.13 / TEL. (16) 3617.0719 - (16) 9768.1014 / CEP. 14.094.161 - RIBEIRÃO PRETO- S.P.

ENGENHARIA E GEOPROCESSAMENTO LTDA / RIBEIRÃO PRETO/ S.P.

cliente:
prefeitura municipal de monte alto

projeto:

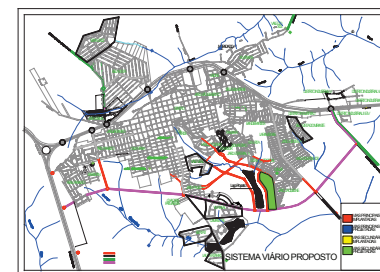
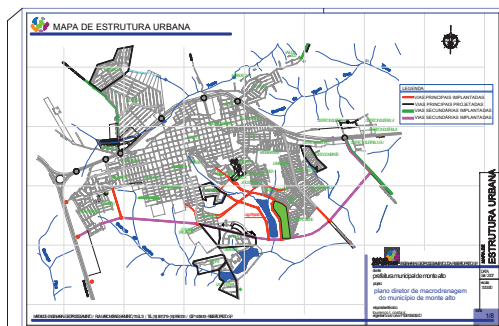
plano diretor de macrodrenagem
do município de monte alto

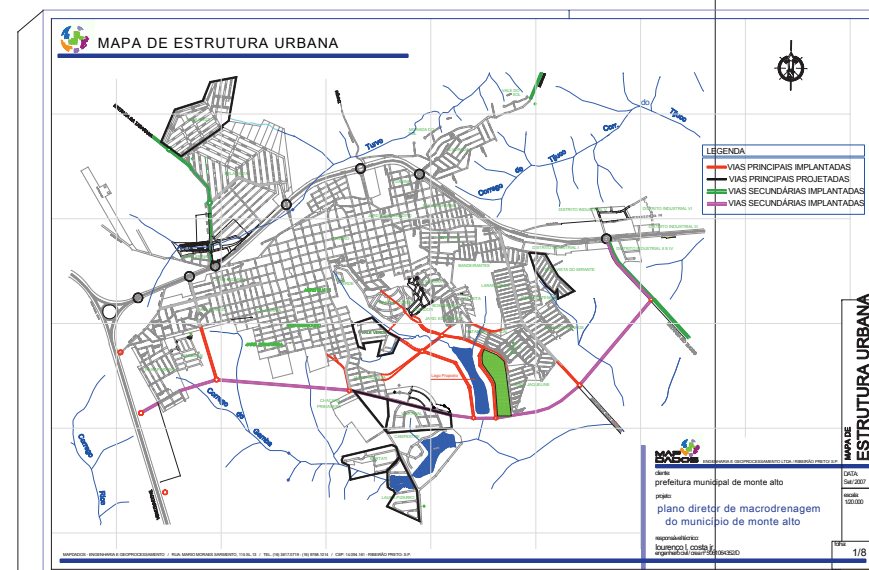
responsável técnico:
lourengo l. costa jr.
engenheiro civil / crea nº 5061064352/D

DATA:	JUNHO/2008
escala:	1/20.000

folha: 1/4

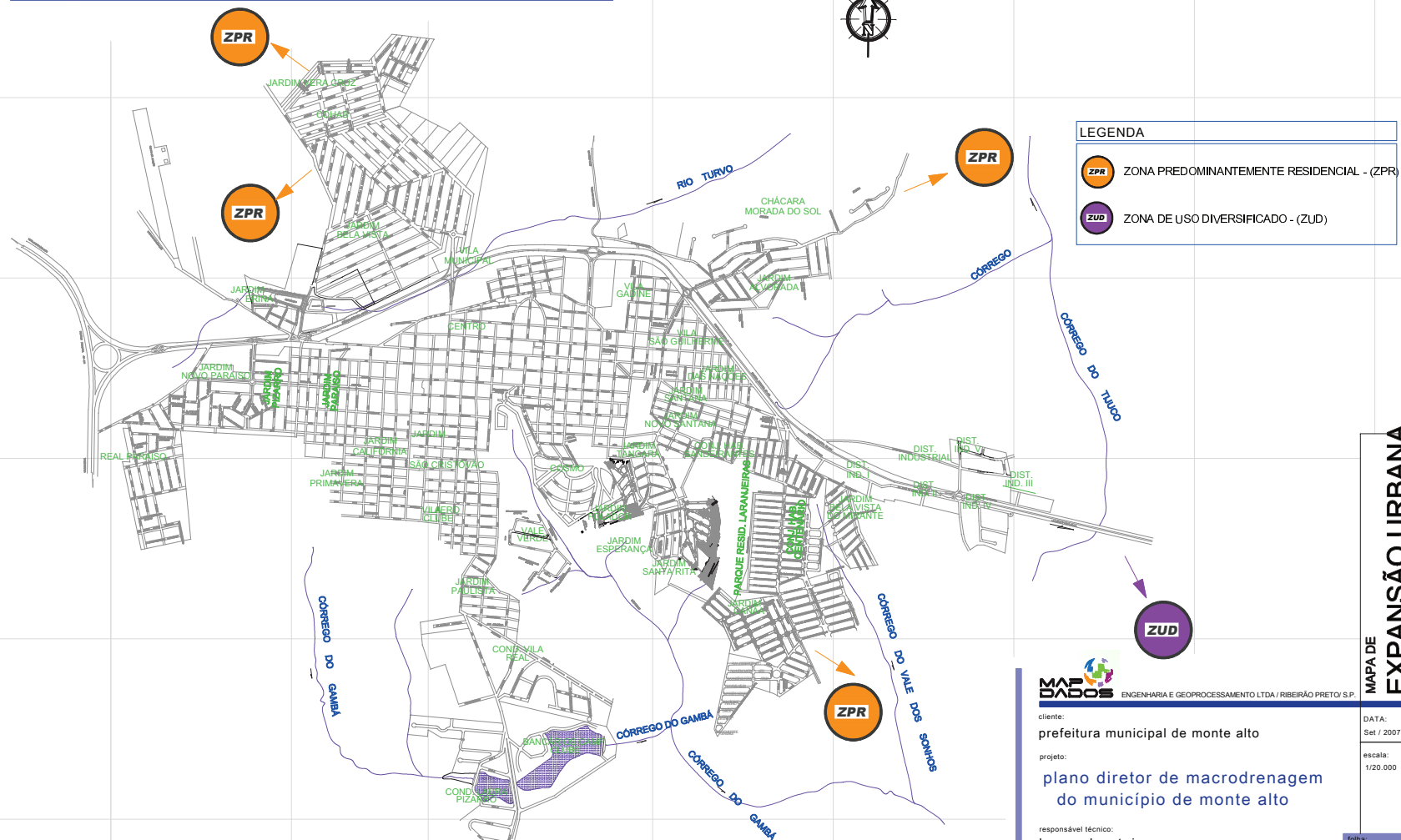
MAPA 01 - MAPA DE
EROSÕES DO SOLO

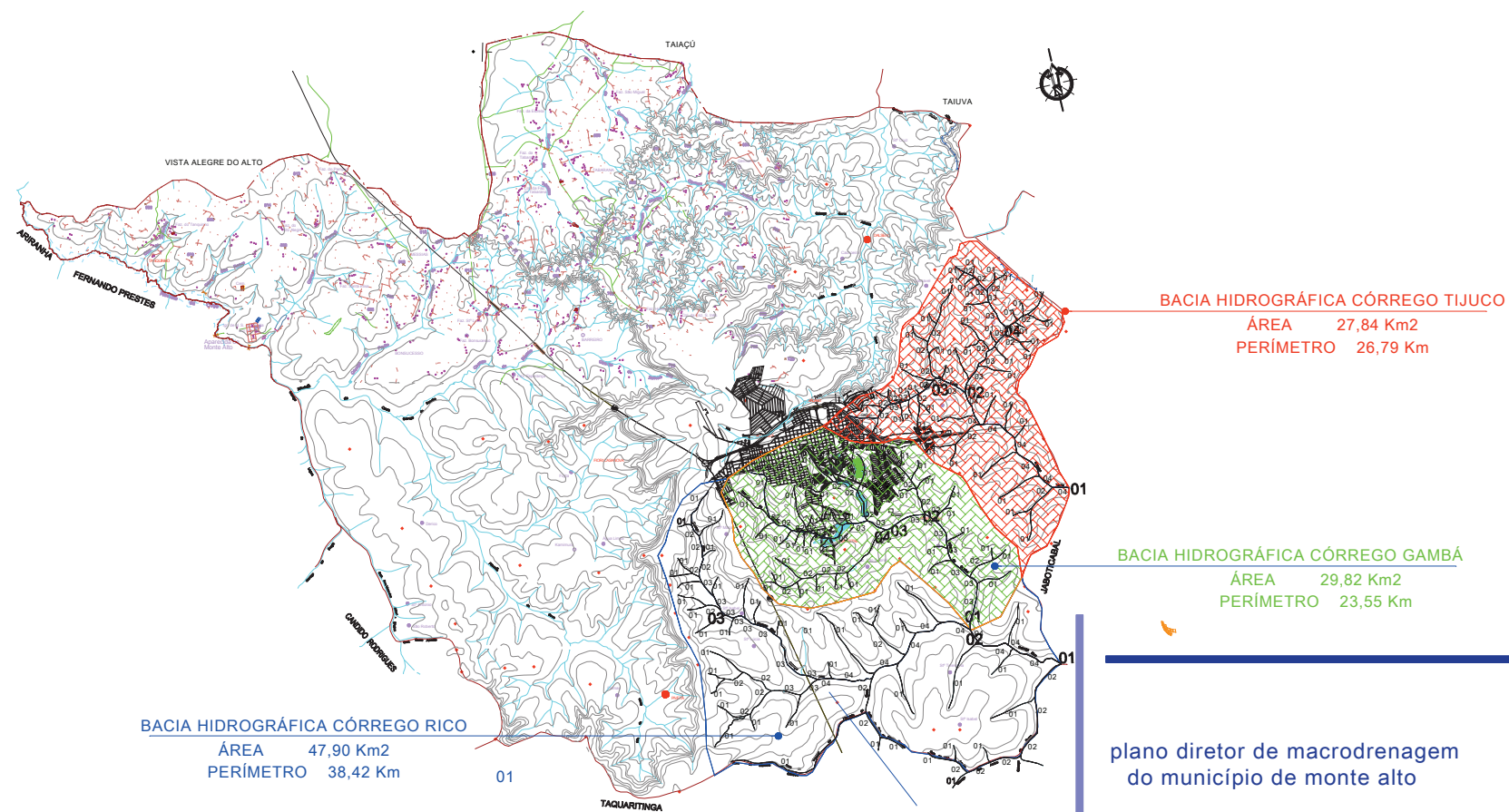






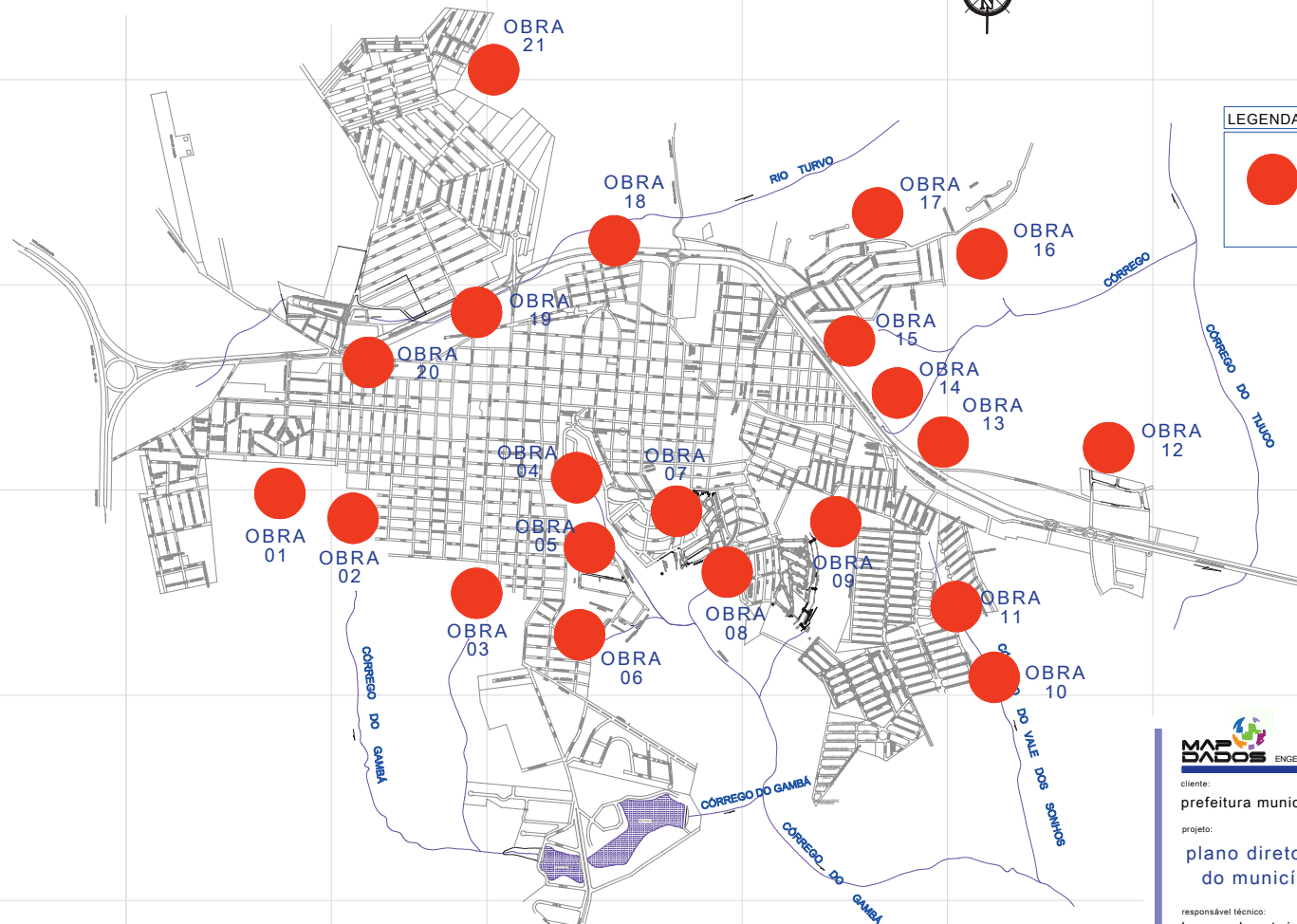
MAPA DE EXPANSÃO URBANA







MAPA DO PLANO DE OBRAS PRIORITÁRIAS DE MACRODRENAGEM



LEGENDA



OBRAS DE INFRA-ESTRUTURA DE DRENAGEM PRIORITÁRIAS



ENGENHARIA E GEOPROCESSAMENTO LTDA / RIBEIRÃO PRETO / S.P.

cliente:
prefeitura municipal de monte alto

projeto:
plano diretor de macrodrenagem
do município de monte alto

responsável técnico:
lourenço I. costa jr.
engenheiro civil / crea nº 5061064352/D

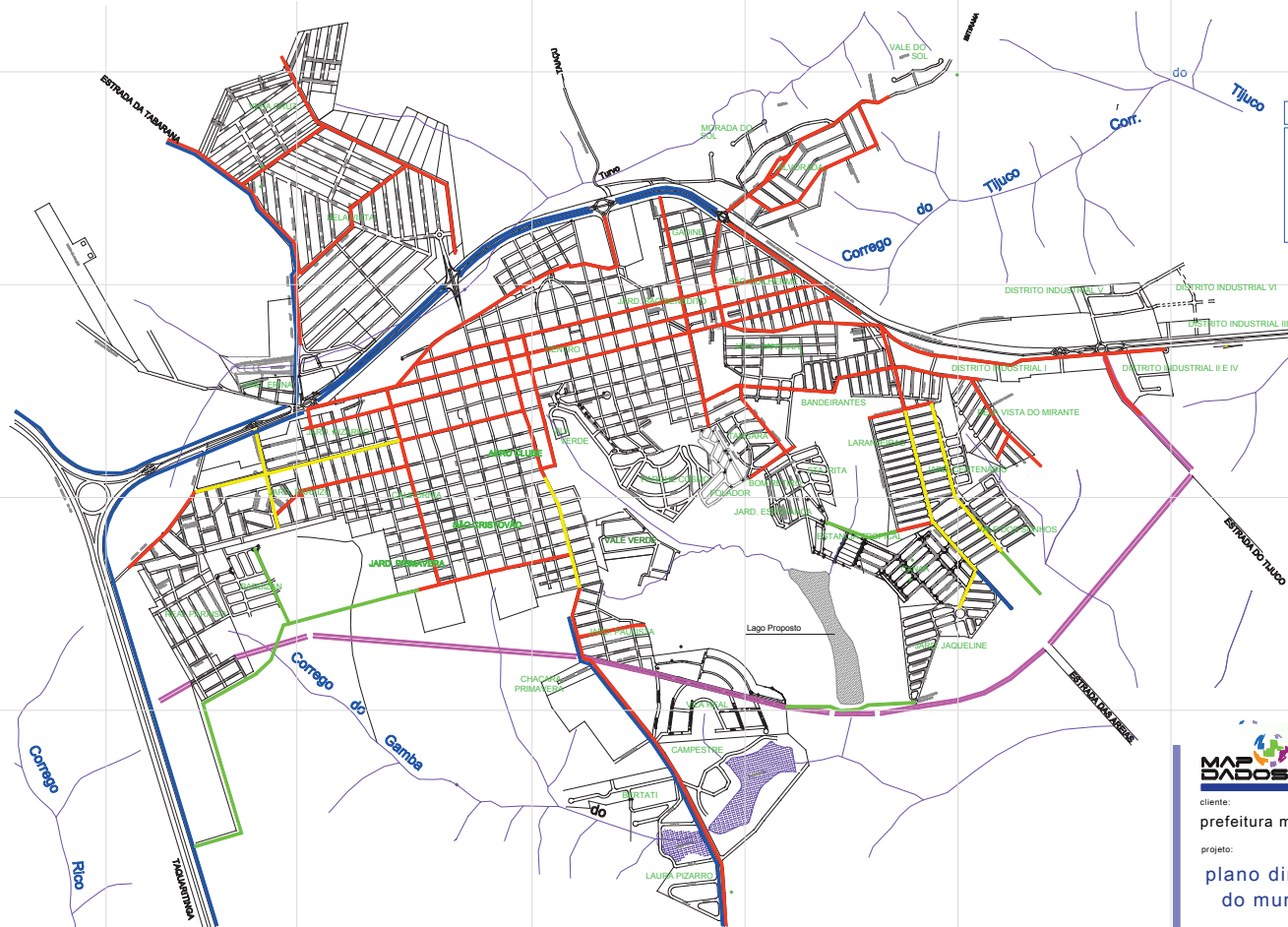
MAPA 04 - MAPA DE
PLANO DO OBRAS PRIORITÁRIAS
DA MACRODRENAGEM

DATA:
JUNHO/2008
escala:
1/20.000

folha:
4/4



MAPA DO SISTEMA VIÁRIO PROPOSTO



LEGENDA

- VIAS PRINCIPAIS IMPLANTADAS
- VIAS PRINCIPAIS PROJETADAS
- VIAS SECUNDÁRIAS IMPLANTADAS
- VIAS SECUNDÁRIAS PROJETADAS



ENGENHARIA E GEOPROCESSAMENTO LTDA / RIBEIRÃO PRETO / S.P.

cliente:
prefeitura municipal de monte alto

projeto:
plano diretor de macrodrenagem
do município de monte alto

responsável técnico:
lourenço I. costa jr.
engenheiro civil / crea nº 5061064352/D

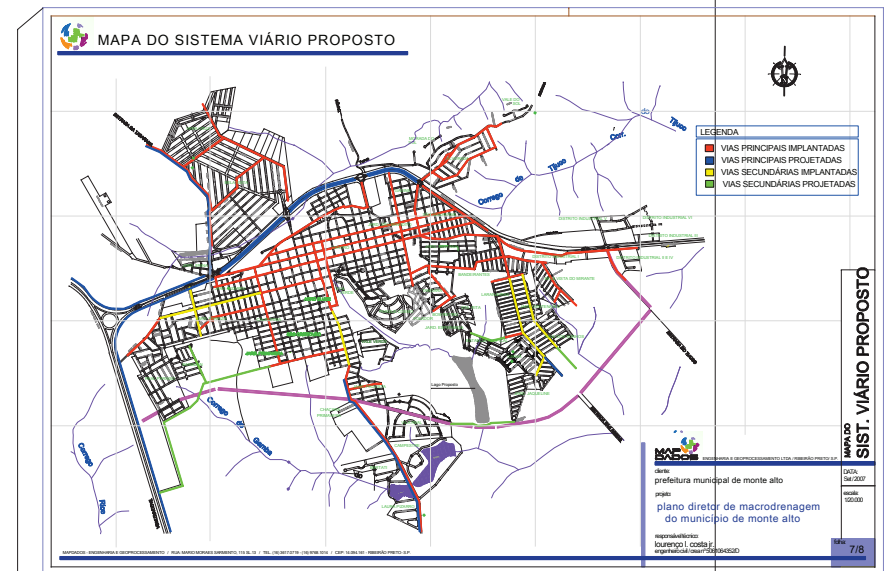
MAPA DO

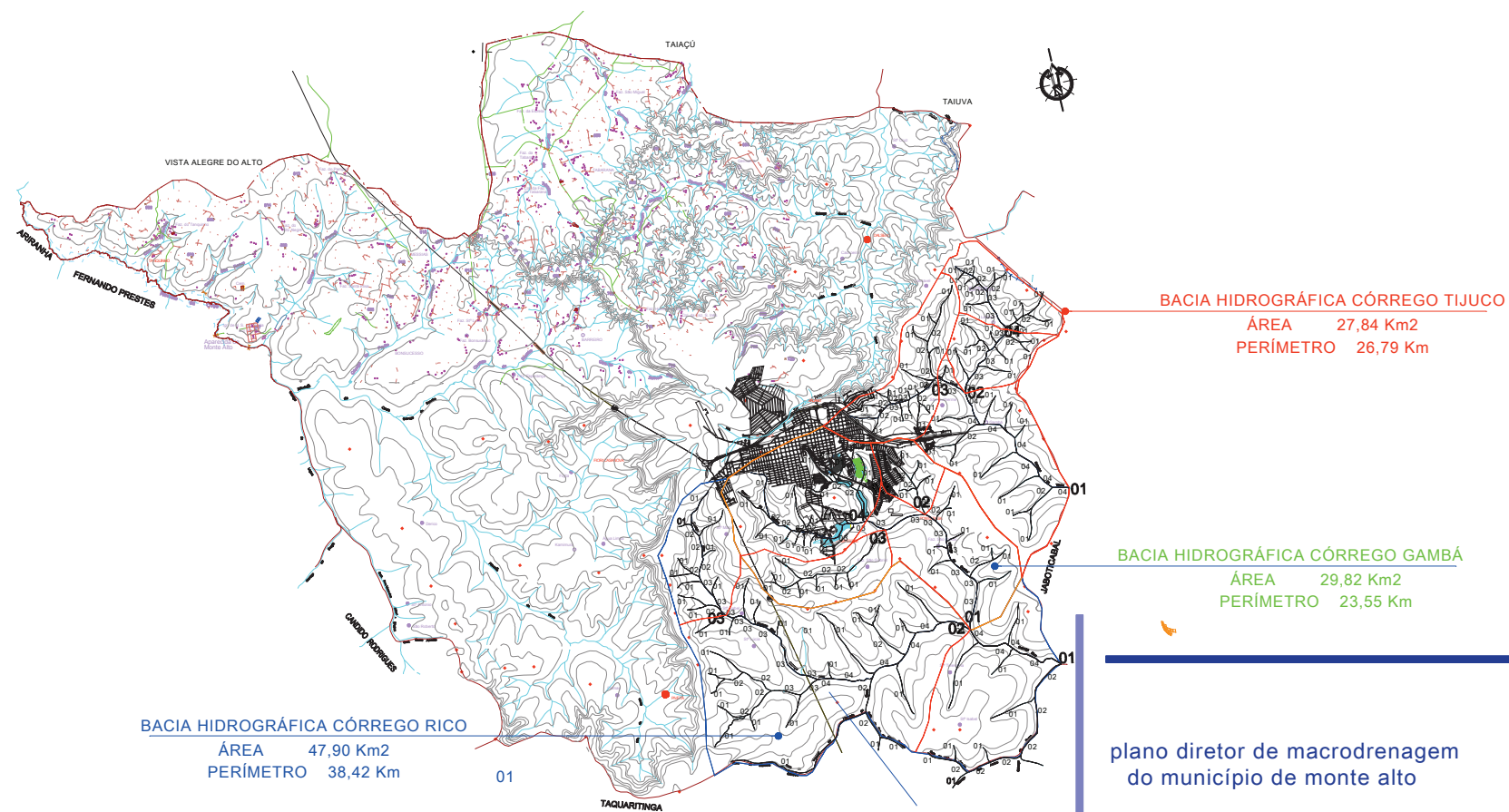
SIST. VIÁRIO PROPOSTO

DATA:
Set / 2007

escala:
1/20.000

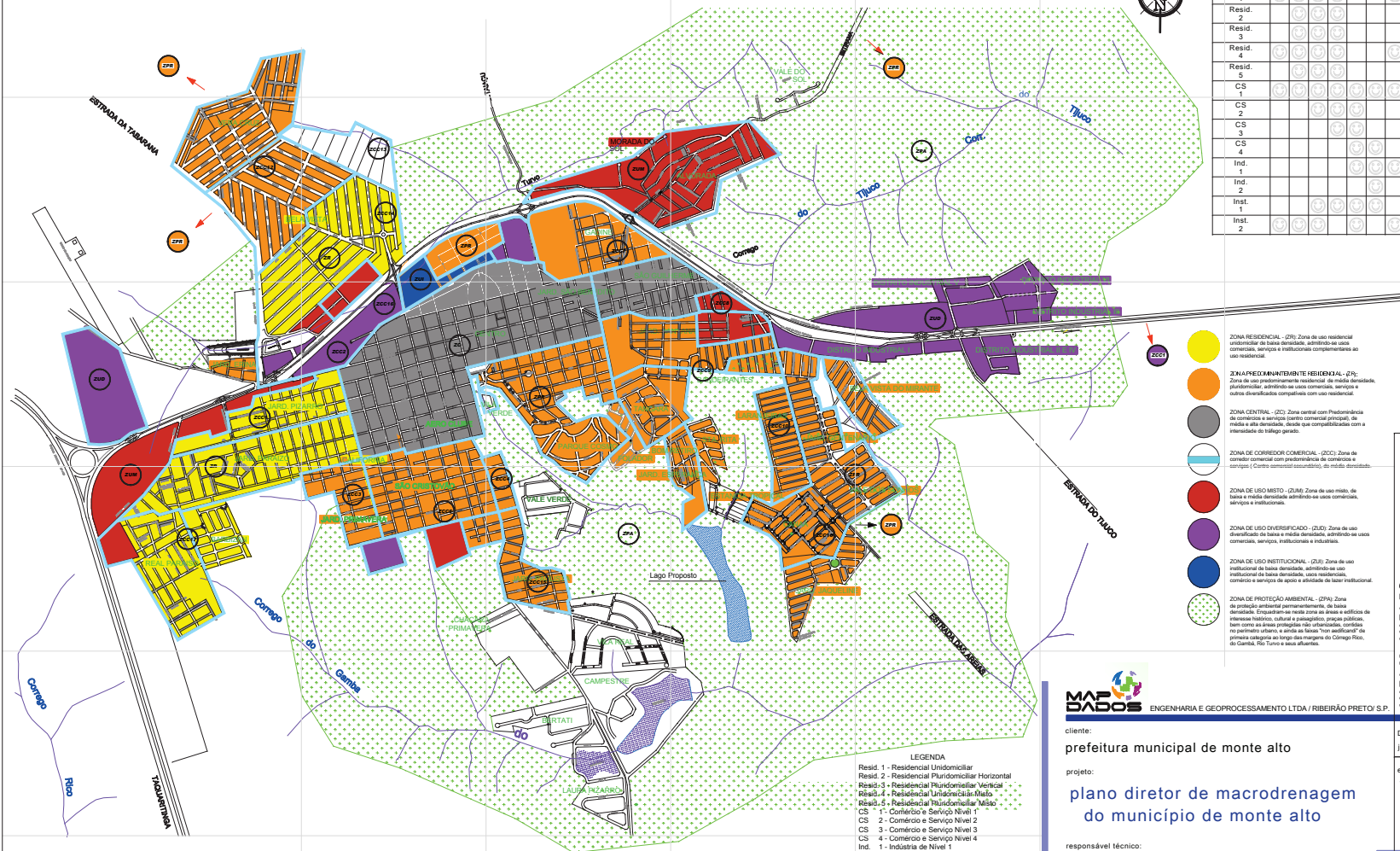
folha:
7/8







MAPA DO NOVO ZONEAMENTO



USOS PERMITIDOS POR ZONAS

Zona	Resid. 1	Resid. 2	Resid. 3	Resid. 4	Resid. 5	CS 1	CS 2	CS 3	CS 4	Ind. 1	Ind. 2	Inst. 1	Inst. 2
Resid. 1													
Resid. 2													
Resid. 3													
Resid. 4													
Resid. 5													
CS 1													
CS 2													
CS 3													
CS 4													
Ind. 1													
Ind. 2													
Inst. 1													
Inst. 2													

- ZONA RESIDENCIAL - (ZR):** Zona de uso residencial unifamiliar de baixa densidade, permitindo-se usos comerciais, serviços e instituições complementares ao uso residencial.
- ZONA PREDOMINANTE RESIDENCIAL - (ZPR):** Zona de uso predominantemente residencial de média densidade, permitindo-se usos comerciais, serviços e outras diversificações compatíveis com uso residencial.
- ZONA CENTRAL - (ZC):** Zona central com Predominância de comércio e serviços (centro comercial principal, de média e alta densidade, devido que compatibiliza com a intensidade do vilarejo gerado).
- ZONA DE CORREDOR COMERCIAL - (ZCC):** Zona de comércio comercial com predominância de comércio e serviços (Centro comercial secundário, de média densidade).
- ZONA DE USO MISTO - (ZUM):** Zona de uso misto, de baixa e média densidade, permitindo-se usos comerciais, serviços e instituições.
- ZONA DE USO DIVERSIFICADO - (ZUD):** Zona de uso diversificado de baixa e média densidade, permitindo-se usos comerciais, serviços, instituições e industriais.
- ZONA DE USO INSTITUCIONAL - (ZUI):** Zona de uso institucional de baixa densidade, permitindo-se usos comerciais e serviços de apoio e atividades de lazer institucional.
- ZONA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - (ZPA):** Zona de proteção ambiental permanente, de baixa densidade. Enquadram-se nesta zona as áreas e edifícios de interesse histórico, cultural e paisagístico, áreas de preservação ambiental, e áreas de preservação ambiental de primeira categoria ao longo das margens do Córrego Rico, do Córrego São João e seus afluentes.

- LEGENDA**
- Resid. 1 - Residencial Unidomiciliar
 - Resid. 2 - Residencial Pluridomiciliar Horizontal
 - Resid. 3 - Residencial Pluridomiciliar Vertical
 - Resid. 4 - Residencial Unidomiciliar Médio
 - Resid. 5 - Residencial Unidomiciliar Misto
 - CS 1 - Comércio e Serviço Nível 1
 - CS 2 - Comércio e Serviço Nível 2
 - CS 3 - Comércio e Serviço Nível 3
 - CS 4 - Comércio e Serviço Nível 4
 - Ind. 1 - Indústria de Nível 1
 - Ind. 2 - Indústria de Nível 2
 - Inst. 1 - Equipamentos Institucionais de Nível 1
 - Inst. 2 - Equipamentos Institucionais de Nível 2

MAPADOS ENGENHARIA E GEOPROCESSAMENTO LTDA / RIBEIRÃO PRETO / S.P.

cliente:
prefeitura municipal de monte alto

projeto:
plano diretor de macrodrenagem
do município de monte alto

responsável técnico:
lourenço I. costa jr.
engenheiro civil / crea nº 5061064352/D

MAPA 03 - MAPA DO
NOVO ZONEAMENTO

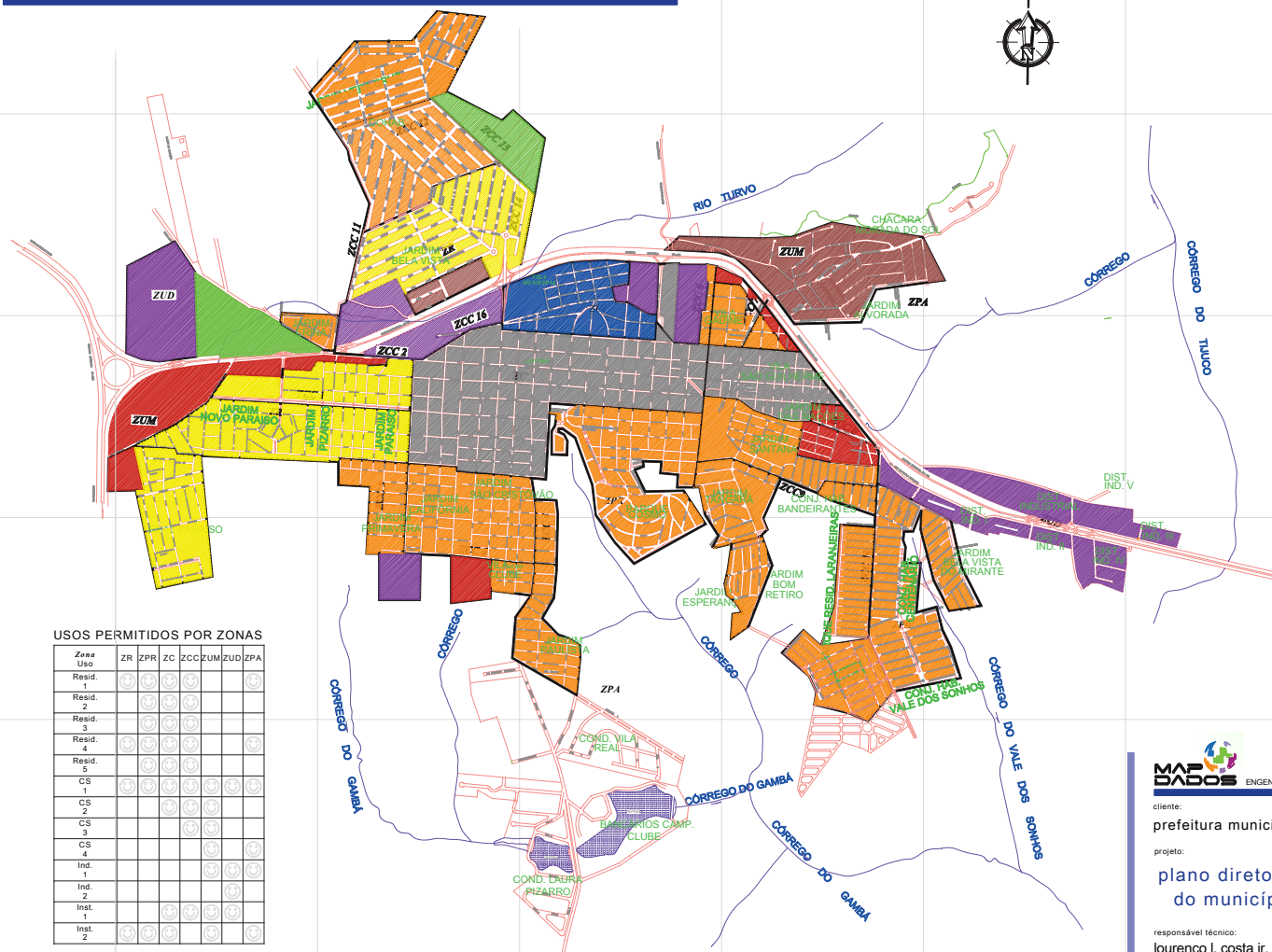
DATA:
junho/2008

escala:
1:20.000

folha:
3/4



MAPA DE ZONEAMENTO



USOS PERMITIDOS POR ZONAS

Zona	ZR	ZPR	ZC	ZCC	ZUM	ZUD	ZPA
Resid. 1							
Resid. 2							
Resid. 3							
Resid. 4							
Resid. 5							
CS 1							
CS 2							
CS 3							
CS 4							
Ind. 1							
Ind. 2							
Inst. 1							
Inst. 2							

- ZONA RESIDENCIAL - (ZR) Zona de uso residencial unifamiliar de baixa densidade, admitindo-se usos comerciais, serviços e institucionais complementares ao uso residencial.
- ZONA PREDOMINANTEMENTE RESIDENCIAL - (ZPR) Zona de uso predominantemente residencial, de média densidade, pluridomiciliar, admitindo-se usos comerciais, serviços e outros diversificados compatíveis com uso residencial.
- ZONA CENTRAL - (ZC) Zona central com Predominância de comércio e serviços (centro comercial principal), de média a alta densidade, desde que compatibilizadas com a realidade do sítio urbano.
- ZONA DE CORREDOR COMERCIAL - (ZCC) Zona de comércio comercial com predominância de comércio e serviços (Centro comercial secundário), de média densidade.
- ZONA DE USO MISTO - (ZUM) Zona de uso misto, de baixa a média densidade, admitindo-se usos comerciais, serviços e institucionais.
- ZONA DE USO DIVERSIFICADO - (ZUD) Zona de uso diversificado de baixa a média densidade, admitindo-se usos comerciais, serviços, institucionais e industriais.
- ZONA DE USO INSTITUCIONAL - (ZUI) Zona de uso institucional de baixa densidade, admitindo-se usos institucionais de baixa densidade, usos residenciais, comércio e serviços de apoio e atividades de lazer institucional.
- ZONA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - (ZPA) Zona de proteção ambiental permanente, de baixa densidade. Equipamentar-se nesta zona as áreas e edifícios de interesse histórico, cultural e paisagístico; parques públicos, bem como as áreas protegidas não urbanizadas, conforme no plano diretor, e áreas de preservação ambiental, de acordo com o plano diretor, e áreas de preservação ambiental, de acordo com o plano diretor.

LEGENDA

- Resid. 1 - Residencial Unifamiliar
- Resid. 2 - Residencial Pluridomiciliar Horizontal
- Resid. 3 - Residencial Pluridomiciliar Vertical
- Resid. 4 - Residencial Unifamiliar Misto
- Resid. 5 - Residencial Pluridomiciliar Misto
- CS 1 - Comércio e Serviço Nível 1
- CS 2 - Comércio e Serviço Nível 2
- CS 3 - Comércio e Serviço Nível 3
- CS 4 - Comércio e Serviço Nível 4
- Ind. 1 - Indústria de Nível 1
- Ind. 2 - Indústria de Nível 2
- Inst. 1 - Equipamentos Institucionais de Nível 1
- Inst. 2 - Equipamentos Institucionais de Nível 2



MAPDADOS - ENGENHARIA E GEOPROCESSAMENTO LTDA / RIBEIRÃO PRETO - SP.

cliente:
prefeitura municipal de monte alto

projeto:
plano diretor de macrodrenagem
do município de monte alto

responsável técnico:
lourenço l. costa jr.
engenheiro civil / crea nº 5061064352/D

MAPA DE
ZONEAMENTO

DATA:
Set / 2007

escala:
1/20.000

folha:
4/8



PREFEITURA DE MONTE ALTO

SECRETARIA MUNICIPAL DE AGRICULTURA E MEIO AMBIENTE

PLANO DE OBRAS PRIORITÁRIAS DE MACRODRENAGEM

Este Plano de Obra Prioritárias de Macrodrenagem do Município de Monte Alto/SP foi fundamentado nos Relatórios Técnicos do processo de elaboração do Plano Diretor de Macrodrenagem e possui como referencia das intervenções e custos estimados o mês de junho/2008. Sugere-se que para detalhamento das ações e obras sejam desenvolvidos os projetos básicos e executivos de cada intervenção.

Obra	Obra	Descrição	Custo Estimado (R\$)Data Prevista
MEDIDAS ESTRUTURAIS			
1	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Bairro Jardim Novo Paraíso	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	1.200.000,00 Aguardando emenda parlamentar
2	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Bairro Jardim Paraíso e Jardim Pizarro	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	2.300.000,00 Aguardando emenda parlamentar
3	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Bairro Jardim Primavera, Jardim Califórnia, Jardim São Cristovão	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	3.000.000,00 Aguardando emenda parlamentar
4	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão da Jardim São Cristovão	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	1.200.000,00 Aguardando emenda parlamentar
5	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão da 12 de outubro	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	4.500.000,00 Aguardando emenda parlamentar
6	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão da Vila AeroClube	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	800.000,00 Aguardando emenda parlamentar
7	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Bairro Cosmo	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	2.000.000,00 Aguardando emenda parlamentar
8	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Jardim Esperança	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	1.500.000,00 Aguardando emenda parlamentar



PREFEITURA DE MONTE ALTO

SECRETARIA MUNICIPAL DE AGRICULTURA E MEIO AMBIENTE

9	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Bairro Conjunto Habitacional Bandeirantes, Parque Residencial Laranjeiras	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	900.000,00 Aguardando emenda parlamentar
10	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Bairro Conjunto Habitacional Centenário	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	900.000,00 Aguardando emenda parlamentar
11	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Jardim Bela Vista	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	1.600.000,00 Aguardando emenda parlamentar
12	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Distrito Industrial V	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	750.000,00 Aguardando emenda parlamentar
13	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Margem da Rodovia Estadual SP 305	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	2.000.000,00 Aguardando emenda parlamentar
14	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Margem da Rodovia Estadual SP 305	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	1.500.000,00 Aguardando emenda parlamentar
15	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Jardim Alvorada	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia, canalização de córrego	3.000.000,00 Aguardando emenda parlamentar
16	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão das Chácaras Morada do Sol	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	650.000,00 Aguardando emenda parlamentar
17	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão das Chácaras Morada do Sol	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	500.000,00 Aguardando emenda parlamentar
18	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Margem da Rodovia Estadual SP 305	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	350.000,00 Aguardando emenda parlamentar

Rua Dr. Raul da Rocha Medeiros, 1390 - Centro - Monte Alto - SP

Telefone: (16) 3244 3113 - Ramal 3130

agrimamb@montealto.sp.gov.br

www.montealto.sp.gov.br



PrefMonteAlto





PREFEITURA DE MONTE ALTO

SECRETARIA MUNICIPAL DE AGRICULTURA E MEIO AMBIENTE

19	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Margem da Rodovia Estadual SP 305	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	450.000,00 Aguardando emenda parlamentar
20	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Margem da Rodovia Estadual SP 305	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	480.000,00 Aguardando emenda parlamentar
21	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Jardim Vera Cruz	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	800.000,00 Aguardando emenda parlamentar
MEDIDAS NÃO-ESTRUTURAIS			
22	Estruturas de infiltração no solo	Planos de infiltração, poços de infiltração, pavimentos permeáveis, microreservatórios de retenção	2.000.000,00 Aguardando emenda parlamentar 0
23	Educação Ambiental	Campanhas de educação ambiental, treinamentos, eventos	800.000,00 Aguardando emenda parlamentar
24	Total (R\$)		33.180.000,00



**PLANO DIRETOR DE MACRODRENAGEM
MUNICÍPIO DE MONTE ALTO/SP**

PREFEITURA MUNICIPAL DE MONTE ALTO

**RELATÓRIO PARCIAL 03
Determinação das Características das
Bacias Hidrográficas**

**RELATÓRIO PARCIAL 04
Estudos Hidráulicos e Hidrológicos**

CADERNO DE PROJETOS

**RIBEIRÃO PRETO/SP
FEVEREIRO/2008**

**Contrato Administrativo 054/2007
Proc. SAF/SL 062/2007
CONTRATO FEHIDRO 244/2006**

Equipe Técnica

**Lourenço Leme da Costa Jr.
Engenheiro Civil
Responsável Técnico
CREA 506.106.43.52/D**

**Danubia de Lima
Arquiteta e Urbanista
CREA 506.181.3059/D**

Este Relatório Técnico apresenta o Produto 03 – **Determinação das características das Bacias Hidrográficas** e o Produto 04 – **Estudos Hidráulicos e Hidrológicos** para elaboração do **PLANO DIRETOR DE MACRODRENAGEM DE MONTE ALTO**.

Estes produtos estão previstos nos itens 03 e 04 do Cronograma Físico Financeiro do Contrato Administrativo 054/2007 – Processo SAF/SL 062/2007/ CONTRATO FEHIDRO 244/2006.

Para entender o funcionamento de uma bacia, torna-se necessário expressar quantitativamente as manifestações de forma (a área da bacia, sua forma geométrica, etc.), de processos (escoamento superficial, deflúvio, etc.) e suas inter-relações.

Estes parâmetros e suas inter-relações podem ser classificados em:

a) **Parâmetros Físicos:**

- Área;
- Fator de forma;
- Compacidade;
- Altitude média;
- Declividade média;
- Densidade de drenagem;
- Número de canais;
- Direção e comprimento do escoamento superficial;
- Comprimento da bacia;
- Hipsometria (relação área-altitude);
- Comprimento dos canais;
- Padrão de drenagem;
- Orientação e rugosidade dos canais;
- Dimensão e forma dos vales;
- Índice de circularidade, etc.;

b) **Parâmetros Geológicos:**

- Tipos de rochas;
- Tipos de solos;
- Tipos de sedimentos fluviais, etc.;

c) **Parâmetros de Vegetação:**

- Tipos de cobertura vegetal;
- Espécies;
- Densidade;
- Índice de área foliar;
- Biomassa, etc.;

d) **Inter-relações de parâmetros:**

- Lei do Número de Canais (razão de bifurcação);
- Lei do Comprimento dos Canais (relação entre comprimento médio dos canais e ordem);
- Lei das Áreas (relação entre área e ordem), etc.

Dessa maneira, serão apresentados a seguir os parâmetros físicos, geológicos, vegetação e inter-relações de parâmetros mais pertinentes ao presente trabalho de macrodrenagem.

PARTE I

DETERMINAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

DENSIDADE DE DRENAGEM (Dd)

A Densidade de drenagem (Dd) é definida como sendo a razão entre o comprimento total dos canais e a área da bacia hidrográfica, segundo Horton (1932). A Densidade de Drenagem é um indicativo da eficiência do sistema de drenagem da Bacia Hidrográfica.

É um índice importante, pois reflete a influência da geologia, topografia, do solo e da vegetação da bacia hidrográfica, e está relacionado com o tempo gasto para a saída do escoamento superficial da bacia.

A Densidade de Drenagem é calculada pela Equação 01, descrita seguir.

$$DD = \frac{L}{A} \quad \text{Equação 01}$$

$$DD = L/A$$

onde:

DD = densidade de drenagem (km/km²)

L = comprimento total de todos os canais (km)

A = área da bacia hidrográfica (km²)

Quanto à densidade de drenagem, as bacias podem ser classificadas em baixa, média, alta e muito alta. A Tabela 01 apresenta as classes de densidade de drenagem, segundo (STHALER, 1957).

Tabela 01: Classe de Densidade de Drenagem

Intervalos de Densidade de Drenagem (Km/Km²)	Classificação
Menor que 5,0	Baixa
5,0 a 13,5	Média
13,5 a 155,5	Alta
Maior que 155,5	Muito Alta

A densidade de drenagem depende do clima e das características físicas da bacia hidrográfica. O clima atua tanto diretamente (regime e vazão dos cursos), como indiretamente (influência sobre a vegetação).

Das características físicas, a rocha e o solo desempenham papel fundamental, pois determinam a maior ou menor resistência à erosão. Em geral, uma bacia de geologia dominada por argilitos apresenta alta densidade de drenagem, enquanto que outra com substrato predominante de arenitos apresentam baixa densidade de drenagem (MORISAWA, 1968).

Valores baixos de densidade de drenagem estão geralmente associados a regiões de rochas permeáveis e de regime pluviométrico caracterizado por chuvas de baixa intensidade.

A Tabela 02 apresenta os resultados dos cálculos das Densidades de Drenagem dos córregos Rico, Gambá e Tijuco.

Tabela 02: Resultados Densidade de Drenagem (Dd)

Córrego	Área (Km²)	L (Km)	Dd (Km/Km²)
Rico	47,9	68,77	1,44
Gambá	29,82	40,46	1,36
Tijuco	27,84	44,76	1,61

Portanto, os Córregos Rico, Gambá e Tijuco podem ser enquadrados na Classe de **Baixa Densidade de Drenagem**.

ÁREA DE DRENAGEM (AD)

A área deve ser definida em relação a um dado ponto ao longo do canal, ou à própria saída ou confluência da bacia. A área total inclui todos os pontos situados a altitudes superiores à da saída da bacia e dentro do divisor topográfico que separa duas bacias adjacentes.

A determinação da área deve ser feita com muito rigor, a partir de fotografias aéreas, mapas topográficos, ou levantamento de campo, e se possível com auxílio de computadores. A Tabela 03 apresenta as áreas de cada Bacia Hidrográfica em estudo e a localização da seção de controle adotada.

Tabela 03: Área de Drenagem (AD)

Córrego	Seção Controle	Área (Km²)
Rico	Limite entre municípios de Monte Alto e Jaboticabal	47,90
Gambá	Confluência com o Córrego Rico	29,82
Tijuco	Limite entre municípios de Monte Alto e Jaboticabal	27,84

ÍNDICE DE SINUOSIDADE

O índice de sinuosidade é um fator controlador da velocidade do escoamento. Por isso, quanto maior o valor do índice de sinuosidade, menor a tendência de altas velocidades, e portanto menores velocidades.

O Índice de Sinuosidade é calculado pela Equação 02:

$$Sin = \frac{L}{Lt_g}$$

Equação 02, onde:

L: comprimento do curso principal (Km)

Lt_g: comprimento do talvegue (Km)

Tabela 04: Índice de Sinuosidade

Bacia Hidrográfica	Comprimento Curso Principal (Km)	Comprimento Talvegue (Km)	Índice de Sinuosidade (Sin)
Córrego Rico	15,50	11,67	1,33
Córrego do Gambá	10,4	8,35	1,24
Córrego do Tijuco	8,96	6,82	1,31

Portanto, analisando-se os valores de Índice de Sinuosidade obtidos, pode-se concluir que a Bacia Hidrográfica do Córrego do Gambá apresenta uma tendência maior de velocidades elevadas, se comparados com as outras bacias em estudo.

ORDEM DA BACIA

O método de ordenamento de STHRALER (1957) foi utilizado para classificar e ordenar as bacias hidrográficas em estudo.

Para tal, utilizou-se a seguinte metodologia de ordenamento.

Os canais primários (nascentes) são designados de 1 ordem. A junção de dois canais primários forma um de 2 a ordem, e assim sucessivamente. A junção de um canal de uma dada ordem a um canal de ordem superior não altera a ordem deste. A ordem do canal à saída da bacia é também a ordem da bacia.

A Figura 01 apresenta um exemplo desse ordenamento, segundo essa metodologia.

As Tabelas 05, 06 e 07 apresentam os resultados do ordenamento das Bacias Hidrográficas do Córrego Rico, Córrego do Gambá e Córrego do Tijuco, respectivamente.

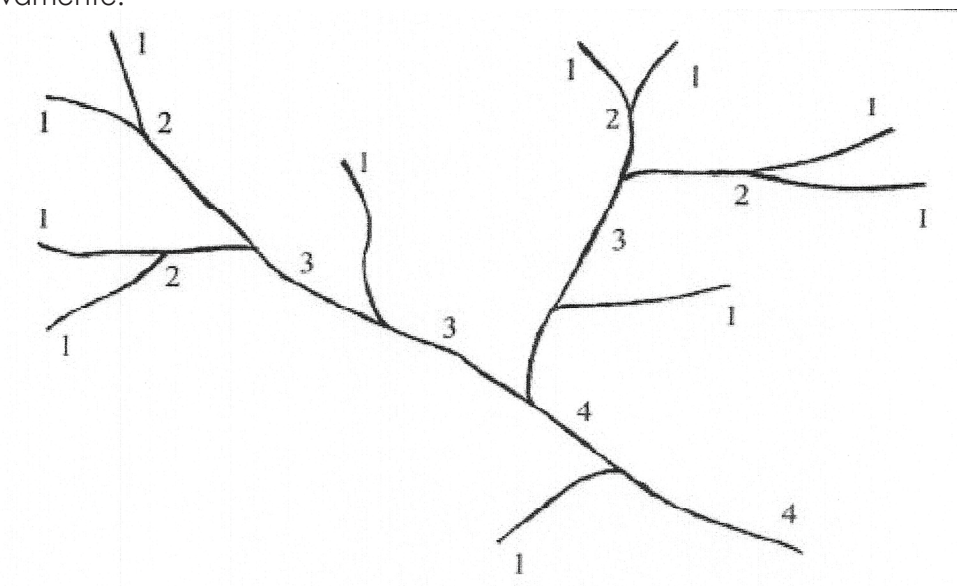


Figura 01: Método de Ordenamento de Canais – Método de STHRALER (1957)

Tabela 05: Ordem, Quantidade e Comprimento dos canais da Bacia Hidrográfica do Córrego Rico

Ordem (n)	Número de Canais (unid)	Comprimento Total (Km)
1	42	41,5
2	17	12,9
3	3	6,3
4	12	8,1
Total	74	68,8

Tabela 06: Ordem, Quantidade e Comprimento dos canais da Bacia Hidrográfica do Córrego do Gambá

Ordem (n)	Número de Canais (unid)	Comprimento Total (Km)
1	38	23,0
2	20	9,6
3	13	7,4
Total	71	40,0

Tabela 07: Ordem, Quantidade e Comprimento dos canais da Bacia Hidrográfica do Córrego do Tijuco

Ordem (n)	Número de Canais (unid)	Comprimento Total (Km)
1	48	27,25
2	20	7,24
3	17	5,90
4	9	4,37
Total	94	44,76

Portanto, o Córrego Rico é um Canal de Ordem 4, o Córrego do Gambá é de Ordem 3 e o Córrego do Tijuco de Ordem 4.

FATOR DE FORMA

É a relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia. Mede-se o comprimento da bacia (L) quando se segue o curso d'água mais longo desde sua desembocadura até a cabeceira mais distante da bacia.

A largura média é obtida quando se divide a área pelo comprimento da bacia, segundo a equação 03.

$$Lm = \frac{\textit{Área_bacia}}{\textit{Comprimento_bacia}}, \text{ Equação 03 onde}$$

Área: Área da Bacia Hidrográfica (Km²);

Comprimento: Comprimento da Bacia Hidrográfica (Km).

O Fator de Forma é calculado pela Equação 04:

$$Kf = \frac{A}{Lm^2}, \text{ Equação 04 onde}$$

Kf: Fator de Forma

A: Área da Bacia (Km²)

Lm: Largura Média (Km)

A Tabela 08 apresenta os resultados do cálculo do Fator de Forma para as Bacias Hidrográficas em estudo.

Tabela 08: Fator de Forma

Bacia Hidrográfica	A (Km²)	Comprimento (Km)	Largura média (Km)	Fator de Forma (Kf)
Córrego Rico	47,90	11,67	4,11	2,84
Córrego do Gambá	29,82	8,35	3,57	2,34
Córrego do Tijuco	27,84	6,82	4,08	0,60

A forma pode, também, atuar sobre alguns dos processos hidrológicos, ou sobre o comportamento hidrológico da bacia.

O Fator de Forma pode, por exemplo, dar alguma indicação sobre a tendência a inundações. Comparativamente, bacias de fator de forma maior têm maiores chances de sofrer inundações do que bacias de fator de forma menor.

No caso das bacias hidrográficas em estudo, a Bacia Hidrográfica do Córrego Rico apresenta uma tendência alta de ocorrências de inundações, seguida pela bacia hidrográfica do Córrego do Gambá e em menor grau a Bacia Hidrográfica do Córrego do Tijuco.

COEFICIENTE DE COMPACIDADE (CC)

O coeficiente de compacidade é a relação entre o perímetro P da bacia e a circunferência de um círculo igual à área da bacia A, de raio r, segundo a Equação 05:

$$Kc = 0,28 \times \frac{P}{\sqrt{A}}, \text{ Equação 05, onde}$$

Kc: Coeficiente de Compacidade;

P: Perímetro da Bacia Hidrográfica (Km);

A: Circunferência de um círculo igual a área da Bacia Hidrográfica (Km²).

A tendência para maiores enchentes é tanto mais acentuada quanto mais próximo da unidade for o valor desse coeficiente.

Tabela 09: Coeficiente de Compacidade

Bacia Hidrográfica	A (Km²)	Perímetro (Km)	Coeficiente de Compacidade (Kc)
Córrego Rico	47,90	38,42	1,55
Córrego do Gambá	29,82	23,55	1,21
Córrego do Tijuco	27,84	26,79	1,42

Portanto, pela análise do Coeficiente de Compacidade, a Bacia Hidrográfica do Córrego do Gambá, apresenta uma maior tendência para enchentes se comparada com as outras Bacias Hidrográficas em estudo, segundo a Tabela 09.

RAZÃO DE BIFURCAÇÃO

Como expressão quantitativa das inter-relações entre os parâmetros físicos, a chamada "razão de bifurcação", ou Lei do Número de Canais foi proposta por HORTON (1932).

A razão de bifurcação (R_b) é definida como a relação entre o número de canais de uma dada ordem (n) e o número de canais de ordem imediatamente superior ($n+1$). E assim uma dada bacia de ordem n , $n-1$ valores de R_b podem ser determinados.

O valor médio dos R_b individuais da bacia representa a razão de bifurcação média para a bacia. HORTON (1932) verificou que o número de canais diminui com o aumento da ordem dos canais de forma regular, ou seja, existe uma relação geométrica simples entre o número e a ordem dos canais.

Os resultados para o município de Monte Alto/SP podem ser observados nas Tabelas 09, 10 e 11.

Tabela 09: Razão de Bifurcação para Córrego Rico

Número de Canais (NW)	Ordem (W)	Razão de Bifurcação (Rb)
42	1	-
17	2	2,47
3	3	5,67
12	4	0,25
Rb Médio		2,79

Tabela 10: Razão de Bifurcação para Córrego do Gambá

Número de Canais (NW)	Ordem (W)	Razão de Bifurcação (Rb)
38	1	-
20	2	1,90
13	3	1,54
Rb Médio		1,72

Tabela 11: Razão de Bifurcação para Córrego do Tijuco

Número de Canais (NW)	Ordem (W)	Razão de Bifurcação (Rb)
48	1	-
20	2	2,4
17	3	1,18
9	4	1,88
Rb Médio		1,82

ÍNDICE DE CIRCULARIDADE (IC)

Outro índice de forma é o chamado “índice de Circularidade” proposto por Miller em 1953 (citado por CHRISTOFOLETTI, 1974), segundo a Equação 06:

$$IC = 12,57 \times \frac{A}{P^2} \quad \text{Equação 06, onde:}$$

IC = índice de circularidade < 1

A = área da bacia (Km²)

P = perímetro da bacia (Km)

Quanto mais próximo de 1, mais próxima da forma circular será a bacia hidrográfica.

A Tabela 12 apresenta os Índices de Circularidade das Bacias Hidrográficas em estudo.

Tabela 12: Índices de Circularidade (IC)

Bacia Hidrográfica	Área (Km ²)	Perímetro (Km)	(Perímetro) ² (Km ²)	IC
Córrego Rico	47,90	38,42	1.476,09	0,41
Córrego Gambá	29,82	23,55	554,60	0,66
Córrego do Tijuco	27,84	26,79	717,70	0,49

Portanto, pode-se concluir que a Bacia Hidrográfica do Córrego do Gambá possui um formato mais circular se comparada com as demais Bacias Hidrográficas em estudo. Fato que pode ser verificado no Mapa de Bacias Hidrográficas, do Relatório 01.

PRECIPITAÇÃO (Pre)

Segundo a Figura 02, na região do município de Monte Alto, existem os Postos Pluviométricos C5-052 IBITIRAMA (CPFL), C5-070 MONTE ALTO e C5-071 TABARANA (EFMA), sendo que o Posto C5-070 Monte Alto apresenta uma série de dados mais consistente do que os outros postos e por isso, serão apresentados os dados desse Posto C5-070, conforme se observa na Tabela 13.

O Posto Pluviométrico C5-070 Monte Alto esta situado na Bacia Hidrográfica do Rio Turvo, altitude 720,0 metros, Latitude $21^{\circ} 16'$ e Longitude $48^{\circ} 29'$, conforme Figura 02.

As Figuras 03 e 04 apresentam os resultados do Pluviograma acumulado mensal (ano 1992) e Pluviograma acumulado médio mensal (série histórica 1970 - 1992), respectivamente.

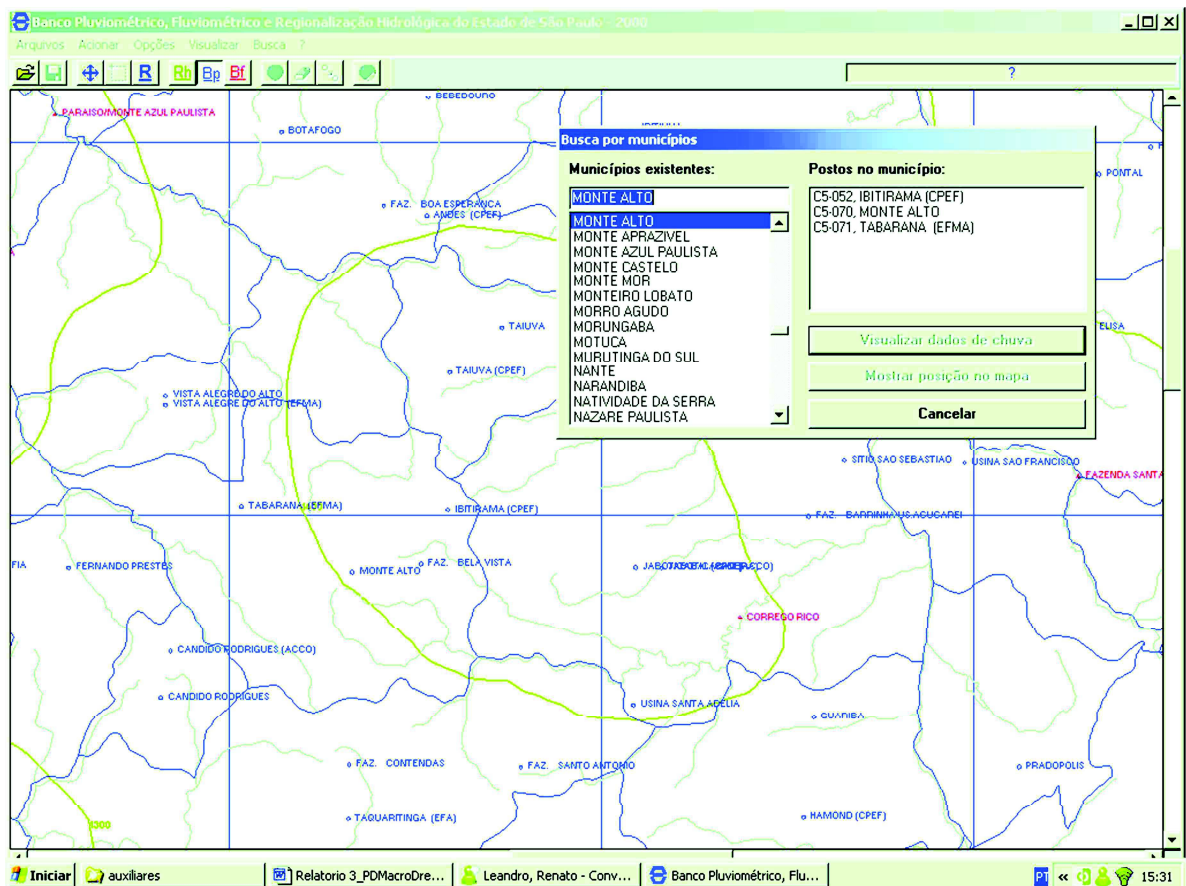


Figura 02: Localização de postos pluviométricos na área do município de Monte Alto

Tabela 13: Chuva mensal – série histórica anos 1971 a 2000 - Posto Pluviométrico C5-070 Monte Alto

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1971	93,5	140,8	190,2	62,6	99,2	142,7	37,1	0	85	101,9	111	363,8
1972	246,5	385,7	114,9	70,3	64,7	3,2	135,3	58,7	43	213,8	88,9	255
1973	100,8	179,4	154,6	170,8	50,1	14,7	28,1	4,4	56,6	179,6	126,6	390,4
1974	336,2	99,3	417,1	41,4	4,2	51,3	0	4	8,8	152,9	101,9	435,8
1975	131,9	174,6	136,7	55,4	0	0	25	0	99,2	165,8	364,7	140,6
1976	225,9	333	169,1	58,4	95,1	23,6	51,1	108,4	125,7	123,5	190,3	239
1977	362	111,7	188	142,9	10,8	35,8	29,1	15	67,3	51,6	320,7	402,3
1978	266,3	126,5	296,2	33,8	128,5	41,2	80	0	68,9	61,4	133,6	430,2
1979	0	205,2	84,6	51,6	123,5	0	22	39,2	167,6	127,2	136,1	423,6
1980	245,2	138,2	87,3	117,3	8,2	74,8	0	19,5	124,2	107,4	0,0	276,4
1981	224,7	96,1	188,1	9,2	30	76	0	2,4	2,5	0,0	107,1	287,5
1982	366,2	217	378,7	35,4	45,6	52,4	24,2	53,2	22,7	270	0,0	342,1
1983	362,2	340	189,6	212	233,4	52	90,4	0	267,6	367,7	256,3	335
1984	275,9	127,3	137,9	57	62,8	0	0	105,7	122,1	53,5	183	165,6
1985	372,5	179,4	190,3	96,6	11,3	0	2,3	3	6,1	99,6	335,3	146,3
1986	161,6	178,6	252,5	27,6	95,7	0	57,3	101,1	10,4	55,2	51	459,3
1987	260	177,2	79	31,3	150,3	12,7	27,8	5,6	53,9	106,4	161,4	265,2
1988	222,1	180,2	142,2	148,4	41,1	13,7	0	0	1,2	160,8	148,6	198,8
1989	244,8	306,3	105,1	23,7	80,4	50,5	76	19,6	81,6	48,6	138,1	315,9
1990	172,6	69	245,1	86,6	85	0	36,5	75,2	29,8	70,7	128,8	220,1
1991	293	121,3	279,2	158,3	52,7	5,6	5,5	0	43,5	109,7	28,2	325
1992	174,1	320,1	195,8	91,5	59,7	0	17,8	20,7	137,4	208,8	152	202
1993 (*)	214,7	346	77,7	164,8	44,3	89,9	1,3	37,6	135,5	83,2	92,9	183,3
1994 (*)	270,6	89,2	89,1	56,3	24,2	26,8	19,8	0	0,9	118	154,9	330
1995 (*)	193,8	545,7	126,5	142,6	42,7	16,7	22,2	1,3	38,2	112,9	64,9	289,2
1996 (*)	234,6	80,3	205,3	84,8	51,7	25,4	2	0	103	53	154,2	265
1997 (*)	210,7	99,3	58,9	78,7	63,7	203,3	10,8	0	45,3	71,1	374,2	126,9
1998 (*)	145,8	233	147,4	111,4	99,7	0	4,3	67,7	51,3	184,4	120,1	329,1
1999 (*)	492,7	342,6	179,4	48,1	35,1	33,7	7,2	0	75,7	61	69,7	134,4
2000 (*)	334,0	297,3	72,6	3,1	4,6	0,0	52,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Média	241,2	208,0	172,6	82,4	63,3	34,9	28,8	24,7	69,2	121,4	153,4	275,9

(*) Dados não consistidos

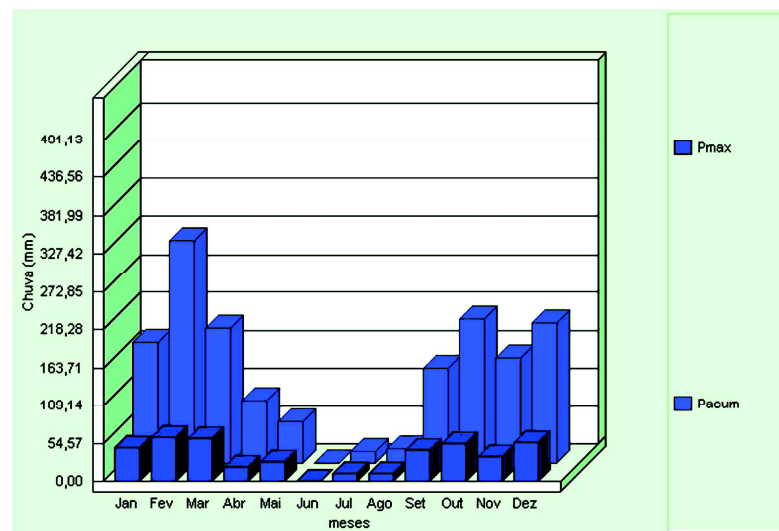


Figura 03: Pluviograma acumulado mensal (ano 1992) - Posto Pluviométrico C5-070 Monte Alto

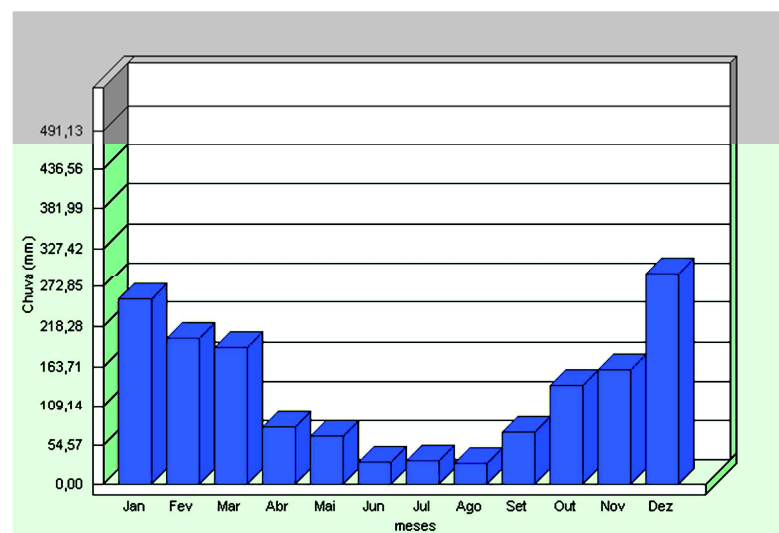


Figura 04: Pluviograma acumulado médio mensal (série histórica 1970 - 1992) - Posto Pluviométrico C5-070 Monte Alto

Nos cálculos dos estudos hidráulicos –hidrológicos serão utilizados os dados do Posto de Serrana, prefixo C4-083R, Latitude 21°13'S, Longitude 47°36'W, altitude 540,0 metros, Dados utilizados 1972-1985/ 1988-1994/ 1995.

Segundo DAEE (2000) a equação 07 de intensidade-duração-frequência para o Posto de Serrana (C4-083R) é:

$$i_{t,T} = 39,8213 \times (t + 25)^{-0,8987} + 9,1215 \times (t + 25)^{-0,8658} \times \left[-0,4786 - 0,9085 \ln \ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]$$

para $10 \leq t \leq 1.440$ Equação 07

As tabelas 14 e 15 apresentam as previsões de máximas intensidades de chuvas (mm/h) e previsões de máximas alturas de chuvas (mm). As Figuras 05 e 06 apresentam os resultados do Posto de Serrana para as Curvas IDF em Função do Período T (anos) e Curvas IDF em Função da Duração t (minutos), respectivamente.

Tabela 14: Serrana: Previsão de Máximas intensidades de chuvas (mm/h)

Duração t (minutos)	Período de Retorno T (anos)								
	2	5	10	15	20	25	50	100	200
10	93,0	127,7	150,7	163,7	172,7	179,7	201,3	222,7	244,0
20	74,4	100,4	117,6	127,2	134,0	139,3	155,4	171,4	187,3
30	62,2	83,1	96,9	104,7	110,2	114,4	127,4	140,2	153,1
60	42,2	55,6	64,5	69,5	73,0	75,7	84,0	92,3	100,5
120	26,1	34,2	39,5	42,6	44,7	46,3	51,3	56,3	61,2
180	19,2	25,0	28,9	31,1	32,6	33,8	37,5	41,1	44,7
360	10,9	14,2	16,4	17,7	18,5	19,2	21,3	23,3	25,4
720	6,0	7,9	9,1	9,8	10,3	10,7	11,8	13,0	14,1
1080	4,2	5,5	6,4	6,9	7,2	7,5	8,3	9,1	9,9
1440	3,3	4,3	5,0	5,4	5,6	5,8	6,5	7,1	7,7

Tabela 15: Serrana: Previsão de Máximas alturas de chuvas (mm)

Duração t (minutos)	Período de Retorno T (anos)								
	2	5	10	15	20	25	50	100	200
10	15,5	21,3	25,1	27,3	28,8	30,0	33,5	37,1	40,7
20	24,8	33,5	39,2	42,4	44,7	46,4	51,8	57,1	62,4
30	31,1	41,6	48,5	52,4	55,1	57,2	63,7	70,1	76,5
60	42,2	55,6	64,5	69,5	73,0	75,7	84,0	92,3	100,5
120	52,3	68,4	79,1	85,1	89,3	92,6	102,6	112,5	122,4
180	57,5	75,1	86,7	93,3	97,9	101,4	112,4	123,2	134,0
360	65,2	85,2	98,4	105,9	111,1	115,2	127,6	139,9	152,1
720	72,0	94,4	109,1	117,5	123,3	127,8	141,7	155,4	169,1
1080	75,8	99,5	115,2	124,1	130,3	135,0	149,8	164,4	178,9
1440	78,4	103,1	119,5	128,7	135,2	140,2	155,5	170,7	185,9

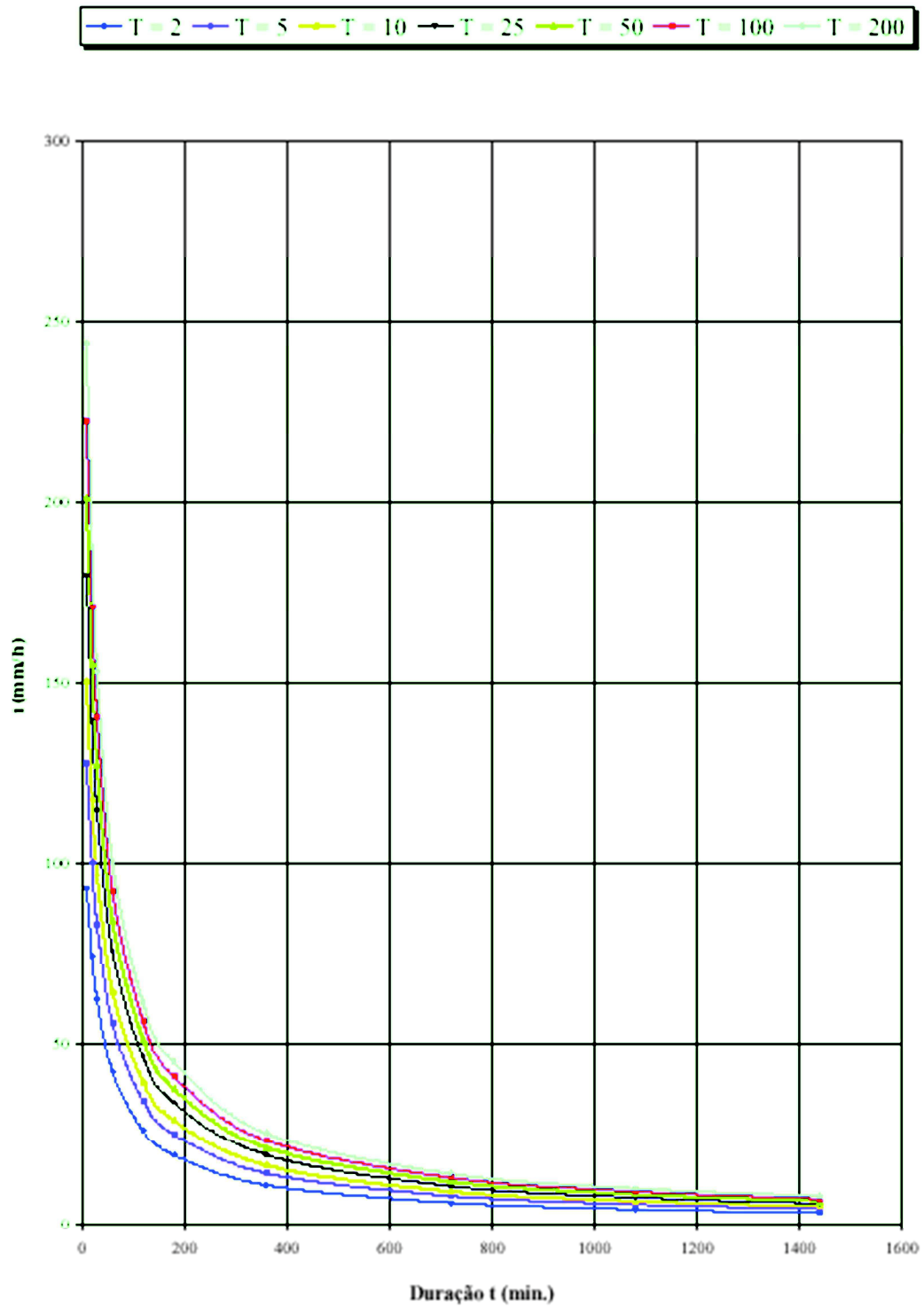


Figura 05: Serrana – Curvas IDF em Função do Período T (anos)

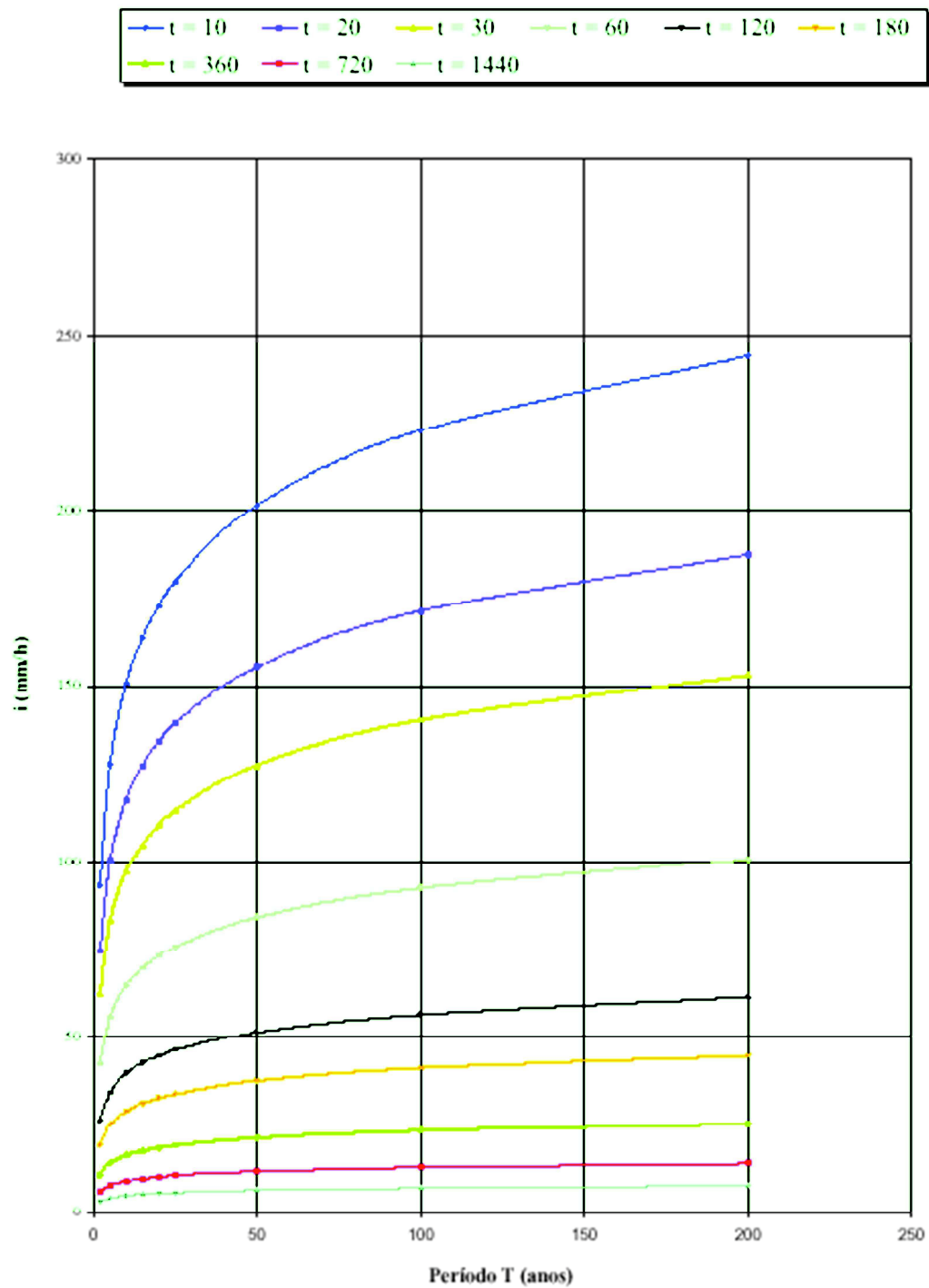


Figura 06: Serrana – Curvas IDF em Função da Duração t (minutos)

FORMA DA DRENAGEM (Fd)

A descrição qualitativa dos diferentes sistemas de drenagem pode ser observada de acordo com os esquemas da Figura 07.

Podem-se identificar os **padrões de drenagem** das Bacias Hidrográficas com o uso de mapas topográficos. Esta classificação foi fundamentada em análises geométricas das redes de drenagem. São classificados em:

- i) **Dendrítica:** Configuração em formato de árvore. É típica de regiões onde predomina rocha de resistência uniforme;
- ii) **Treliça:** Configuração composta por rios principais consequentes correndo paralelamente, recebendo afluentes subsequentes que fluem em direção transversal aos primeiros. A extensão e a profundidade dos leitos serão maiores sobre rochas menos resistentes, dando formação a vales ladeados por paredes de rochas mais resistentes.
- iii) **Retangular:** variação do padrão treliça, caracterizado pelo aspecto ortogonal devido às bruscas alterações retangulares nos cursos fluviais. Deve-se à ocorrência de falhas e de juntas na estrutura rochosa;
- iv) **Paralela:** Ocorre em regiões de vertentes com acentuada declividade, ou onde existam controles estruturais que favoreçam a formação de correntes fluviais paralelas;
- v) **Radial:** pode desenvolver-se sobre vários tipos e estruturas rochosas, como por exemplo em áreas vulcânicas e dômicas;
- vi) **Anelar:** típica de áreas dômicas; a drenagem acomoda-se aos afloramentos
- vii) das rochas menos resistentes.

Em qualquer situação a superfície da bacia é côncava, a qual determina a direção geral do escoamento.

Pode-se observar nos mapas topográficos das Bacias Hidrográficas dos Córregos Rico, do Gambá e do Tijuco que os padrões de drenagem existentes são do tipo **dendrítico e paralelo**.

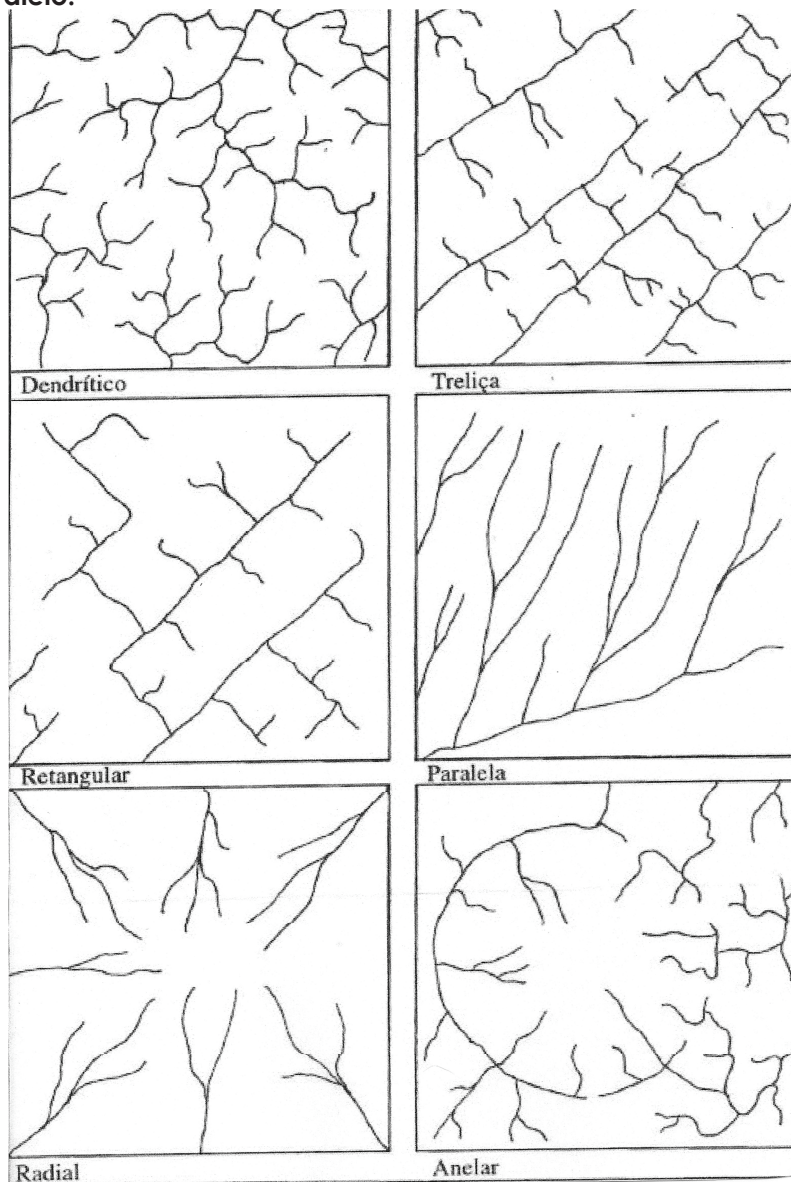


Figura 07: Padrões de Drenagem (Cristofolletti, 1974)

DECLIVIDADE DO CURSO D'ÁGUA PRINCIPAL (Dca)

A declividade de uma bacia hidrográfica tem relação importante com vários processos hidrológicos, tais como a infiltração, o escoamento superficial, a umidade do solo, etc. É, além disto, um dos fatores principais que regulam o tempo de duração do escoamento superficial e de concentração da precipitação nos leitos dos cursos d'água.

A diferença entre a elevação máxima e a elevação mínima define a chamada "amplitude altimétrica" da bacia. Dividindo-se a amplitude altimétrica pelo comprimento da bacia obtém-se uma medida do gradiente ou da declividade geral da bacia, que guarda relação com o processo erosivo.

A declividade média da bacia pode ser calculada pela Equação 08:

$$S = \left(D \times \frac{L}{A}\right) \times 100 \quad \text{Equação 08, onde:}$$

S = declividade média (%)

D = distância entre as curvas de nível (m)

L = comprimento total das curvas de nível (m)

A = área da bacia hidrográfica (m²)

Pelo método acima, verifica-se que o material necessário para obtenção da declividade média compreende um mapa plani-altimétrico, um curvímetro para a medição de distâncias no mapa, e um planímetro para a determinação da área.

Para bacias maiores, ou muito acidentadas, pode-se ampliar o intervalo entre duas curvas de nível, isto é, pode-se, por exemplo, medir apenas o comprimento de curvas alternadas.

Apesar de a declividade influir na relação entre a precipitação e o deflúvio, principalmente devido ao aumento da velocidade de escoamento superficial, o que reduz, em consequência, a possibilidade de infiltração da água no solo, não se deve desprezar a influência secundária da direção geral da declividade, ou seja, da orientação da bacia.

PARTE II – ESTUDOS HIDRÁULICOS E HIDROLÓGICOS

CÁLCULO DE VAZÕES E SEÇÕES DE CANAIS

A impermeabilidade crescente do solo, devido aos processos de urbanização, provoca um aumento do escoamento superficial das águas pluviais. Uma vez direcionadas às vias de circulação, depressões topográficas e canais naturais, a velocidade de escoamento das águas é maior, diminuindo-se, portanto os tempos de concentração das cheias e consequentemente aumentando-se os picos de vazões. E, também, os processos de alteração da calha natural dos córregos durante um longo tempo, dado ao processo de erosão do leito e solapamento das margens.

As alternativas e possibilidades de projeto, incluem entre outros, o tipo de revestimento dos canais, os trajetos a serem percorridos, e as seções transversais, levando-se em consideração as áreas já urbanizadas e aquelas com potencial de urbanização.

O canal projetado, mais adequado é aquele cuja seção permita maior volume de acumulação ao longo do trecho considerado, baixas velocidades de escoamento, resultando em tempos de concentração longos, consequentemente, atenuação das descargas de pico a jusante.

Outro efeito a ser considerado é o de armazenamento, para reduzir ou retardar o deflúvio direto. Em condições propícias a sua implantação, pode reduzir sensivelmente o custo das obras de drenagem a jusante.

Critérios e Metodologia de Cálculo

Cálculos Hidrológicos

Dados Pluviométricos

Para cálculo das vazões de projeto, foram considerados os dados hidrológicos da cidade de Serrana/SP, com coordenadas geográficas Latitude 21°29'S e Longitude 47°33'W, com altitude média de 617 metros. A consistência de dados de intensidade-duração-frequência, desenvolvida pelo Centro Tecnológico de Hidráulica DAEE-CTH-POLI, em "Chuvas Intensas no Estado de São Paulo – 1994".

A Tabela 16 abaixo apresenta os respectivos dados.

Tabela 16: Altura Pluviométrica (mm)

Posto Serrana	<i>tr</i> 50	<i>tr</i> 100
Tempo (min)	mm/min	mm/min
5	3,391	3,654
10	2,689	2,912
15	2,317	2,52
20	2,063	2,252
25	1,886	2,066
30	1,755	1,929
60	1,201	1,336
120	0,767	0,86

Fonte: CETESB/DAEE (1986) – Drenagem Urbana.

Manual de Projeto – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental.

Metodologia de Cálculo

A metodologia de cálculo adotada tem como premissa básica a determinação dos tempos de concentração das bacias no ponto de estudo considerado, com o qual, é possível a determinação da vazão de pico.

Para bacias que não apresentam grande complexidade e que tenham até 200,0 Km² de área de drenagem recomenda-se o uso do Método I-PAI-WU (Método Racional Modificado).

O Método de cálculo utilizado é o I-PAI-WU, levando-se em consideração a distribuição espacial das chuvas na bacia considerada. Os fatores adicionais a serem considerados na Fórmula Racional são: armazenamento da bacia, distribuição espacial da chuva e forma da bacia hidrográfica.

A expressão básica para aplicação do Método Racional Modificado é, segundo a Equação 09:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \times K^{0,9} \quad \text{Equação 09}$$

onde

Q: vazão de cheia [m³/s];

C: coeficiente de escoamento superficial [adimensional];

I: intensidade da chuva crítica [mm/h];

A: área da bacia de contribuição [Km²];

K: coeficiente de distribuição espacial da chuva [adimensional]

A expressão abaixo é utilizada na determinação do tempo de concentração (Tc), segundo Equação 10.

$$T_c = 57 * (L^2 / S)^{0,385} \quad \text{Equação 10.}$$

Onde:

L: comprimento do talvegue [Km];

S: declividade equivalente do talvegue [m/Km].

Pôr tratar-se de projeto de macro-drenagem, adotou-se o Período de Retorno (Tr), igual a 100 (cem) anos.

Coeficiente de Escoamento (C)

Em bacias hidrográficas de forma alongada, no sentido do talvegue, o tempo de concentração poderá ser superior ao tempo de pico da chuva crítica. Dessa maneira, para calcular o coeficiente de escoamento (C) da bacia hidrográfica, deve-se considerar o efeito da forma da bacia através do Coeficiente de Forma (C1) e o coeficiente volumétrico de escoamento (C2). O valor de C, dado pela Equação 11.

$$C = [(2/(1+F)) * (C2/C1)] \quad \text{Equação 11 onde}$$

C: coeficiente de escoamento;

C1: coeficiente de forma – Equação 12;

C2: coeficiente volumétrico de escoamento (ver tabela 17 e 18)

F: fator de forma

$$C1 = 4/(2+F) \quad \text{Equação 12} \quad \text{onde}$$

O Fator de Forma é dado pela Equação 13:

$$F = L / (2 * (A * \pi)^{0,5}) \quad \text{Equação 13 onde}$$

L: comprimento do talvegue [Km];

A: área de contribuição [Km²]

O grau de impermeabilidade do solo é classificado a partir do conhecimento do uso do solo, do grau de urbanização, da cobertura vegetal e do tipo de solo, conforme tabela 01:

Tabela 17: Grau de impermeabilização do solo em função do uso

Grau de impermeabilidade do solo	Cobertura ou tipo do solo	Uso do solo ou grau de urbanização
Baixo	- com vegetação rala e/ou esparsa; - Solo arenoso seco; - Terrenos cultivados.	- zonas verdes não urbanizadas.
Médio	- terrenos com manto fino de material poroso; - solos com pouca vegetação; - gramados amplos; - declividades médias.	- zona residencial com lotes amplos (maior que 1.000 m²); - zona residencial rarefeita.
Alta	- terrenos pavimentados; - solos argilosos; - terrenos rochosos estéreis ondulados; - vegetação quase inexistente.	- zonas residenciais com lotes pequenos (100 a 1.000 m ²)

Fonte: Manual de cálculo das vazões máximas, médias e mínimas nas bacias hidrográficas do Estado de São Paulo. DAEE (1994).

Tabela 18: Coeficiente volumétrico de escoamento (C2)

Grau de impermeabilidade da superfície	Coeficiente Volumétrico de Escoamento (C2)
Baixo	0,30
Médio	0,50
Alto	0,80

Fonte: Manual de cálculo das vazões máximas, médias e mínimas nas bacias hidrográficas do Estado de São Paulo. DAEE (1994).

Os coeficientes de impermeabilização do solo considerados foram de 0,3 (três décimos) para as áreas rurais e 0,7 (sete décimos) para as áreas urbanas ou urbanizadas.

Efeito de Armazenamento

O efeito de armazenamento de água da Bacia Hidrográfica, que ocorre em pontos localizados nos leitos de cursos d'água ou mesmo em galerias e obras correlatas, é levado em consideração através do expoente redutor (n) aplicado sobre o parâmetro de área de drenagem da bacia. Adotou-se o valor de 0,9.

Coeficiente de Distribuição Espacial da Chuva (K)

O Coeficiente de Distribuição Espacial da Chuva (K) é função da área de drenagem (Km^2) e do tempo de concentração (horas), obtido de maneira gráfica.

Para este projeto adotou-se o valor de **K = 0,983**.

Vazões de Cheia e Vazão Máxima de Projeto

A seguir são listados os dados de vazão de projetos calculados para os pontos de estudo da área urbana, conforme indicado no Mapa de Sub-bacias hidrográficas (Relatório 01 e 02) dado pela expressão:

Vazão de Cheia – Equação 14

$$Q = 0,278 * C * I * A^{0,9 * K}$$

Vazão Máxima de Projeto

A Vazão Máxima de Projeto é dada pela somatória da vazão de cheia com a vazão de base, segundo Equação 15. O valor da vazão de base é de 10% da vazão de cheia, segundo a Equação 16:

$$Q_p = Q + Q_b \quad \text{Equação 15 onde}$$

$$Q_b = 0,10 * Q \quad \text{Equação 16 onde}$$

Q: vazão de cheia [m³/s];

Qb: vazão de base [m³/s];

Qp: vazão máxima de projeto [m³/s].

Cálculos Hidráulicos

Seções de Canais

Para determinação da seção do canal satisfatória para cada trecho compreendido entre os pontos de estudo escolhidos, utilizou-se da Equação de Manning, e da Equação da Continuidade, a saber:
Equação de Manning – Equação 17:

$$V = \frac{n \times \sqrt[3]{Rh^2} \times \sqrt{I}}{n} \quad \text{Equação 17}$$

Onde:

V: velocidade [m/s];
N: coeficiente de rugosidade
(gabiões = 0,035; grama = 0,035; concreto =);
Rh: raio hidráulico;
I: declividade [m/m].

Equação da Continuidade – Equação 18:

$$Q = V \times A \quad \text{Equação 18}$$

Onde:

Q: vazão [m3/s];
A: área molhada [m2];
V: velocidade [m/s].

Os dados de topografia foram fornecidos pela Secretaria de Planejamento, Obras e Infra-estrutura, em curvas de nível de metro em metro, e da Carta do IBGE/Jaboticabal/Taiuva, escala 1:50.000, com curvas de 20 em 20 metros.

Rugosidade do Canal

A tabela 19 apresenta alguns valores do coeficiente de rugosidade (n) para utilização em projetos de Canais.

Tabela 19: Coeficiente de Rugosidade de Manning (n)

Revestimento	n
Terra	0,035
Rachão	0,035
Gabião	0,028
Pedra argamassada	0,025
Aço corrugado	0,024
Concreto (*)	0,018

Fonte: Guia Prático para projetos de pequenas obras hidráulicas. DAEE 2005.

(*) Valor sugerido pelo DAEE

(*) Segundo DAEE, para canais de concreto bem acabado, de traçado retilíneo, com águas limpas, pode-se admitir $n=0,013$. Caso a canalização apresente singularidades, onde houver a possibilidade de retenção e/ou de deposição de sedimentos, deve-se adotar $n=0,018$ ou estimar a rugosidade equivalente. Neste projeto adotaremos o valor de $n = 0,018$.

Velocidade Máxima

Os valores de velocidades máximas para alguns revestimentos usados em canais são apresentados na tabela 20.

Tabela 20: Velocidades máximas segundo o tipo de revestimento do canal.

Revestimento	V_{máx} (m/s)
Terra	1,50
Gabião	2,50
Pedra argamassada	3,0
Concreto (*)	4,0

Fonte: Guia Prático para projetos de pequenas obras hidráulicas. DAEE 2005.

Borda Livre

Para garantir a segurança da obra e do canal será adotada uma *borda livre mínima* que corresponda a 10% da lâmina d'água estimada ou não inferior a 0,40 metro.

Número de Froude

Para classificar o comportamento do escoamento das águas dos canais, usa-se o Número de Froude, segundo a equação 19 a seguir e pela tabela 21:

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{G * y}} \quad \text{Equação 19}$$

Onde: Fr: número de Froude

V: Velocidade (m/s)

G: aceleração da gravidade (m2/s)

Y: altura da lâmina d'água (m).

Tabela 20: Classificação do tipo de escoamento, segundo Froude.

Número de Froude	Classificação do Escoamento
Fr < 1	Escoamento lento ou fluvial
Fr = 1	Escoamento Crítico
Fr > 1	Escoamento rápido ou torrencial

Seções de Controle do Dimensionamento do Canal do Córrego Rico, Córrego do Gambá e Córrego do Tijuco

As seções de controle e dimensionamento do Canal do Córrego Rico, Córrego do Gambá e Córrego do Tijuco foram determinadas utilizando o seguinte critério: existência de interferência no escoamento das águas (por exemplo: pontes, etc). A localização das seções de controle esta nos mapas em anexo, as áreas de drenagem de cada seção de controle, respectivamente, na tabela 21.

Tabela 21: Seções de controle e áreas de drenagem.

CÓRREGO RICO	
SEÇÃO	ÁREA (Km ²)
3	6,42
2	36,11
1	47,90
CÓRREGO DO TIJUCO	
3	4,74
2	16,41
1	27,84
CÓRREGO GAMBÁ	
3	11,93
2	21,56
1	29,82

Os resultados dos cálculos hidráulicos-hidrológicos são apresentados no **Anexo 02**.

ANEXO 01 – ORDEM E COMPRIMENTO DE CANAIS

BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO RICO

CANAL	ORDEM (n)	Extensão (m)
1	1	382,29
2	1	1128,8
3	1	1.044,75
4	2	360,02
5	2	581,08
6	1	406,25
7	1	634,32
8	1	592,69
9	2	219
10	2	584,68
11	1	735,59
13	1	579,75
14	1	854,63
15	1	537,17
16	2	456,06
18	1	1.007,91
19	3	4781,3
20	1	1.007,92
21	1	518,14
22	1	1.126,38
23	1	692,47
24	1	420,87
25	1	1.412,36
26	1	1.096,42
27	1	500,89

28	1	579,04
29	2	584,98
30	1	852,25
31	1	1.304,93
32	1	455,89
33	2	166,37
34	2	882,3
35	2	983,43
36	1	1.008,5
37	3	835
38	3	641,59
39	1	468,48
40	4	393,74
41	4	1.187,02
42	1	4.707,53
43	1	361,32
44	1	716,21
45	2	799,9
46	2	998,67
47	1	2.424,83
48	1	1.528,97
49	1	713,27
50	1	609,07
51	2	1.225,01
52	4	143,59
53	4	739,59
54	4	303
55	4	666,84
56	1	645,63
57	4	823,08
58	1	1.687,29
59	4	854,69
60	1	2127,2
61	1	816,52
62	1	444,1
63	2	460,8
64	1	591,43
65	2	693,54
66	1	467,61
67	2	903,28
68	1	716,37
69	2	1.816,94
70	1	1.389,76
71	2	1.222,85
72	1	949,43
73	1	1.211,36
74	4	1.522,88
75	4	172,71

76	4	886,28
77	4	423,98
Total (m)		68.770,79
Total (Km)		68,77

BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO GAMBÁ

CANAL	ORDEM (n)	Extensão (m)
1	1	1609,48
2	1	1176,39
3	1	692,84
4	2	178,76
5	2	553,3
6	1	531,79
7	2	258,72
8	1	403,88
9	1	415,53
10	1	1248,96
11	1	380,86
12	2	134,72
13	2	148,09
14	2	59,71
15	3	240,52
16	1	397,14
17	3	359,12
18	1	335,92
19	3	624,24
20	1	581,64
21	1	277,15
22	1	170,77
23	3	534,59
24	1	288,55
25	1	314,58
26	2	671,46
27	1	428,87
28	1	947,08
29	2	159,76
30	2	432,45
31	1	427,33

32	2	601,31
33	1	386,08
34	1	444,83
35	2	271,37
36	2	1623,15
37	1	785,15
38	1	1196,78
39	1	1000,44
40	1	739,35
41	2	197,1
42	2	598,75
43	1	1135,4
44	2	906,04
45	3	573,5
46	3	1227,22
47	1	622,28
48	1	445,83
49	2	487,53
50	1	609,07
51	1	520,3
52	1	557,34
53	2	288,42
54	2	761,71
55	1	705,44
56	1	184,64
57	2	439,05
58	3	346,36
59	3	675,07
60	1	547,85
61	1	394,18
62	1	714,89
63	3	194,73
64	3	339,07
65	3	700,26
66	1	331,81
67	1	453,57
68	2	837,89
69	1	1036,71
70	3	285,91
71	3	1314,62
	Total (m)	40465,2
	Total (Km)	40,4652

BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO TIJUCO

CANAL	ORDEM (n)	Extensão (m)
1	1	450,79
2	1	782,66
3	2	311,68
4	1	657,95
5	2	231,24
6	1	416,84
7	1	243,4
8	2	178,03
9	1	521,02
10	1	392,43
11	1	216,14
12	3	248,84
13	3	272,17
14	3	46,81
15	3	276,68
16	1	126,03
17	1	710,07
18	1	406,01
19	2	283,75
20	3	580,35
21	1	963,44
22	1	1.184,84
23	1	371,87
24	1	671,11
25	2	565,72
26	1	360,55
27	2	354,89

28	2	757,53
29	1	428,6
30	3	117,03
31	3	143,92
32	3	752,22
33	1	289,48
34	1	271,29
35	1	285,78
36	2	256,29
37	1	340,5
38	1	297,56
39	2	78,75
40	2	210,85
41	1	215,64
42	1	389,5
43	2	384,6
44	2	304,88
45	3	311,57
46	1	645,11
47	3	927,32
48	1	791,21
49	1	705,31
50	1	373,18
51	2	131,92
52	1	324,24
53	2	200,12
54	2	83,52
55	1	300,97
56	2	306,1
57	1	369,32
58	1	321,55
59	2	474,23
60	3	171
61	3	336,27
62	1	385,56
63	1	728,96
64	1	486,42
65	2	403,13
66	1	494,81
67	3	100,84
68	3	171,77
69	3	594,93
70	1	937,07
71	1	975,97
72	3	464,79
73	3	386,82
74	4	681,63
75	1	1.074,22

76	4	280,74
77	1	697,28
78	1	499,82
79	2	898,11
80	1	866,93
81	1	835,83
82	4	99,58
83	4	730,49
84	1	1.263,72
85	1	451,39
86	4	286,68
87	4	412,03
88	4	942,35
89	1	1.268,77
90	1	903,21
91	1	559,94
92	2	825,58
93	4	482,52
94	4	449,19
Total (m)		44.763,75
Total (Km)		44,76

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SÁBER, A.N. A terra paulista. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n.º 23, p. 5-38, 1956.
- Amaral, L.A. **Estudo Piloto da Poluição Antrópica da Bacia Hidrográfica do Córrego Rico**. 68p. (Relatório Fapesp). 2005.
- ALMEIDA, F.F.M. O planalto basáltico da bacia do Paraná. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n.º 24, p. 3-34, 1956.
- AZEVEDO NETTO, J. M. de e ALVAREZ, G. A.. **Manual de Hidráulica**. São Paulo, Editora Edgard Blucher Ltda., vol.I e II, 1973.
- AGRA, S. G. Estudo experimental de microrreservatórios para controle do escoamento superficial. Porto Alegre, **Dissertação de Mestrado**, Instituto de Pesquisas Hidráulicas. IFRGS, 2001.
- BIDONE, F.R.A., TUCCI, C. E. M. Microdrenagem. In TUCCI, C.E.M., PORTO R.L., BARROS, M.T. (organizadores). **Drenagem Urbana**. Porto alegre, ABRH/Editora da UFRGS, 1995, Pg. 78-105.
- BOTELHO, M.H.C. **Águas de Chuva: Engenharia das Águas Pluviais nas Cidades**. São Paulo, Edgar Blucher, 1998.
- BRAGA, B., TUNDISI, J.G. **Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação**. São Paulo, Escrituras Editora, 2002, Pg. 473-505.
- BRASIL (Ministério das Cidades). **Programa Drenagem urbana sustentável/Manual para apresentação de propostas/Sistemática 2004**. Acesso, em 12/12/2004.
- BRASIL (Ministério da Agricultura) – **Carta de Solos do Estado de São Paulo (Contribuição à Carta de Solos do Brasil)**, 1:500.000, 1960.
- CANO, W. (coord.) - **A interiorização do desenvolvimento econômico do estado de São Paulo. (1920-1980)**. F. Seade, 3v. São Paulo: Contexto, 1988.
- CARDOSO NETO, A. **Sistemas Urbanos de Drenagem**. <http://www.labdren.ufscar.br>, acessado em 2005.
- CARVALHO, P. F. de e BRAGA, R. **Da negação à Reafirmação da Natureza na Cidade: o conceito de “renaturalização” como suporte à política urbana**. Recife, VIII Simpósio de Geografia Urbana/UFPE, 2003.
- CETESB/DAEE (1986) – **Drenagem Urbana**. Manual de Projeto – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental.
- CHRISTOFOLETTI, A. Impactos no meio ambiente ocasionados pela urbanização tropical. In SOUZA, M. A. de, SANTOS, M., SCARLATO, F. C. e ARROYO, M. (organizadores). **Natureza e Sociedade de Hoje: uma leitura geográfica**. São Paulo, Hucitec, 1993:127-38.
- DAEE (2005) - **Guia Prático para projetos de pequenas obras hidráulicas**. Departamento de Águas e Energia Elétrica. www.daee.sp.gov.br. 27/09/2005.
- DAEE (1994) – Manual de Cálculo. **Vazões Máximas, Médias e Mínimas - Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo** – Departamento de Águas e Energia Elétrica.
- DAEE (1994) – **Chuvas Intensas no Estado de São Paulo**, DAEE – FCTH – Departamento de Águas e Energia Elétrica / Centro Tecnológico de Hidráulica – POLI/USP.
- DE BIASI, M. A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. **Revista do Depto. De Geografia**, São Paulo, vol. 6, p. 45-53, 1992.
- DE BIASI, M. Cartas de declividade: confecção e utilização. **Geomorfologia**, São Paulo, n.º 21, p. 8-13, 1970.
- FADIGA Jr., F. M. (2001). **Projeto de Canais e Reservatórios de Retenção para Drenagem Urbana**. FCTH/USP – São Paulo. www.fcth.usp.br
- FERREIRA, J. P. **Enciclopédia dos municípios brasileiros**. IBGE. Rio de Janeiro, 1957. Vol. 28.

- FRANCISCO, J. e CARVALHO, P. F. de. A Função Sócia da Área de Preervação Permanente na Cidade. São Carlos, **Anais do III ENECS** – Encontro Nacional sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, 2003.
- FREITAS, R.O. Grupo Bauru. Geologia do estado de São Paulo. **Boletim n.º 41**, p. 126-147, 1964.
- HOUGH, M. **City Form and Natural Process- towards a new urban vernacular**. London & Sidney, Croom Helm, 1984.
- LEPSCH, I.F. Levantamento de solos. In: MONIZ, (coord.). **Elementos de pedologia**. São Paulo: EDUSP, Polígono, 1972.
- LUPINACCI, C.M. **A importância das cartas morfométricas nos estudos ambientais: comunicação**. Rio Claro: Laboratório Geoambiental, Depto. de Planejamento Regional, IGCE, UNESP, 1995.
- MENDES, I.A. A dinâmica erosiva do escoamento pluvial na bacia do córrego Lafon, Araçatuba, SP. 1993. 192 f. **Tese (Doutorado em Geografia)** – Depto. de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- MONIZ, A. C. **Elementos de pedologia**. Ed. da USP, 1912. pp. 384-386.
- MONTEIRO, C.A.F. **A dinâmica climática e as chuvas no estado de São Paulo: estudo geográfico sob a forma de Atlas**. São Paulo: Instituto de Geografia, USP, 1973.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE MIRASSOL – SP. **Plano de Manejo do Parque Natural Municipal da Grota de Mirassol – Mirassol (SP)**. MMA – Ministério do Meio Ambiente, FNMA – Fundo Nacional do Meio Ambiente. 151 pág. e anexos, São Paulo, 2003.
- PORTO, R.L. Escoamento Superficial Direto. In TUCCI, C.E.M., PORTO R.L., BARROS, M.T. (organizadores). **Drenagem Urbana**. Porto alegre, ABRH/Editora da UFRGS, 1995, Pg. 107-165.
- SÃO PAULO (ESTADO). Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo 1: 1.000.000**, vol. I, São Paulo: IPT, 1981.
- SÃO PAULO (Estado). Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT). **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo**. Vol. II, 1981.
- SÃO PAULO (Estado). Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT). **Mapa geológico do estado de São Paulo**. Vol. I. 1981.
- SIGRH (2003) – **Plano Estadual de Recursos Hídricos/Banco de Dados pluviográficos do Estado de São Paulo**. CD Rom Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica/SP. www.sigrh.sp.gov.br
- SOUZA, V. C. B. de. **Estudo experimental de infiltração no controle da geração do escamento superficial**. Porto Alegre, Dissertação de Mestrado, Instituto de Pesquisas Hidráulicas. IFRGS, 2002.
- SPIRIDONOV, A.I. **Princípios de la metodologia de lãs investigaciones de campo y el mapeo geomorfológico**. La Habana: Universidad de La Habana, 1981.
- SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo: Edgard Blucher, Editora da Universidade de São Paulo, 1973.
- TOMAZ, P. **Cálculos Hidrológicos e Hidráulicos para Obras Municipais**. São Paulo, Navegar Editora, 2002
- TUCCI, C. E. M. Água no meio ambiente urbano. In REBOUÇAS, A. C., BRAGA, B. e TUNDISI, J. G.. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo, Escituras Editora, 2002, p.: 473-505.
- TUCCI, C. E. M. **Drenagem Urbana**. <http://www.cidades.gov.br>, acesso em 2005.
- TUCCI, C.E.M., PORTO R.L., BARROS, M.T. (organizadores). **Drenagem Urbana**. Porto alegre, ABRH/Editora da UFRGS, 1995.
- UFG/LU - Universidade Federal de Goiás (Escola de Engenharia Civil)/Loughborough University. **Drenagem urbana sustentável no Brasil/Relatório do Workshop em Goiânia, Goiânia, UFG/LU, 2003.**

ANEXO 02 – CÁLCULOS HIDRÁULICOS E HIDROLÓGICOS



**PLANO DIRETOR DE MACRODRENAGEM
MUNICÍPIO DE MONTE ALTO/SP**

PREFEITURA MUNICIPAL DE MONTE ALTO

**RELATÓRIO PARCIAL 05
Proposição de Medidas Mitigadoras
Estruturais e não-estruturais**

**RELATÓRIO PARCIAL 06
Proposição de Projeto de Lei do
Plano Diretor de MACrodrenagem**

**RIBEIRÃO PRETO/SP
JUNHO/2008**

**Contrato Administrativo 054/2007
Proc. SAF/SL 062/2007
CONTRATO FEHIDRO 244/2006**

Equipe Técnica

**Lourenço Leme da Costa Jr.
Engenheiro Civil
Responsável Técnico
CREA 506.106.43.52/D**

**Danubia de Lima
Arquiteta e Urbanista
CREA 506.181.3059/D**

Este Relatório Técnico apresenta o Produto 05 – **Proposição de Medidas mitigadoras estruturais e não-estruturais** e o Produto 06 – **Proposição de Projeto de Lei do Plano Diretor de Macro drenagem** para elaboração do **PLANO DIRETOR DE MACRODRENAGEM DE MONTE ALTO**.

Estes produtos estão previstos nos itens 05 e 06 do Cronograma Físico Financeiro do Contrato Administrativo 054/2007 – Processo SAF/SL 062/2007/ CONTRATO FEHIDRO 244/2006.

INTRODUÇÃO

A ocupação do meio físico e a exploração dos recursos naturais são processos que fundamentam a consolidação dos assentamentos humanos, pois grupos sociais se estabelecem em um determinado local e iniciam a sua exploração. A ampliação da ocupação do espaço natural, intensifica a exploração dos recursos naturais, tendo como consequência a degradação do meio ambiente. Isto implica em um questionamento do atual modelo de desenvolvimento, onde a relação entre desenvolvimento econômico e preservação do meio ambiente é extremamente conflitante.

Neste contexto, foi formulado o conceito de **desenvolvimento sustentável** que é comumente definido como *“aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades”*. Com o aprofundamento das discussões sobre esse tema, alguns autores destacam que a sustentabilidade possui várias abordagens além da econômica. Ainda, segundo SACHS (1994) *apud* FIGUEIREDO (2000) a sustentabilidade possui cinco dimensões, a saber, dimensão social, econômica, ecológica, espacial e cultura.

As discussões relacionadas com a estruturação do espaço urbano e neste caso, o processo de implantação do sistema de drenagem, deve incorporar esses conceitos relacionados com as diversas dimensões da sustentabilidade, principalmente, a ecológica, econômica e social.

Segundo BUTLER e PARKINSON (1997) a proposição de uma drenagem urbana sustentável é inacessível, pois existe atualmente uma incompatibilidade muito elevada entre a produção e ocupação do meio urbano, e os sistemas de drenagem. Defendem sistemas de drenagem *“menos insustentáveis”*. Onde o processo de gerenciamento da drenagem urbana deve se pautar em medidas diversificadas, que utilizem técnicas e tecnologias estruturais e não-estruturais.

As técnicas que procuram abordar esses conceitos, compatibilizando a demanda da população e a capacidade de suporte do meio físico, em relação ao ciclo hídrico, se propõem a equacionar o consumo de água potável, a geração de esgoto e a redução do escoamento superficial, apresentam sinais de sucesso, como resultado têm-se: *“virtual erradicação das enfermidades comuns associadas à transmissão oral-fecal; eliminação das inundações frequentes do escoamento superficial e redução dos impactos da poluição localizada no meio ambiente.”*

Portanto, segundo BUTLER e PARKINSON (1997), *“a sustentabilidade operacional ou sustentabilidade sócio-econômica são dessa forma, sem dúvida, críticas para a obtenção das últimas metas do desenvolvimento sustentado”*.

A tabela 01 apresenta algumas estratégias de ação para obter-se um contexto mais sustentável, do ponto de vista da drenagem urbana, propostas por BUTLER e PARKINSON (1997). As propostas de medidas sustentáveis para a drenagem urbana, segundo BUTLER e PARKINSON (1997), enfatizam o aspecto de controle do escoamento superficial na fonte geradora, através de retenção, detenção e infiltração.

A **bacia hidrográfica urbana deve ser entendida como um sistema integrado e dinâmico**. As medidas de controle dos impactos da urbanização devem ser implantadas na bacia como um todo, isto

porque dependendo da medida adotada individualmente, pode gerar impactos em outras áreas.

TUCCI e GENZ (1995) propõem conceitos relacionados com a sustentabilidade da drenagem urbana.

São eles:

- (i) a bacia como sistema;*
- (ii) medidas de controle no conjunto da bacia,*
- (iii) não ampliação da cheia natural,*
- (iv) controle permanente e*
- (v) educação.*

O processo de ocupação do espaço urbano deve ser realizado tendo em vista a permanência das características hidrológicas das condições de pré-urbanização, com o uso de medidas de armazenamento e infiltração, o monitoramento da bacia urbana deve ser permanente e não esporádico.

As autoridades locais responsáveis pela drenagem urbana, na maioria das vezes, tomam providências somente após um determinado evento severo, que tenha provocado prejuízos financeiros e sociais, trabalhando em uma lógica corretiva e não preventiva. Deve-se ressaltar que isso ocorre por diversos motivos, tais como: a falta de recursos financeiros, escassez de pessoal qualificado e ausência de manutenção do sistema, etc.

A construção de uma drenagem urbana sustentável deve ser permanente e contínua, pois para ocorrer uma mudança da

percepção que a população e técnicos possuem da drenagem, é necessário um esforço permanente.

TABELA 01 - Estratégias em direção a drenagem urbana sustentável

Componentes do esgoto	Problemas	Estratégias propostas	Benefícios potenciais	Desvantagens potenciais
Transporte de água	- consumo desnecessário de água - diluição de esgoto - requisitos de tratamento final com custos elevados	- introdução de técnicas de conservação de água - reuso da água - buscar meios alternativos de transporte do esgoto	- conservação dos recursos hídricos - melhoria da eficiência dos processos de tratamento	- possibilidade de aumento da sedimentação dos esgotos - risco à saúde associados com o reuso da água
Esgotos industriais	- rompimento do tratamento biológico convencional - elevação dos custos do tratamento dos esgotos - tornar os esgotos orgânicos incapazes de serem usados na agricultura	- remoção de escoamento de esgotos domésticos - pré-tratamento, redução da concentração de poluentes químicos problemáticos - promover processos industriais alternativos usando substâncias biodegradáveis	- melhoria no tratamento dos esgoto - melhoria na qualidade dos efluentes e esgotos - redução dos danos ambientais - economia de custos associados com reuso de produtos químicos recuperados	- custos associados com a implementação de novas práticas - perda de instalações de monitoramento - pode promover disposição ilegal de esgotos
Águas Pluviais	- Exigem grandes e caros sistemas de esgotamento - Escoamentos transientes podem romper os processos de tratamento - Vazões de inundação podem causar danos ambientais	- Utilizar sistemas de drenagem locais - Armazenar e usar a água de chuva como um recurso hídrico - Prover tanques de infiltração, bacias de percolação e pavimentos permeáveis - Promover uma engenharia sensível ecologicamente, por exemplo, pela construção de lagoas	- Redução da poluição de escoamentos - Melhoria na eficiência do tratamento - Reduzir a demanda por água potável - Reduzir a capacidade hidráulica exigida das galerias e canais	- Instalações descentralizadas são difíceis de monitorar - Aumenta o espaço requerido - Risco de contaminação de água subterrânea

Fonte: BUTLER e PARKINSON (1997).

A Drenagem urbana sustentável para ser implantada e operacionalizada nos municípios dever ser a partir da combinação de

medidas estruturais e não-estruturais. Essas estratégias serão definidas e detalhadas nos itens seguintes desse documento.

PARTE I

MEDIDAS MITIGADORAS ESTRUTURAIS E NÃO-ESTRUTURAIS

MEDIDAS ESTRUTURAIS

As **Medidas -Estruturais** são definidas como “intervenções no sistema de drenagem que empregam elevados recursos financeiros”, tais como canalização de canais, galerias de águas pluviais, bacias de retenção ou detenção de águas pluviais, etc. Estão relacionados com obras e construções. As intervenções estruturais consistem em obras que devem privilegiar a redução, o retardamento e o amortecimento do escoamento das águas pluviais. Estas intervenções incluem: reservatórios de amortecimento de cheias, adequação de canais para a redução da velocidade de escoamento sistemas de drenagem por infiltração, implantação de parques lineares, recuperação de várzeas, renaturalização de cursos de água.

A seguir são descritas algumas modalidades de medidas estruturais aplicadas na drenagem urbana.

Reservatório de amortecimento de cheias

É uma estrutura que acumula temporariamente as águas pluviais com a função de amortecer as vazões de cheias e reduzir os riscos de inundações a jusante. Os reservatórios de amortecimento podem ser *em linha* ou *lateral* de acordo com seu posicionamento em relação ao canal que contribui para o reservatório.

O reservatório *em linha* é posicionado ao longo do canal. Possui uma estrutura de barramento dotada de um descarregador de fundo e extravasor. A capacidade do descarregador é limitada à capacidade do trecho de canal a jusante. O extravasor funciona como um dispositivo de segurança para vazões superiores à vazão de projeto. O reservatório *lateral* é implantado ao lado do canal e recebe a vazão excedente por um vertedor lateral. O nível da soleira do vertedor é definido em função do nível máximo

admitido no canal e as suas dimensões são determinadas em função da vazão excedente a ser lançada no reservatório. A descarga do reservatório lateral pode ser feita por gravidade, através de válvulas de retenção que se abrem quando o nível do canal baixa.

Pode também ser realizada por bombeamento quando o nível do fundo do reservatório estiver abaixo do nível do fundo do canal.

Quando mantido seco na estiagem, o reservatório é chamado de reservatório (ou bacia) de *detenção*. Quando o reservatório mantém um volume permanente de água, é chamado de reservatório (ou bacia) de *retenção*.

Parque linear ribeirinho

Parque implantado em uma faixa ao longo de um rio, córrego ou canal. Tem múltiplas funções, sendo a principal delas, proteger a zona ribeirinha contra ocupações irregulares que possam vir a confinar o corpo de água e reduzir a largura da área destinada à inundação.

Dentre as outras funções que um parque linear pode ter, destacam-se:

- restauração de várzeas;
- proteção das margens contra erosão;
- recomposição da vegetação ciliar;
- redução da velocidade de escoamento com a redução dos picos de cheias;
- redução da poluição difusa;
- área de lazer e incremento da área verde.

Recomenda-se que os parques lineares abranjam as áreas de reserva permanente (APPs) conforme estabelecidas pela Lei n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965 e disposições complementares.

Parque isolado associado a reservatório de amortecimento de cheias ou área para infiltração de águas pluviais

Trata-se de um parque situado em posição estratégica na bacia hidrográfica que tem como finalidade aumentar a área permeável e amortecer as vazões de cheias reduzindo, assim a necessidade de ampliar a capacidade do sistema de drenagem à jusante.

O parque isolado deve ser concebido de modo a promover a infiltração das águas de chuva e contar com lagos que, além da função ornamental, devem ser projetados para amortecer o escoamento.

Assim como os parques lineares, os parques isolados possuem múltiplas funções:

- ampliação da área verde;
- aproveitamento de áreas passíveis de invasão;
- recarga do aquífero subterrâneo, área de contemplação e lazer para a população.

Restauração de áreas úmidas (várzeas)

São obras que visam recompor as áreas de inundação natural de rios e córregos. Podem ser associadas aos parques lineares e se aplicam geralmente às áreas ribeirinhas alteradas ainda não densamente ocupadas. A restauração de áreas úmidas é importante para restabelecer as áreas naturais de inundação com efeitos positivos na redução das inundações a jusante, na redução das cargas poluidoras de fontes difusas e à restauração do ecossistema ribeirinho.

Banhados construídos ("wetlands")

Wetlands são zonas de transição situadas no trajeto das águas que escoam por uma bacia, entre as regiões mais altas e os talwegues. Incluem pradarias úmidas, mangues,

pântanos, charcos e várzeas. As wetlands abrigam flora e fauna típicas de solos inundados ou saturados favorecendo, por isso, o desenvolvimento de um rico ecossistema.

As wetlands funcionam como uma espécie de filtro natural, retendo e transformando sedimentos, absorvendo nutrientes e purificando a água. Este processo é o resultado de dezenas de transformações físicas e biológicas, incluindo sedimentação, absorção, adsorção, mineralização, e transformações microbiológicas. Os processos naturais de tratamento em uma wetland são movidos pela energia solar e eólica. Para muitos poluentes a capacidade de tratamento é renovada continuamente, o que faz com que funcionem como sistemas ecológicos praticamente auto-sustentáveis, exigindo muito pouca manutenção.

As wetlands construídas podem ter capacidade de assimilação de poluentes igual ou maior que as wetlands naturais. Além disso, funcionam como bacias de retenção e de infiltração, reduzindo as vazões e os volumes de cheia.

Entre as principais funções de uma wetland, destacam-se:

- Tratamento de efluentes secundários ou de águas poluídas do sistema de drenagem, promovendo a melhoria da qualidade da água dos corpos hídricos à jusante;
- Controle de cheias;
- Aumento da recarga do aquífero;
- Restauração de ecossistemas naturais;
- Criação de áreas verdes e de áreas de contemplação;
- Promoção de educação ambiental por meio de visitas monitoradas.

Além dessas finalidades, a implantação de wetlands é uma maneira eficiente de ocupar regiões que sofrem forte pressão da expansão urbana.

Restauração de margens

Refere-se à estabilização e recomposição de margens de rios e canais rompidas pelo efeito da erosão, *piping*, sobrecarga do maciço, colapso de estruturas de contenção, dentre outros motivos.

Os serviços de restauração de margens incluem: retaludamento, revegetação, revestimento e estruturas de contenção. Deverá ser dada referência a soluções que não envolvam estruturas pesadas. Sempre que for viável deverão ser utilizadas técnicas de renaturalização, procurando-se recompor as condições naturais do corpo de água.

Recomposição de vegetação ciliar

Consiste na recuperação da vegetação ao longo da faixa de APP quando a vegetação tiver sido removida por ação antrópica. A recomposição poderá ser feita através do plantio de espécies originais da região ou pelo isolamento da área, após a remoção das espécies exóticas, para que a vegetação se recomponha naturalmente.

Renaturalização de rios ou córregos

Trata-se de técnica ainda pouco utilizada no Brasil, mas muito difundida em outros países. Pode ser aplicada em conjunto com a implantação de parques lineares e consiste em promover as condições necessárias para que o curso de água recupere suas condições naturais. Os benefícios principais alcançados com essa técnica são as reduções dos picos de cheia, a diminuição dos processos erosivos, a melhoria da qualidade da água e o restabelecimento do ecossistema.

Contenção de encostas instáveis

Consiste em obras de recuperação e estabilização de encostas instabilizadas pela ação das águas pluviais. Abrangem: retaludamento, revestimento de taludes, muros de arrimo e readequação do sistema de drenagem na área de intervenção.

Bacias de contenção de sedimentos

São reservatórios ou tanques implantados em pontos estratégicos do sistema de drenagem (geralmente nos pontos de quebra de greide ou de inflexão de declividade) que, através da redução da velocidade de escoamento, promovem a sedimentação dos sólidos suspensos nas águas pluviais.

Dissipadores de energia

São estruturas que têm como finalidade a redução da energia do escoamento para proteger, contra a erosão, os trechos a jusante de trechos canalizados.

Os dissipadores de energia são recomendados nos seguintes casos:

- Desemboque de galerias, canaletas, bueiros, escadas hidráulicas ou canais em rios ou córregos naturais;
- Transição entre trechos canalizados e não canalizados;
- Em todos os demais casos onde houver risco de erosão por alteração no regime antecedente de escoamento.

Adequação de canais para retardamento do escoamento

Consiste em intervenções na calha de canais com a finalidade de reduzir a velocidade do escoamento e, assim retardar os picos de cheia, reduzindo os riscos de inundação a jusante.

Este tipo de intervenção inclui as seguintes obras:

- Soleiras submersas: barramentos instalados abaixo da linha de água que promovem a elevação do nível de água;
- Degraus: que reduzem a declividade do canal;
- Aumento da rugosidade do revestimento;
- Ampliação da seção e redução da declividade;

Desassoreamento de rios e canais;

Obras de limpeza e remoção de sedimentos acumulados para o aumento da capacidade de escoamento.

O projeto das obras de desassoreamento deve cuidar para que não haja desinstabilização das margens e deve ser precedido de estudos de controle dos impactos a jusante, decorrentes do aumento da capacidade hidráulica do rio ou canal.

A tabela 02 apresenta uma síntese de medidas estruturais.

Tabela 02: Medidas estruturais no sistema de drenagem urbana.

MEDIDA	FUNÇÃO	IMPACTOS	GERENCIAMENTO
Execução ou modificações de canais ou de galerias	Conduzir as vazões em canais menores que os naturais, com níveis d'água mais baixos que os naturais.	Reduzir as inundações na área canalizada. Podem aumentar as inundações a jusante, devido ao menor armazenamento e a eventual maior velocidade no canal artificial.	Altera o regime e a qualidade e deve ser submetida a outorga pelos órgãos competentes.
Desvio da região sujeita a inundações (túneis, galerias)	Permite o desvio do pico da cheia da área afetada.	Beneficiam a área afetada pelas inundações porém podem aumentar as inundações a jusante ou em outras bacias.	Altera o regime e a qualidade e deve ser submetida a outorga pelos órgãos competentes.
Diques e muros (polders)	Impede a entrada de água de córrego ou rios em áreas adjacentes baixas, em geral na própria várzea urbanizada.	Beneficia a área afetada. Reduz o efeito da laminação de cheias da área inundada, aumentando as cheias a jusante. Requer permanente manutenção, para evitar inundações catastróficas.	Altera o regime e a qualidade e deve ser submetida a outorga pelos órgãos competentes.
Alterações em pontes e travessias	Procura eliminar os efeitos de remanso para montante, que podem contribuir para inundações.	Pequenas intervenções podem trazer um benefício apreciável. Deve ser considerado que a redução do armazenamento provoca	Altera o regime e a qualidade e deve ser submetida a outorga pelos órgãos competentes.

		aumento das vazões a jusante.	
Bacias de retenção e detenção	Laminar as cheias de rios e córregos urbanos.	Beneficiam a área a jusante afetada pelas inundações. Podem criar uma falsa segurança, induzindo a população a invadir áreas anteriormente sujeita a inundação.	Dever ser submetido a outorga. No Brasil, considerações sobre a qualidade d'água podem desaconselhar a sua execução.
Bacias de sedimentação	Tem por finalidade principal evitar o rápido assoreamento do córrego a jusante.	Reduz o assoreamento dos canais a jusante. Requer permanente manutenção.	Deve ser submetido a outorga.
Bacias tipo wetland (banhados)	Melhoria da qualidade d'água a jusante, funcionando como uma espécie de filtro biológico.	Melhoria da qualidade d'água. Requer permanente manutenção (o emprego destes dispositivos é ainda incipiente).	Deve ser submetido a outorga.
Sistemas de infiltração	Dirigir a parcela inicial do escoamento superficial para um sistema de filtros que conduzirá uma parte do escoamento para o sub-solo	Redução do escoamento superficial e melhoria da qualidade d'água. Requer permanente manutenção (existem incertezas acerca dos custos de construção e manutenção).	Deve ser submetido a outorga.

MEDIDAS NÃO-ESTRUTURAIS

T

As **Medidas Não-Estruturais** são definidas como “*intervenções no sistema de drenagem que não empregam elevados recursos financeiros*”, tais como pavimentos permeáveis, microrreservatório de detenção, planos de infiltração, educação ambiental, legislação, etc.

As não estruturais não utilizam estruturas que alteram o regime de escoamento das águas do escoamento superficial direto. São representadas, basicamente, por medidas destinadas ao controle do uso e ocupação do solo (nas várzeas e nas bacias) ou à diminuição da vulnerabilidade dos ocupantes das áreas de risco dos efeitos das inundações.

Nesta última buscam-se maneiras para que estas populações passem a conviver melhor com o fenômeno e fiquem melhor preparadas para absorverem o impacto dos prejuízos materiais causados pelas inundações. As medidas não estruturais envolvem, muitas vezes, aspectos de natureza cultural, que podem dificultar sua implantação a curto prazo. O envolvimento do público é indispensável para o sucesso dessa implantação.

A seguir são descritas algumas modalidades de medidas não-estruturais aplicadas na drenagem urbana.

Canaletas gramadas ou ajardinadas

São valas vegetadas abertas no terreno que funcionam como pequenos canais onde o escoamento pluvial é desacelerado e infiltrado durante o percurso. Substituem canaletas de concreto e galerias de águas pluviais em parques e loteamentos com a vantagem de reduzir os picos das vazões lançadas no sistema de drenagem, além de produzir um efeito paisagístico mais interessante.

Valas de infiltração

Têm as mesmas características básicas e usos das canaletas gramadas ou ajardinadas, com a diferença de que são dotadas de dispositivos que promovem o aumento da infiltração. Esses dispositivos consistem em pequenos barramentos transversais que desaceleram o escoamento, aumentam o tempo de retenção e, conseqüentemente, aumentam a capacidade de infiltração.

Os efeitos esperados das valas de infiltração só são significativos para declividades menores de 5%. Em regiões sujeitas à chuvas de alta intensidade, a eficiência das valas pode ser limitada em função da velocidade de saturação do solo. Já em regiões onde há chuvas muito frequentes, mesmo que de baixas intensidades, deve-se atentar para os riscos de proliferação de insetos.

Trincheiras de infiltração

As trincheiras de infiltração são dispositivos lineares que captam o escoamento superficial ara promover sua infiltração no solo natural. Existe uma variante, denominada trincheira de retenção, que é adaptada para solos pouco permeáveis e que é dotada de um extravasor que direciona o excesso de água para um exutório localizado.

A trincheira é escavada no solo e preenchida com brita com alto índice de vazios. Pode ser descoberta ou coberta com vegetação ou outro revestimento permeável (é possível projetá-las de forma a serem “invisíveis” no arranjo urbanístico). As paredes, o topo e o fundo da trincheira são revestidos por um filtro geotêxtil para evitar penetração de sedimentos.

Opcionalmente, o fundo da trincheira poderá receber uma camada de areia filtrante ao invés da manta geotêxtil. A água recolhida infiltra pelas paredes e pelo fundo e exige que o solo tenha capacidade de infiltração adequada.

A trincheira de infiltração tem como função principal abater descargas de pico de um escoamento superficial e promover a recarga do aquífero. Mas outra função importante é a de promover o tratamento das águas superficiais ela infiltração no solo.

As trincheiras de infiltração devem ser dispostas à jusante de áreas pavimentadas com estacionamentos, ruas e calçadas.

Poços de infiltração

São poços que captam as águas pluviais e as infiltram no solo, funcionando como uma espécie de sumidouro. Podem ser preenchidos ou não com pedra britada.

No primeiro caso, a própria brita forma a estrutura do poço, o que dispensa a construção de paredes. Para isolar o solo da brita, são utilizadas mantas geotêxteis ou filtros de areia.

Nesse tipo de poço a água se acumula nos vazios até se infiltrar, por isso quanto maior for o índice de vazios do agregado utilizado, maior é a capacidade de reservação do poço. No segundo caso, o poço é construído com estruturas, obtendo-se assim um volume útil maior. As paredes possuem orifícios, devidamente protegidos por filtros, por onde a água é infiltrada no solo. Esse tipo de poço, por não ser preenchido, tem maior capacidade de acumulação por unidade de volume.

Quando a camada superficial de solo é pouco permeável o poço pode ser aprofundado até atingir uma camada de solo mais favorável à infiltração. Quando o fundo do poço

está abaixo do nível do aquífero, passa-se a chamá-lo de poço de injeção pois a água captada é injetada diretamente no lençol subterrâneo.

Poços de infiltração (ou de injeção) possuem a capacidade de abater o escoamento superficial de alguns milhares de m². O escoamento pode ser direcionado diretamente ao poço ou receber contribuição de outras áreas através da conexão com um conduto pluvial.

Representando uma técnica alternativa de redução e amortecimento de picos de escoamento superficial, os referidos poços integram-se muito bem à paisagem urbana, pois ocupam pouco espaço. A característica pontual faz dos poços de infiltração ou injeção dispositivos por excelência para um controle distribuído do excesso de escoamento provocado pela impermeabilização do solo, permitindo uma economia significativa na construção de redes de drenagem convencionais.

Assim como as demais técnicas de infiltração, os poços têm também como vantagem o aumento da recarga do aquífero o que ajuda a reequilibrar o ciclo hidrológico urbano.

Microrreservatórios;

São pequenos reservatórios construídos para abater as enxurradas produzidas em lotes urbanos residenciais e comerciais com área de até algumas centenas de m². Em geral, são estruturas simples na forma de caixas de concreto, alvenaria ou outro material. Podem também ser semelhantes aos poços de infiltração preenchidos com brita, e isolados do solo por tecido geotêxtil.

Os microrreservatórios podem ser de retenção, tendo neste caso um orifício de saída, que restringe a vazão efluente, ou de infiltração.

Para ambos os tipos são recomendáveis prever dispositivos de emergência para evacuação das vazões que excedam a capacidade do reservatório.

Os microrreservatórios são medidas de controle normalmente implantadas por exigência da legislação de alguns municípios que impõem vazões de restrição aos novos empreendimentos.

Coberturas ajardinadas de edifícios

A cobertura ajardinada é basicamente constituída por um jardim implantado em uma fina camada de terra sobre o teto impermeabilizado de uma edificação. É utilizada em lugar do telhado convencional. Portanto deve ser leve e exigir baixa manutenção. Promove o equilíbrio do ciclo hidrológico, capturando, filtrando e possibilitando a evaporação de parte da água da chuva.

Coberturas ajardinadas são utilizadas como um meio de se reduzir os efeitos da impermeabilização. Reduzem os picos de cheia, melhoram a qualidade das águas de drenagem e reduzem o fenômeno das *ilhas de calor* que deterioram o ambiente urbano. Além disso, proporcionam um melhor isolamento térmico em relação às coberturas convencionais, melhorando o conforto dos edifícios e reduzindo o consumo de energia de ar condicionado.

As coberturas ajardinadas são compostas das seguintes camadas:

- a) Laje dimensionada para suportar o peso adicional da cobertura;
- b) Membrana impermeável resistente à pressão exercida pelas raízes;
- c) Dreno composto de material granular ou outro tipo de camada permeável que permita o escoamento livre da água em direção aos coletores prediais;
- d) Solo vegetal (com cerca de 5 à 30 cm de espessura), de média permeabilidade.
- e) Vegetação com características apropriadas (resistência aos períodos de estiagem, alta capacidade de cobertura, auto-sustentação sem a necessidade de adubação, pesticidas ou herbicidas; resistência às variações de temperatura e aos ventos; perenidade com auto-semeadura; baixa necessidade de poda; resistência ao fogo).

Sistemas para reuso das águas pluviais;

São sistemas que permitem a reutilização das águas pluviais armazenadas em reservatórios de amortecimento ou microrreservatórios. As utilizações típicas são:

- lavagem de pisos, rega de jardins, bacias sanitárias, circuitos industriais de refrigeração e outros usos que não exijam a utilização de água potável.

Para o reuso das águas pluviais é recomendável um pré-tratamento cuja capacidade de remoção de poluentes deve ser estabelecida a partir da qualidade das águas utilizadas e da qualidade requerida pelo uso.

A tabela 03 apresenta uma síntese de medidas não-estruturais.

Tabela 03: Medidas não-estruturais típicas.

MEDIDA	FUNÇÃO	IMPACTOS	GERENCIAMENTO
Preservação da várzea	Reservar área sujeita a inundações, para um uso compatível com a sua vocação	São evitados danos materiais, à saúde pública e outros transtornos, porém renuncia-se a sua ocupação para atividades econômicas. Reduz a poluição difusa. Altera o regime das águas.	Lei de zoneamento, lei de ocupação do solo, leis sanitárias e do código de obras.
Controle do uso do solo em toda a bacia hidrográfica	Minora o impacto negativo no escoamento superficial, tanto do ponto de vista de qualidade quanto de quantidade.	São diminuídos os custos dos dispositivos de drenagem e reduzida a poluição difusa. Altera o regime e a qualidade das águas.	Lei de zoneamento, lei de ocupação do solo, leis sanitárias e do código de obras.
Seguro	Cobrir os danos	Desobriga o segurado de	Não está disponível no

inundação	financeiros causados pelas inundações.	constituir um fundo para cobrir eventuais danos de inundações. Esse tipo de medida contribuiu, fortemente, para disseminar nos EUA a delimitação e a regulamentação das áreas sujeitas a inundação.	Brasil para áreas sujeitas a inundações frequentes. Depende da decisão política para a sua implementação e provavelmente impõe subsídios aos prêmios dos seguros.
Estruturas a prova de inundação	Impede a entrada de água ou danos em residências, edifícios comerciais e industriais.	Mitiga os impactos das inundações em uma estrutura ou conjunto de estruturas. Os transtornos nas áreas adjacentes permanecem	Não é política das cidades brasileiras fornecer orientação para a execução desta medida. Pode ser implantada por iniciativa do Comitê da Bacia.
Relocação e demolição de estruturas	Diminuir os impactos nas inundações de estruturas responsáveis por perdas de cargas importantes e por razões de segurança (debilidade de estruturas afetadas).	Reduz os impactos das inundações, sendo uma oportunidade de desenvolvimento das áreas sujeitas a inundação, transformando-a em área de lazer, melhorando o meio ambiente e a qualidade de vida.	Um mecanismo de implementação é a delimitação das áreas inundáveis. Deve ser implementado por iniciativa do município.
Tratamento de encostas e áreas baixas	Reduzir o potencial erosivo do escoamento nas encostas e o assoreamento de áreas baixas.	Reduz a erosão e assoreamento dos canais (técnicas de proteção de baixo custo vem sendo desenvolvidas pelo IPT.	O código de obras municipal regulamenta movimentação de terras, execução de loteamentos, etc.
Programa de manutenção e inspeção	Fazer os sistemas de drenagem funcionarem como planejado.	Assegura que a estrutura opere conforme o planejado e o faz com que os proprietários das propriedades próximas sejam encorajados a executar melhorias em suas propriedades.	Atualmente, na maioria dos casos, é uma função exercida pelos municípios. Pode ser uma atividade coordenada pelo comitê de Bacia.
Programa de ação emergencial	Mitigar os danos, as ameaças a vida e a saúde que ocorrem antes, durante e depois de inundações.	Estabelece condições de convivência da comunidade com as inundações.	Pode ser uma atividade coordenada pelo comitê de Bacia.
Manual de Drenagem	Coleção de enfoques, técnicas de análise e procedimentos, com vistas ao fornecimento de subsídios para a elaboração de um programa de controle da drenagem urbana.	Ajuda os profissionais responsáveis pela fiscalização, o projeto, e empresários, deixando claro, para todos os elementos envolvidos, quais são os requisitos para o controle da drenagem urbana.	Pode ser uma atividade coordenada pelo comitê de Bacia.

Educação Ambiental	Auxiliar no entendimento da necessidade da drenagem urbana, do seu funcionamento, de suas necessidades de manutenção, etc.	Melhoria da performance da drenagem urbana como um todo e melhoria da qualidade de vida da população.	Pode ser uma atividade coordenada pelo comitê de Bacia.
---------------------------	--	---	---

Dessa maneira, as medidas estruturais e não-estruturais deverão ser implementadas de acordo com as condições naturais de solo, topografia, ambientais, etc de cada localidade e para tal, deverá ser desenvolvido o adequado projeto técnico executivo e dimensionamento da estrutura estrutural e não-estrutural.

PARTE II – MINUTA DO PROJETO DE LEI DO PLANO DIRETOR DE MACRODRENAGEM URBANA

ANTE PROJETO DE LEI MUNICIPAL Nº

Dispõe sobre o Plano Diretor de Macrodrenagem Urbana de Monte Alto e dá outras providências.

O Prefeito Municipal de Monte Alto, usando de suas atribuições legais e tendo em vista as diretrizes de drenagem da Lei Complementar 230, de 24 de outubro de 2006, e considerando que:

- Compete ao poder público prevenir o aumento das inundações devido à impermeabilização do solo e canalização dos córregos naturais;
- O impacto resultante da impermeabilização produz aumento de frequência de inundações, piora da qualidade da água e aumento do transporte de material sólido, degradando o ambiente urbano;
- Deve ser responsabilidade de cada empreendedor a manutenção das condições prévias de inundação nos córregos da cidade, evitando-se a transferência para o restante da população do ônus da compatibilização da drenagem urbana;
- A preservação da capacidade de infiltração das bacias urbanas é prioridade para a conservação ambiental dos córregos e rios que compõem a macrodrenagem e dos córregos receptores do escoamento da cidade de Monte Alto.
- Promover a ampliação, melhoria e manutenção do saneamento ambiental, incluindo-se a drenagem urbana, das áreas ocupadas tendo como base as microbacias hidrográficas e os mananciais de abastecimento de água. (artigo 6º, Lei 230/2006).
- regulamentar a ocupação das faixas de drenagem e fundos de vale. (artigo 26º, Lei 230/2006).

Artigo 1 - A Política Municipal de Gestão da Drenagem Urbana de Monte Alto tem como objetivo, respeitadas as competências da União e do Estado, manter o Meio Ambiente equilibrado buscando o desenvolvimento sustentável da drenagem urbana e fornecer diretrizes ao poder público e à sociedade para a conservação e recuperação da qualidade ambiental, cabendo a todos o direito de exigir a adoção de medidas nesse sentido. Para o estabelecimento da Política Municipal de Gestão da Drenagem Urbana serão observados os seguintes princípios fundamentais.

I - O PDMD é parte integrante do Plano Diretor da cidade;

II - O PDMD deve prever a minimização do impacto ambiental devido ao escoamento pluvial através de medidas estruturais e não-estruturais;

III - O PDMD deve contemplar o planejamento das áreas a serem desenvolvidas e a densificação das áreas existentes;

IV - A Bacia Hidrográfica deve ser considerada como unidade de planejamento integrada e não de maneira isolada;

V - O controle das inundações deve ser um processo permanente e contínuo;

VI - As decisões públicas devem ser tomadas conscientemente por todos e de maneira clara e participativa;

Artigo 2 - A Política Municipal de Gestão da Drenagem Urbana de Monte Alto tem como objetivos específicos:

- I** - manter as regiões ribeirinhas ainda não urbanizadas em condições que minimizem as interferências com a capacidade de escoamento e armazenamento dos córregos e rios;
- II** - reduzir à exposição ao risco de inundação as pessoas e as propriedades;
- III** - reduzir o nível existente de danos e prejuízos patrimoniais causados por enchentes;
- IV** - assegurar que os projetos de prevenção e correção estejam consistentes com os objetivos gerais do planejamento urbano;
- V** - minimizar problemas de erosões e assoreamentos;
- VI** - controlar a poluição dos córregos e rios provocados pelas águas pluviais com o uso de tecnologias apropriadas;
- VII** - incentivar a utilização de técnicas de infiltração e retenção no solo das águas pluviais;
- VIII** - incentivar o uso de alternativas tecnológicas das águas de chuvas coletadas para usos diversos;
- IX** - criar mecanismos de participação da sociedade organizada na elaboração das propostas e intervenções de combate das inundações urbanas.

Artigo 3 - Cabe a Secretaria de Planejamento, Obras e Infra-estrutura (SECPLAN) implementar os objetivos e instrumentos da Política Municipal de Gestão da Drenagem Urbana, competindo-lhe:

- I** - Propor, executar e coordenar, direta ou indiretamente, a Política de Gestão da Drenagem Urbana do município de Monte Alto;
- II** - Planejar, projetar, executar, operar e manter os serviços de drenagem urbana;
- III** - Promover pesquisas e estudos sobre a ampliação, conservação, manutenção, operação dos serviços do sistema de drenagem urbana;
- IV** - Fiscalizar projetos e obras, de acordo com critérios técnicos, de sistema de macrodrenagem e microdrenagem;
- V** - Acionar órgãos estaduais ou federais de controle da drenagem urbana quando for necessário, bem como o Ministério Público;
- VI** - Normatizar o uso e manejo das águas pluviais urbanas e rurais e estabelecer normas e regulamentos para a gestão da drenagem urbana municipal;
- VII** - Elaborar, coordenar ou colaborar com ações de educação ambiental relacionadas diretas e indiretamente a drenagem urbana;
- VIII** - Coordenar a elaboração e revisão de Planos Diretores de Drenagem relacionados a sua esfera de competência;
- IX** - Celebrar convênios, contratos ou acordos específicos com entidades públicas ou privadas para desenvolver as atividades sob sua responsabilidade de maneira a atender às demandas da comunidade;
- X** - Organizar e manter atualizado o cadastro técnico do sistema de drenagem urbana municipal

Artigo 4 - Fica instituído o Plano de Macrodrenagem Urbana de Monte Alto, PDMD, destinado à articular, integrar e coordenar recursos tecnológicos, humanos, econômicos e financeiros, com vistas ao alcance de níveis crescentes de salubridade ambiental e redução de enchentes.

Artigo 5 - O PDMD será quadrienal e conterá, dentre outros, os seguintes elementos:

- I** - diagnóstico sócio-ambiental contendo avaliação e caracterização da situação do sistema de macrodrenagem do município, por meio de indicadores sanitários,

ambientais, hidráulicos, hidrológicos, de uso e ocupação do solo e outros de impactos municipais;

II - objetivos e diretrizes gerais, definidos mediante planejamento integrado, levando em conta outros planos setoriais e regionais;

III - estabelecimento de metas de curto e médio prazos;

IV - identificação e busca da superação dos obstáculos de natureza político-institucional, legal, econômico-financeira, administrativa, cultural e tecnológica que se interpõem à consecução dos objetivos e metas propostos;

V - caracterização e quantificação dos recursos humanos, materiais, tecnológicos, institucionais e administrativos necessários à execução das ações propostas;

VI - cronograma de execução das ações formuladas;

VII - definição dos recursos financeiros necessários, das fontes de financiamento e cronograma de aplicação;

VIII - programa de investimento em obras e outras medidas relativas à utilização, recuperação, conservação e proteção dos sistemas de saneamento ambiental, em consonância com o Plano Plurianual de Investimentos do Município.

Artigo 6 - A execução de medidas de estruturais e não-estruturais de drenagem urbana essenciais à salubridade ambiental, constitui obrigação do Poder Público, da coletividade e do indivíduo, que para tanto, no uso da propriedade, no manejo dos meios de produção e no exercício de qualquer atividade, ficam obrigados ao cumprimento das determinações legais, regulamentares, recomendações e interdições ditadas pelas autoridades ambientais, sanitárias e outras competentes.

Artigo 7 – Para implantar o Plano de Macrodrenagem Urbana de Monte Alto a Secretaria de Planejamento, obras e infra-estrutura, deverá implementar as seguintes ações:

I - Elaborar programa de combate a erosão do solo;

II - Elaborar programa de obras de construção de bacias de retenção e detenção das águas pluviais, em áreas ambientalmente e tecnicamente adequadas;

III - Elaborar programa de monitoramento do processo de ocupação da várzea dos córregos, para evitar a ocupação indevida e clandestina;

V - Monitorar as precipitações pluviais com equipamentos e tecnologia adequados;

VI - Elaborar mapeamento das áreas públicas disponíveis para a execução de projetos de amortecimento dos picos de vazão das águas de chuva;

VII - Elaborar Zoneamento de Inundação dos imóveis situados nas áreas de risco de inundações;

VII - Desenvolver projetos e obras de retirada de imóveis situados em áreas de risco de inundações;

VIII - Elaborar programa de desocupação e retirada gradual das edificações situadas na Área de Preservação Permanente dos Córregos;

IX - Criar, qualificar e promover equipes de Defesa Civil treinadas para situações de inundações da malha urbana;

X – Fomentar o desenvolvimento de pesquisas científicas sobre os impactos qualitativos e quantitativos da urbanização nos cursos d'água, com instituições públicas ou privadas;

XI - Elaborar projetos e obras de ampliação das pontes para evitar a obstrução da calha dos córregos urbanos;

XII - Desenvolver projetos e obras de re-naturalização dos córregos através da criação de parques lineares ao longo do curso d'água;

XIII - Criar fundo de investimento local para financiamento de programas, projetos e obras de drenagem. Este fundo de investimento deverá ser regulamentado através de lei complementar específica;

XIV - Criar Conselho de Drenagem Urbana, com função de articular as discussões sobre essa infra-estrutura junto a sociedade civil organizada, sendo assim um canal de participação social.

XV - Exigir a execução de projetos e obras de drenagem urbana, com medidas estruturais e não-estruturais para os novos loteamentos;

XVI - Desenvolver programas, projetos e obras de diminuição do coeficiente de impermeabilização dos loteamentos e residências (pavimentos porosos, valetas de infiltração, bacias de sedimentação, etc);

XVII - Elaborar programa de capacitação de funcionários públicos responsáveis pela manutenção e operação dos sistemas de macrodrenagem e microdrenagem;

XVIII - Elaborar plano de manutenção do sistema de drenagem;

XIX - Desenvolver manual de drenagem.

Artigo 8 – Para implementação das ações corretivas e preventivas indicadas no Relatório de Diagnóstico do Plano Diretor de Macrodrenagem de Monte Alto, é apresentado no Anexo I desta Lei, o Plano de Obras de Macrodrenagem, com vistas a reduzir os impactos existentes na área urbana de Monte Alto, e principalmente, reduzir a gravidade das erosões nas áreas periféricas.

Artigo 9 – A regulamentação e priorização das obras do Plano de Obras de Macrodrenagem estão fundamentados no Mapa 01 (Mapa de Erosões do Solo) e Mapa 02 (Mapa de cadastro de microdrenagem e erosões) e Mapa 03 (Mapa do Novo Zoneamento/Lei 230/2006). A sobreposição espacial dos Mapas 01, 02 e 03 resultam no Mapa do Plano de Obras Prioritárias de Macrodrenagem (Mapa 04). Esses mapas são apresentados no Anexo I desta Lei.

Artigo 10 – Os volumes de escoamento da drenagem urbana deverão ser coletados, ordenados e encaminhados para os devidos cursos d'água naturais, deverão ser também, priorizado os sistemas de retenção, retenção e infiltração das águas pluviais, de maneira a possibilitar a destinação adequada, de forma a evitar-se contaminação dos recursos naturais, enchentes e inundações urbanas.

Artigo 11 - É obrigação do proprietário do imóvel a execução e manutenção de adequadas instalações de drenagem para coleta, armazenamento e lançamento dos volumes de escoamento superficial direto das águas pluviais, cabendo ao usuário do imóvel sua necessária conservação.

Artigo 12 - Constituem infrações graves, para as quais a Secretaria de Planejamento, obras e infra-estrutura, através de Fiscalização fica autorizado a aplicar as sanções, penalidades e multas previstas em leis e regulamentos estabelecidos pelo Executivo, os seguintes casos:

I - lançamento de esgotos "in natura";

II - ligações de drenagem efetuadas de forma irregular, clandestina ou não autorizada pela SECPLAN;

III - lançamento de esgotos em redes de drenagem de águas pluviais;

IV - lançamento de águas pluviais em redes de esgoto;

VIII - danos causados, retiradas ou manipulações sem autorização expressa da SECPLAN, nos sistemas de microdrenagem e macrodrenagem desde que devidamente comprovados.

Artigo 13 - É expressamente proibido as seguintes formas de uso dos recursos hídricos:

- I - o lançamento de resíduos sólidos em cursos d'água, áreas de várzea, poços e cacimbas em mananciais e sua áreas de drenagem;
- II - a disposição de resíduos sólidos em terrenos baldios, áreas erodidas e outros locais impróprios que poderão ser carreados para o sistema de drenagem;
- III - o lançamento em sistemas de rede de drenagem de águas pluviais, de esgotos, bueiros e assemelhados;

Artigo 14 - São considerados de interesse ambiental os fundos de vale e as demais Áreas de Preservação Permanente definidas no código florestal, particularmente aqueles sujeitos à inundação, erosão ou que possam acarretar transtornos à coletividade e prejuízos ambientais, através de uso inadequado.

Artigo 15 - É competência da SECPLAN observando as demais legislações incidentes sobre o assunto:

- I - examinar e propor o uso mais adequado para os fundos de vale, priorizando a recomposição das matas ciliares, a drenagem, a preservação de áreas críticas e a implantação de áreas de recreação;
- II - normatizar o uso e a ocupação do solo dos Fundos de Vale de interesse ambiental, os quais serão aprovados por decreto;
- III - garantir a proteção a faixa de preservação permanente;
- IV - manifestar - se sobre a viabilidade técnica de obras viárias e implantação de demais infra-estruturas urbanas;
- V - incentivar a recuperação dos fundos de vale e outras áreas de preservação permanente.

Artigo 16 - A SECPLAN deverá prever a adoção de mecanismos de diminuição dos picos de cheias em locais de contribuição acentuada de águas pluviais nas várzeas dos córregos e soluções alternativas respeitando o Artigo 11.

Artigo 17 - As intervenções estruturais devem preferencialmente privilegiar a redução, o retardamento e o amortecimento do escoamento das águas pluviais.

Artigo 18 - Obras convencionais de galerias de águas pluviais e de canalização, que aceleram o escoamento, serão admitidas somente nos casos em que as soluções preferenciais se mostrarem inviáveis e quando comprovado que os impactos gerados pela intervenção são de baixa magnitude e serão mitigados.

Artigo 19 - Novos empreendimentos não podem agravar ou comprometer as condições de funcionamento do sistema de drenagem pré-existente, devendo obrigatoriamente apresentar projetos ou estudos técnicos de sistema de drenagem.

Artigo 20 - É necessária autorização e/ou licenciamento, conforme o caso, do órgão ambiental competente para a canalização parcial ou total de corpos hídricos naturais.

Artigo 21 - A manutenção das condições de pré-desenvolvimento no lote ou no parcelamento do solo deve ser demonstrada a SECPLAN através de estudo hidrológico específico.

Artigo 22 - Na edificação dos lotes, resultante do parcelamento à partir desta Lei, a área impermeável deve ser menor ou igual a prevista para o lote e para o seu sistema viário prevista no projeto de drenagem do parcelamento aprovado.

Artigo 23 - Após a aprovação por parte da SECPLAN, do projeto de drenagem urbana da edificação ou do parcelamento é vedada qualquer impermeabilização adicional de superfície.

Parágrafo Único: A impermeabilização poderá ser realizada se houver retenção do volume adicional gerado.

Artigo 24 - Está vedada edificação que cubra trecho do sistema público de drenagem pluvial, mesmo em trecho de propriedade privada.

Artigo 25 - Para novo parcelamento do solo deverá ser preservada a faixa domínio dos córregos urbanos, de acordo com o código florestal.

Parágrafo Único: a área correspondente a faixa de domínio somente poderá ser incluída no percentual de área pública se na referida faixa for implementado um parque linear de acordo com definições da SECPLAN.

Artigo 26 - A Educação Ambiental é considerada um instrumento indispensável para a implementação dos objetivos da Política Municipal de Gestão da Drenagem Urbana estabelecidos na presente Lei, devendo permear todas as ações da SECPLAN e do Executivo Municipal.

Artigo 27 – A SECPLAN criará condições para garantir a implantação de programas de Educação Ambiental, assegurando o caráter inter-institucional e multidisciplinar das ações envolvidas.

Artigo 28 - A Educação Ambiental, enfocando a drenagem urbana, deverá promovida para toda a comunidade e em especial:

I - na Rede Municipal de Ensino, em todas as áreas de conhecimento e no decorrer de todo o processo educativo em conformidade com os currículos e programas elaborados pela Secretaria Municipal de Educação;

II - na Rede Estadual de Ensino, em articulação com as Delegacias de Ensino e Oficinas Pedagógicas;

III - em apoio às atividades da Rede Particular de Ensino de primeiro, segundo e terceiro graus;

IV - para outros segmentos da sociedade, em especial àqueles que possam atuar como agentes multiplicadores;

V - junto às entidades e associações ambientalistas;

Artigo 29 – A SECPLAN deverá manter o cadastro técnico da drenagem urbana atualizado, com a finalidade de realizar o controle, fiscalização e operação do sistema.

Artigo 30 – A SECPLAN deverá manter atualizado o cadastro técnico da drenagem, a base de informações cadastrais e alfa-numéricas com uso de tecnologias apropriadas, subsidiando a criação de um Sistema de Informações Geográficas de Drenagem Urbana, assegurando o caráter inter-institucional das ações envolvidas na Gestão, Planejamento e Operação do Sistema de Drenagem Urbana.

Artigo 31 - A fiscalização do cumprimento do disposto nesta lei e nos regulamentos e normas dela decorrentes serão exercidas pela SECPLAN.

Artigo 32 - No exercício da ação fiscalizadora fica assegurado aos agentes fiscalizadores da SECPLAN, a entrada, a qualquer dia e hora, e a permanência pelo tempo que se fizer

necessário, em estabelecimentos públicos ou privados, bem como nos empreendimentos imobiliários, nas formas da lei.

Artigo 33 - Aos agentes fiscalizadores da SECPLAN compete:

- I - efetuar vistorias, levantamentos e avaliações;
- II - constatar e informar sobre a ocorrência de infrações;
- III - lavrar Autos de infração circunstanciada, comunicando a infração cometida e as penalidades a que está sujeito;
- IV - elaborar relatórios técnicos de inspeção;
- V - intimar, por escrito, os responsáveis pelas infrações a apresentarem documentos ou esclarecimentos em local e data previamente determinados;
- VI - desenvolver operações de controle aos ilícitos ambientais;
- VII - prestar atendimento a acidentes ambientais, encaminhando providências no sentido de sanar os problemas ambientais ocorridos;
- XI - exercer outras atividades que lhes forem designadas.

Artigo 34 - Os agentes fiscalizadores da SECPLAN, quando obstados, poderão requisitar força policial para o exercício de suas atribuições em qualquer parte do território municipal.

DAS DISPOSIÇÕES FINAIS E TRANSITÓRIAS

Artigo 35 - Fica o Poder Executivo autorizado a determinar medidas de emergência a fim de evitar episódios críticos de inundações urbanas ou impedir a continuidade em caso grave ou iminente risco para vidas humanas ou recursos ambientais.

Parágrafo único - Para a execução das medidas de emergência de que trata este Artigo, poderá ser reduzida ou impedida a atividade que possibilite inundações na área atingida pela ocorrência durante o período crítico, respeitadas as competências da União e do Estado.

Artigo 36 - Para a realização das atividades decorrentes desta Lei e seus regulamentos, a SECPLAN poderá utilizar-se, além de recursos técnicos e funcionários de que dispõe, do concurso de outros órgãos e entidades públicas ou privadas, mediante convênios.

Artigo 37 - Os servidores ficam responsáveis pelas declarações, informações e/ou dados técnicos científicos que fizerem nos procedimentos de fiscalização ou autorização, sendo passíveis de punição por falta grave, em caso de falsidade ou omissão dolosa, sem prejuízo do disposto na Lei Federal 9.605 de fevereiro de 1998.

Artigo 38 - Fica a SECPLAN autorizada a expedir normas técnicas, padrões e critérios destinados a complementar esta Lei e seus regulamentos, sempre que aprovados pelos Órgãos competentes.

Artigo 39 - O Poder Executivo, mediante decreto, regulamentará os procedimentos necessários para a implementação desta Lei num prazo de 180 (cento e oitenta) dias contados a partir de sua publicação.

Artigo 40 - Serão aplicadas subsidiariamente aos casos omissos as disposições constantes na Legislação Estadual e Federal.

Artigo 41 - Esta lei entra em vigor na data de sua publicação.

Prefeitura Municipal de Monte Alto, em ____ de _____ de 2008.

ANEXO 01

PLANO DE OBRAS PRIORITÁRIAS DE MACRODRENAGEM

MAPA 01 – MAPA DE EROSÕES DO SOLO

MAPA 02 - MAPA DE CADASTRO DE MICRODRENAGEM E EROSÕES

MAPA 03 – MAPA DO NOVO ZONEAMENTO

MAPA 04 - MAPA DE OBRAS PRIORITÁRIAS DE MACRODRENAGEM

PLANO DE OBRAS PRIORITÁRIAS DE MACRODRENAGEM

Este Plano de Obra Prioritárias de Macrodrenagem do Município de Monte Alto/SP foi fundamentado nos Relatórios Técnicos do processo de elaboração do Plano Diretor de Macrodrenagem e possui como referencia das intervenções e custos estimados o mês de junho/2008. Sugere-se que para detalhamento das ações e obras sejam desenvolvidos os projetos básicos e executivos de cada intervenção.

Obra	Obra	Descrição	Custo Estimado (R\$)
MEDIDAS ESTRUTURAIS			
1	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Bairro Jardim Novo Paraíso	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	1.200.000,00
2	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Bairro Jardim Paraíso e Jardim Pizarro	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	2.300.000,00
3	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Bairro Jardim Primavera,	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	3.000.000,00

	Jardim Califórnia, Jardim São Cristovão		
4	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão da Jardim São Cristovão	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	1.200.000,00
5	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão da 12 de outubro	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	4.500.000,00
6	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão da Vila AeroClube	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	800.000,00
7	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Bairro Cosmo	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	2.000.000,00
8	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Jardim Esperança	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	1.500.000,00
9	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Bairro Conjunto Habitacional Bandeirantes, Parque Residencial Laranjeiras	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	900.000,00
10	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Bairro Conjunto Habitacional Centenário	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	900.000,00
11	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Jardim Bela Vista	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	1.600.000,00
12	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Distrito Industrial V	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	750.000,00
13	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Margem da Rodovia Estadual SP 305	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	2.000.000,00
14	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Margem da Rodovia Estadual SP 305	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	1.500.000,00

15	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Jardim Alvorada	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia, canalização de córrego	3.000.000,00
16	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão das Chácaras Morada do Sol	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	650.000,00
17	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão das Chácaras Morada do Sol	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	500.000,00
18	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Margem da Rodovia Estadual SP 305	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	350.000,00
19	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Margem da Rodovia Estadual SP 305	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	450.000,00
20	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Margem da Rodovia Estadual SP 305	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	480.000,00
21	Ampliação do sistema de microdrenagem e combate a erosão do Jardim Vera Cruz	Implantação de rede de galerias e construção de dispositivos de dissipação de energia	800.000,00
MEDIDAS NÃO-ESTRUTURAIS			
22	Estruturas de infiltração no solo	Planos de infiltração, poços de infiltração, pavimentos permeáveis, microreservatórios de retenção	2.000.000,00
23	Educação Ambiental	Campanhas de educação ambiental, treinamentos, eventos	800.000,00
24	Total (R\$)		33.180.000,00

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SÁBER, A.N. A terra paulista. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n.º 23, p. 5-38, 1956.
- Amaral, L.A. **Estudo Piloto da Poluição Antrópica da Bacia Hidrográfica do Córrego Rico**. 68p. (Relatório Fapesp). 2005.
- ALMEIDA, F.F.M. O planalto basáltico da bacia do Paraná. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n.º 24, p. 3-34, 1956.
- AZEVEDO NETTO, J. M. de e ALVAREZ, G. A.. **Manual de Hidráulica**. São Paulo, Editora Edgard Blucher Ltda., vol.I e II, 1973.
- AGRA, S. G. Estudo experimental de microrreservatórios para controle do escoamento superficial. Porto Alegre, **Dissertação de Mestrado**, Instituto de Pesquisas Hidráulicas. IFRGS, 2001.
- BIDONE, F.R.A., TUCCI, C. E. M. Microdrenagem. In TUCCI, C.E.M., PORTO R.L., BARROS, M.T. (organizadores). **Drenagem Urbana**. Porto alegre, ABRH/Editora da UFRGS, 1995, Pg. 78-105.
- BOTELHO, M.H.C. **Águas de Chuva: Engenharia das Águas Pluviais nas Cidades**. São Paulo, Edgar Blucher, 1998.
- BRAGA, B., TUNDISI, J.G. **Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação**. São Paulo, Escrituras Editora, 2002, Pg. 473-505.
- BRASIL (Ministério das Cidades). **Programa Drenagem urbana sustentável/Manual para apresentação de propostas/Sistemática 2004**. Acesso, em 12/12/2004.
- BRASIL (Ministério da Agricultura) – **Carta de Solos do Estado de São Paulo (Contribuição à Carta de Solos do Brasil)**, 1:500.000, 1960.
- CANO, W. (coord.) - **A interiorização do desenvolvimento econômico do estado de São Paulo. (1920-1980)**. F. Seade, 3v. São Paulo: Contexto, 1988.
- CARDOSO NETO, A. **Sistemas Urbanos de Drenagem**. <http://www.labdren.ufscar.br>, acessado em 2005.
- CARVALHO, P. F. de e BRAGA, R. **Da negação à Reafirmação da Natureza na Cidade: o conceito de “renaturalização” como suporte à política urbana**. Recife, VIII Simpósio de Geografia Urbana/UFPE, 2003.
- CETESB/DAEE (1986) – **Drenagem Urbana**. Manual de Projeto – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental.
- CHRISTOFOLETTI, A. Impactos no meio ambiente ocasionados pela urbanização tropical. In SOUZA, M. A. de, SANTOS, M., SCARLATO, F. C. e ARROYO, M. (organizadores). **Natureza e Sociedade de Hoje: uma leitura geográfica**. São Paulo, Hucitec, 1993:127-38.
- DAEE (2005) - **Guia Prático para projetos de pequenas obras hidráulicas**. Departamento de Águas e Energia Elétrica. www.daee.sp.gov.br. 27/09/2005.
- DAEE (1994) – Manual de Cálculo. **Vazões Máximas, Médias e Mínimas - Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo** – Departamento de Águas e Energia Elétrica.
- DAEE (1994) – **Chuvas Intensas no Estado de São Paulo**, DAEE – FCTH – Departamento de Águas e Energia Elétrica / Centro Tecnológico de Hidráulica – POLI/USP.
- DE BIASI, M. A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. **Revista do Depto. De Geografia**, São Paulo, vol. 6, p. 45-53, 1992.
- DE BIASI, M. Cartas de declividade: confecção e utilização. **Geomorfologia**, São Paulo, n.º 21, p. 8-13, 1970.
- FADIGA Jr., F. M. (2001). **Projeto de Canais e Reservatórios de Retenção para Drenagem Urbana**. FCTH/USP – São Paulo. www.fcth.usp.br
- FERREIRA, J. P. **Enciclopédia dos municípios brasileiros**. IBGE. Rio de Janeiro, 1957. Vol. 28.

- FRANCISCO, J. e CARVALHO, P. F. de. A Função Sócia da Área de Preervação Permanente na Cidade. São Carlos, **Anais do III ENECS** – Encontro Nacional sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, 2003.
- FREITAS, R.O. Grupo Bauru. Geologia do estado de São Paulo. **Boletim n.º 41**, p. 126-147, 1964.
- HOUGH, M. **City Form and Natural Process- towards a new urban vernacular**. London & Sidney, Croom Helm, 1984.
- LEPSCH, I.F. Levantamento de solos. In: MONIZ, (coord.). **Elementos de pedologia**. São Paulo: EDUSP, Polígono, 1972.
- LUPINACCI, C.M. **A importância das cartas morfométricas nos estudos ambientais: comunicação**. Rio Claro: Laboratório Geoambiental, Depto. de Planejamento Regional, IGCE, UNESP, 1995.
- MENDES, I.A. A dinâmica erosiva do escoamento pluvial na bacia do córrego Lafon, Araçatuba, SP. 1993. 192 f. **Tese (Doutorado em Geografia)** – Depto. de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- MONIZ, A. C. **Elementos de pedologia**. Ed. da USP, 1912. pp. 384-386.
- MONTEIRO, C.A.F. **A dinâmica climática e as chuvas no estado de São Paulo: estudo geográfico sob a forma de Atlas**. São Paulo: Instituto de Geografia, USP, 1973.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE MIRASSOL – SP. **Plano de Manejo do Parque Natural Municipal da Grota de Mirassol – Mirassol (SP)**. MMA – Ministério do Meio Ambiente, FNMA – Fundo Nacional do Meio Ambiente. 151 pág. e anexos, São Paulo, 2003.
- PORTO, R.L. Escoamento Superficial Direto. In TUCCI, C.E.M., PORTO R.L., BARROS, M.T. (organizadores). **Drenagem Urbana**. Porto alegre, ABRH/Editora da UFRGS, 1995, Pg. 107-165.
- SÃO PAULO (ESTADO). Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo 1: 1.000.000**, vol. I, São Paulo: IPT, 1981.
- SÃO PAULO (Estado). Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT). **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo**. Vol. II, 1981.
- SÃO PAULO (Estado). Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT). **Mapa geológico do estado de São Paulo**. Vol. I. 1981.
- SIGRH (2003) – **Plano Estadual de Recursos Hídricos/Banco de Dados pluviográficos do Estado de São Paulo**. CD Rom Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica/SP. www.sigrh.sp.gov.br
- SOUZA, V. C. B. de. **Estudo experimental de infiltração no controle da geração do escamento superficial**. Porto Alegre, Dissertação de Mestrado, Instituto de Pesquisas Hidráulicas. IFRGS, 2002.
- SPIRIDONOV, A.I. **Princípios de la metodologia de lãs investigaciones de campo y el mapeo geomorfológico**. La Habana: Universidad de La Habana, 1981.
- SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo: Edgard Blucher, Editora da Universidade de São Paulo, 1973.
- TOMAZ, P. **Cálculos Hidrológicos e Hidráulicos para Obras Municipais**. São Paulo, Navegar Editora, 2002
- TUCCI, C. E. M. Água no meio ambiente urbano. In REBOUÇAS, A. C., BRAGA, B. e TUNDISI, J. G.. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo, Escituras Editora, 2002, p.: 473-505.
- TUCCI, C. E. M. **Drenagem Urbana**. <http://www.cidades.gov.br>, acesso em 2005.
- TUCCI, C.E.M., PORTO R.L., BARROS, M.T. (organizadores). **Drenagem Urbana**. Porto alegre, ABRH/Editora da UFRGS, 1995.
- UFG/LU - Universidade Federal de Goiás (Escola de Engenharia Civil)/Loughborough University. **Drenagem urbana sustentável no Brasil/Relatório do Workshop em Goiânia, Goiânia, UFG/LU, 2003.**



**PLANO DIRETOR DE MACRODRENAGEM
MUNICÍPIO DE MONTE ALTO/SP**

PREFEITURA MUNICIPAL DE MONTE ALTO

**RELATÓRIO PARCIAL 01
Levantamentos de dados, topográficos e
de Uso e Ocupação**

**RIBEIRÃO PRETO/SP
OUTUBRO/2007**

Contrato Administrativo 054/2007
Proc. SAF/SL 062/2007

Equipe Técnica

Lourenço Leme da Costa Jr.
Engenheiro Civil
Responsável Técnico
CREA 506.106.43.52/D

Danubia de Lima
Arquiteta e Urbanista

SUMÁRIO

Introdução	pg. 02
Topografia	pg. 05
Pedologia	pg. 09
Aspectos gerenciais, operacionais e manutenção	pg. 12
Bacia Hidrográfica do Córrego Rico	pg. 14
Impactos Ambientais na Macrodrenagem do Córrego Rico	pg. 25
Bacia Hidrográfica do Córrego do Tijuco	pg. 27
Impactos Ambientais na Macrodrenagem do Córrego do Tijuco	pg. 34
Bacia Hidrográfica do Córrego do Gambá	pg. 37
Impactos Ambientais na Macrodrenagem do Córrego do Gambá	pg. 49
Bibliografia	pg. 53

Este documento compõe o Relatório 01 “Levantamento de dados, topográficos e de uso e ocupação” dos serviços técnicos contratados pela Prefeitura de Monte Alto/SP para ***Elaboração do Plano Diretor de Macro drenagem de Monte Alto – Bacia Hidrográfica do Córrego Rico – Rio Mogi Guaçu, nos limites do município de Monte Alto/SP.***

Este relatório integra os produtos previstos no Processo Licitatório 062/2007 e Contrato Administrativo 054/2007, firmado entre a Prefeitura Municipal de Monte Alto/SP e a Empresa Mapdados Engenharia e Geoprocessamento (*Costa & Ricci Projetos de Engenharia Ltda*), com sede no município de Ribeirão Preto/SP, na Rua Mario Moraes Sarmiento, 115, sl. 13 e registrada sob CNPJ 07.543.034/0001-71.

INTRODUÇÃO

Este Relatório 01 **“Levantamento de dados topográficos e de uso e ocupação”** tem por objetivo apresentar um conjunto de informações técnicas que subsidiarão a caracterização do município de Monte Alto, sob o aspecto da drenagem, tanto urbana quanto rural, na área territorial que esta contida na Bacia Hidrográfica do Rio Mogi-Guaçú e gerenciada pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Mogi-Guaçú (CBH-MOGI).

A estrutura do Relatório 01 é:

PARTE I - Conceitos, Definições, Objetivos e Princípios

Com a intenção de fundamentar a discussão sobre o Plano Diretor de Macrodrenagem no município de Monte Alto/SP são apresentados conceitos, definições, objetivos e princípios que nortearão a formulação e elaboração dos trabalhos técnicos, descritos na Parte I desse relatório.

PARTE II - Levantamento de Dados de Uso e Ocupação do Solo

A etapa de **Levantamento de Uso e Ocupação do Solo** teve como princípio a análise das normativas de Zoneamento Urbano, Plano Diretor (diretrizes sobre drenagem urbana), Lei de Uso e Ocupação do solo, estudos existentes sobre as áreas contidas no escopo desse projeto e demais normativas legais pertinentes a Drenagem Urbana.

PARTE III - Levantamento de Dados Topográficos

A fase de **Levantamento de Dados Topográficos** para a realização da caracterização da drenagem urbana, tanto da microdrenagem quanto da macrodrenagem do Município de Monte Alto, foi fundamentada na sistematização de dados existentes na Prefeitura de Monte Alto, em particular, na Secretaria de Planejamento, Obras e Infra-estrutura, em dados do IBGE (Cartas topográficas 1:50.000), em mapas analógicos e em levantamentos plani-altimétricos cadastrais de empreendimentos (loteamentos) da área urbana.

Uma vez que, no município de Monte Alto, existe uma correlação muito forte entre drenagem e processos erosivos, procurou-se abordar nesses levantamentos as áreas mais sensíveis e as áreas com erosões instaladas. Entende-se que essa correlação está fundamentada nas características do relevo e do tipo de solo dessa região.

Segundo a classificação apresentada por Oliveira *et al.* (1999) – Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, a região do Município de Monte Alto apresenta os solos do tipo Argissolos Vermelho-Amarelo (PVA 4) e Neossolos Litólicos (RL 14) e na divisão com o município de Jaboticabal, existe o Latossolo Vermelho (LV 45), sendo que essa classificação será descrita na etapa de Diagnóstico desse projeto.

Outro aspecto este correlacionado com o tipo de solo é a geologia dessa região. Para a caracterização da geologia foram sistematizados dados de sondagem existentes, segundo levantamentos realizados e contratados pela Prefeitura de Monte Alto e dados da concessionária de água e esgoto local, Sabesp. Nestas sondagens são descritos os perfis das camadas do solo, os relatórios são apresentados em anexo.

As principais vias que dão acesso ao município de Monte Alto são:

- SP 305 – Rodovia José Pizarro, que interliga Monte Alto à SP 326 próximo a Jaboticabal, 16 km, e à SP 323, 2 km.
- SP 323 – Rodovia José Della Vechia, que interliga Monte Alto à SP 333, próximo a Taquaritinga, 15 km, e a Vista Alegre do Alto, 12 km.

Outras vias estaduais importantes que passam próximo ao município de Monte

- SP 326 – Rodovia Brigadeiro Faria Lima, 16 km a partir de Jaboticabal.
- SP 310 - Rodovia Washington Luís, 59 km através de Matão e 27 km através de Taquaritinga.

A Figura 02 mostra as principais linhas de acesso para o Município de Monte Alto.



Figura 02: Principais vias de acesso para Monte Alto/SP.

Fonte: http://www.der.sp.gov.br/malha/download_mapas.aspx . Acesso 24/09/2007.

PARTE I - Conceitos, Definições, Objetivos e Princípios

Planejar o Planejamento

O ato de planejar, segundo o dicionário AURÉLIO é *“fazer o planejamento de; elaborar um plano ou roteiro de; programar, planificar.”* Dessa forma, entende-se que o planejamento é definido como um processo que, para atingir um ou mais objetivos pré-definidos, estabelece metodologias, procedimentos, metas, prazos e resultados que, resultem na sua obtenção. Dependendo de quem realiza essas ações, as definições irão divergir, mas o conceito fundamental do ato de planejar esta ligada a uma característica dinâmica, na qual as ações são modificadas, ao longo do tempo, pelas suas conseqüências, retro alimentando o processo modificando-o e/ou adaptando-o.

O **planejamento** pode, dessa forma, ser entendido como uma **ferramenta de suporte a tomada de decisões** que viabilize resultados satisfatórios dentro de prazos adequados. Por outro lado, para que o planejamento se torne uma atitude e atividade cotidiana nas administrações públicas é preciso que seja uma prática contínua pois, segundo MATOS (1993) *“o planejamento só é efetivo na medida em que oferece um suporte para a tomada de decisões e sua oferta é demandada e valorizada pelo decisor”*.

O planejamento pode ser entendido como uma interface entre o conhecimento desenvolvido e acumulado conjuntamente com a ação propositiva das administrações públicas e atores sociais¹.

Segundo BUARQUE (1998) o planejamento deve ser baseado no

¹ Atores Sociais, segundo BUARQUE, S. C. (1998) *“são grupos e segmentos sociais diferenciados na sociedade que constituem conjuntos relativamente homogêneos segundo sua posição na vida econômica e vida sócio-cultural ... que constróem identidades e espaços de influência dos seus interesses e suas visões de mundo (p. 28)”*

“Princípio que o futuro pode ser construído pela sociedade, mas entende que esta construção do futuro tem raízes na história, no passado recente e na realidade atual, definidora dos limites do possível”.

Neste sentido, o planejamento assume um aspecto temporal, pois através da análise dos acontecimentos passados conjuntamente com os atuais pode-se elaborar ou construir os cenários futuros. Esse é um conceito fundamental que irá permear todo o desenvolvimento desse trabalho e, por isso, será retomado mais adiante.

Na medida em que, são inúmeros os atores sociais que transformam a sociedade, tanto do ponto de vista físico como sócio-cultural-ideológico, diversas são as formas de planejamento.

Existem inúmeros tipos de planejamento, tais como, federal, estadual, municipais, participativo, globais, específicos, setoriais, estratégicos, locais, entre outros. A adoção de cada modalidade ou metodologia depende dos objetivos e metas que se deseja atingir e das instituições envolvidas nesse processo.

Planejamento Público

O planejamento público é uma modalidade que se caracteriza por envolver duas dimensões distintas, mas estreitamente interligadas, no ato de planejar as ações, os objetivos e as metas das administrações públicas, que são: *a dimensão técnica* e *a dimensão política*. Como esse tipo de planejamento envolve objetivo e interesses de toda uma sociedade ou coletividade, a articulação dos diversos interesses dos atores sociais pressupõe um debate político sustentado por critérios técnicos objetivos e quantificáveis. De acordo com OLIVEIRA (1991) essas dimensões são justificáveis pois

“Técnica porque implica o domínio de uma metodologia de trabalho própria, o acesso a informações atualizadas, sistematizadas e agregadas no nível adequado às necessidades e, freqüentemente, o apoio dos conhecimentos especializados de profissionais de diferentes áreas. Política porque é, antes de tudo, um processo de negociação que busca conciliar valores, necessidades e interesses divergentes e administrar conflitos entre os vários segmentos da sociedade que disputam os benefícios da ação governamental”.

Essas dimensões devem ser ponderadamente equilibradas pois, se for dada uma ênfase muito técnica para o planejamento, ele pode ficar inviabilizado politicamente, podendo o contrário ser verdadeiro. Neste sentido deve existir uma sinergia positiva entre a técnica e a política com o intuito de fazer com que esse processo atinja a etapa de implementação do projeto, pois em algumas experiências, como por exemplo, na elaboração de planos diretores de determinados municípios, estes foram inviabilizados na dinâmica da negociação política.

Para a operacionalização do planejamento público de forma a fundamentar ações públicas coerentes é recomendado que se estabeleça 03 tipos ou níveis de planejamento: o *estratégico*, o *tático* e o *operacional*.

São fases do planejamento que estão inter-relacionadas nas estruturas verticais e horizontais das instituições públicas. Verticais porque se refletem em todos os níveis hierárquicos e horizontais porque são executadas por determinados níveis.

A *fase estratégica*, que seria **o que fazer**, envolve decisões elaboradas pelas pessoas envolvidas com o alto escalão, como prefeitos

e secretários, é este nível que elabora, de uma forma geral, as políticas públicas orientadoras da administração municipal. A segunda *fase, tática*, do **quando fazer**, desenvolve as condições necessárias para a exeqüibilidade das políticas propostas, estabelecendo metas, projetos e atividades. São envolvidos nessa etapa diversos níveis hierárquicos, como diretores, consultores, assessores, etc. E, finalmente, a *fase operacional*, do **como fazer**, envolve a participação de, praticamente, todos os níveis hierárquicos para concretizar, através da execução dos projetos e programas, segundo as diretrizes estipuladas nas outras fases do processo.

Sendo o planejamento público entendido como um processo que, entre outros propósitos, deve buscar a concretização das metas e objetivos levantados pelas diversas entidades envolvidas, para, nesse sentido, viabilizar uma melhoria dos bens e serviços públicos oferecidos para a população elevando, dessa maneira, os níveis de acessibilidade existentes.

Como cada processo de planejamento pode ser entendido como único e exclusivo, mas que também, pode ser estruturado a partir de outras experiências, foram desenvolvidas diversas metodologias de planejamento público, entre as quais a apresentada por OLIVEIRA (1991) que será apresentada de forma sucinta.

Segundo OLIVEIRA (1991) o processo de planejamento público pode ser dividido nas seguintes fases:

Análise da situação existente

Essa fase é entendida como uma caracterização geral de um município, através da análise das suas vocações (econômicas, sociais, culturais, etc), potencialidades, fragilidades, problemas e necessidades. Podendo ser dividida em duas partes: (1) levantamento de dados quantitativos e qualitativos e (2) análise das variáveis e problemas encontrados.

Estudo de prioridades e formulação de objetivos e políticas

Nessa fase deve-se estabelecer um quadro de hierarquização de prioridades para direcionar as ações de curto, médio e longo prazo a partir dos problemas levantados na fase anterior. E com isso, definir os objetivos a serem atingidos.

Levantamento das alternativas existentes para alcançar cada objetivo

Com os objetivos definidos, deve-se elaborar uma listagem, a mais extensa possível, de alternativas para a obtenção desses objetivos. É uma fase que demanda muita criatividade e intercâmbio entre os participantes do processo de planejamento, entre outras entidades e entre outros municípios.

Levantamento de custos

A partir de cada alternativa de implementação definida como possível, de acordo com as possibilidades do município, deve-se elaborar os custos decorrentes de cada escolha. Esses custos, geralmente, são de planejamento, execução, implantação e manutenção, onde cada um envolve pessoal, equipamentos, material, impostos, etc.

Escolha de alternativas de soluções

Nessa fase deve-se ponderar sobre os aspectos positivos e, principalmente, os aspectos negativos, pois são estes que indicam o quanto uma solução é adequada ou não. Os aspectos positivos podem ser: (1) interesse social da solução, (2) custos dos projetos, (3) capacitação técnica, (4) aproveitamento das potencialidades locais, (5) fortalecimento da economia local, etc. E os negativos podem ser: (1) impactos

ambientais, (2) desequilíbrios sociais, (3) falta de envolvimento da população-alvo do programa, etc.

Alocação de recursos

De acordo com as limitações orçamentárias do município, deve-se alocar recursos humanos e financeiros para a realização das soluções definidas.

Programação

Essa fase corresponde ao estabelecimento e programação das principais ações da administração municipal, através do detalhamento de projetos e programas setoriais, gerais ou regionais. Essa programação poderá ser feita utilizando-se a metodologia de respostas às seguintes perguntas: (1) o quê?, (2) por quê?, (3) quanto?, (4) quando? (5) como?, (6) onde? e (7) quem?

Controle e avaliação

Com o estabelecimento das fases anteriores é necessário o desenvolvimento de um processo de controle e avaliação das ações, determinadas pela administração pública, no sentido de aferir os resultados das políticas estabelecidas, de forma a implantar um sistema de retro alimentação do processo de planejamento, questão fundamental no redirecionamento de políticas e projetos.

Reformulação

Nesta fase são analisadas as dificuldades encontradas e estabelecidas ações preventivas e corretivas necessárias para melhorar os resultados dos projetos implantados. Nessa etapa, a participação de todos os envolvidos no processo é recomendada pois fortalece o

envolvimento e, se bem conduzida, resulta em propostas mais adequadas às características locais.

Essas etapas devem ser desenvolvidas com um adequado nível de detalhamento e envolvimento interpessoal para que todos os participantes possam incorporar os conceitos, metodologias utilizadas, e dessa forma, praticar cotidianamente uma visão diferente ou inovadora da prática tradicional de planejamento.

Ferramentas de planejamento municipal

Para o desenvolvimento e execução do planejamento, os administradores públicos possuem as seguintes ferramentas de planejamento municipal:

Plano de ação do Governo; Plano Plurianual; Plano Diretor Municipal; Orçamento programa; Lei de diretrizes orçamentárias; Planos setoriais (educação, saúde, segurança, transporte e circulação, **Drenagem Urbana**, etc); Legislação de parcelamento, uso e ocupação do solo etc

Esses instrumentos devem conter, principalmente, as diretrizes, as propostas, ações, metas, prazos e recursos para a execução das políticas públicas elaboradas pela administração municipal. São instrumentos legais que fundamentam essas políticas. Na medida em que, esse trabalho procura descrever a elaboração e utilização de planos diretores de drenagem urbana, dentro do contexto do planejamento municipal, procurou-se desenvolver um aprofundamento no processo de elaboração dos mesmos e dessa forma, são apresentados, a seguir, alguns conceitos e metodologias de elaboração.

Plano Diretor de Drenagem Urbana

Os Planos Diretores de Drenagem Urbana fazem parte de um processo de planejamento mais amplo no âmbito da estrutura administrativa dos municípios. Geralmente, resultam de um produto do processo de elaboração do Plano Diretor.

São necessários, na medida em que, as cidades brasileiras estão sofrendo sérios problemas com inundações esporádicas em suas malhas urbanas, causando os mais variados prejuízos desde vidas humanas até destruições de infra-estruturas urbanas de pavimentação, redes de água, esgoto, energia elétrica, comunicação, etc.

Segundo MARICATO (1993) *"toda temporada de chuvas é acompanhada anualmente por tragédias urbanas no Brasil. Enchentes e desmoronamentos com mortes fazem parte do cotidiano da população pobre que habita as grandes cidades. A repetição de informações através da mídia não faz qualquer relação com o processo anárquico de uso e ocupação do solo (impermeabilização excessiva com ausência de correta rede de drenagem) "*. (p. 271) .

A referência ao processo de ocupação e uso do solo é pertinente, uma vez que, esse processo é determinante das alterações do ciclo hidrológico, principalmente, das mudanças nas taxas de precipitação, infiltração, escoamento superficial e evaporação. E potencializa as consequências dessas alterações, como por exemplo, a ocupação dos fundos de vale e faixas de alagamento dos cursos d'água, impermeabilização intensa do solo, retirada da cobertura vegetal (desmatamentos), entre outros.

Muitas vezes esses fatos são consequências de um processo de urbanização intenso e desordenado das cidades. Esse processo de urbanização, além de excluir, possui a característica de agredir de forma intensa e continuada o meio ambiente, através de lançamento de

esgotos domésticos e industriais *in natura* nos cursos d'água, grandes movimentos de terra, desvios de cursos naturais dos rios, exploração desenfreada dos recursos minerais, altos índices de impermeabilização do solo, altas taxas de produção de lixo (resíduos sólidos) dispostos de forma errônea.

Essas atitudes do homem fazem com que o meio ambiente reaja de forma violenta, resultando em que, cada inundação seja maior que a anterior, cada desmoronamento seja mais intenso que o anterior e cada vez mais vidas humanas sejam sacrificadas.

Neste contexto os planos diretores de drenagem urbana, são instrumentos que poderão servir como determinantes de políticas preventivas, mesmo que essa não seja uma prática muito comum entre as administrações públicas brasileiras, principalmente, quando se refere a drenagem urbana que é uma infra-estrutura que não “aparece”. São obras que ficam enterradas e esquecidas até que surja uma enchente ou inundação e só serão percebidas caso não funcionem adequadamente.

Segundo BARTH (1997) o **Plano Diretor de Drenagem Urbana** pode ser definido como

“Um conjunto compreendido de medidas estruturais e não estruturais, com a finalidade de combater e mitigar os problemas causados pelas inundações em uma determinada área”.

Entende-se por medidas estruturais, segundo BARTH (1997), as medidas que “envolvem a execução de estruturas públicas de grande e médio porte e grandes volumes de recursos para sua execução e, medidas não-estruturais “as que não envolvem grandes estruturas” e podem ser executadas de forma rápida e com recursos reduzidos. A tabela 01 apresenta as principais medidas estruturais e não-estruturais e seus impactos na qualidade e quantidade da água pluvial.

Tabela 01: Medidas Estruturais e Não Estruturais Típicas

Medidas Estruturais	Impactos	
	Qualidade	Quantidade
Modificações nos Canais ou execução de galerias	X	X
Armazenamento ou desvio das águas a montante da região sujeita a inundações	X	X
Diques e Muros	X	
Alterações em pontes e travessias	X	X
Bacias de retenção, detenção	X	X
Bacias de sedimentação	X	X
Bacias tipo "wet land"	X	X
Medidas Não Estruturais	Impactos	
	Qualidade	Quantidade
Reserva de área para lazer e atividades compatíveis para os espaços abertos	X	X
Controle do uso do solo fora da área de inundação	X	X
Seguro inundação	X	
Estruturas a prova de inundação	X	
Relocação e demolição de estruturas	X	
Tratamento de taludes e áreas baixas		X
Política de desenvolvimento adotada pelas comunidades	X	X
Programa de manutenção e inspeção	X	X
Programa de ação emergencial	X	
Manual de manejo das águas superficiais	X	X
Educação Ambiental	X	X

Fonte: Planos Diretores em Drenagem Urbana: Proposição de medidas para a sua Implementação. Barth, R. T. (tese de doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1997.

BARTH (1997) entende que o Plano Diretor de Drenagem Urbana está inserido em um processo de planejamento global do município, e

para sua implantação é necessário uma compatibilização dos interesses dos vários agentes sociais que interagem no desenvolvimento local e na disputa por recursos pelas infra-estruturas, e neste caso, para drenagem urbana.

Relata que a drenagem urbana tem a característica de ser uma infra-estrutura que fica “enterrada” e não é vista pelos munícipes e por isso não é entendida como uma necessidade prioritária, a não ser quando acontece uma falha no sistema ocasionando inundações ou desastres maiores.

O autor ressalta a importância da definição do período de retorno pois *“na elaboração de Planos Diretores de Drenagem é obrigatório fazer referência ao risco a ser assumido, ou seja, a definição do período de retorno a ser adotado.”* Esse risco, geralmente, está diretamente relacionado com os custos das obras.

Na medida em que a elaboração dos Planos Diretores de Drenagem Urbana (PDDU) devem se fundamentar em princípios gerais, como pode ser observado na Tabela 02.

Esses seriam, de maneira geral, os princípios nos quais as equipes de elaboração dos PDDU's se baseariam para fundamentar as suas propostas de intervenção.

Uma vez que, o *uso do solo*, ou seja, a forma como o homem ocupa e transforma o meio ambiente tem impacto direto nas características do ciclo hidrológico, o princípio de adequar a forma como é feita o assentamento humano às peculiaridades do sítio, e não o contrário como é, geralmente, a prática comum, resultará em menores impactos negativos nas características do ciclo e atenuará a relação conflituosa entre o homem e seu meio ambiente.

Tabela 02: Princípios Gerais de Planos Diretores de Drenagem Urbana.

Princípios	
Uso do solo	A sua definição repercute nos seguintes aspectos: • condições de escoamento dos corpos d'água; • condições de precipitação; • contribuição concentrada e difusa de poluentes; • condições de erosão; • assoreamento das áreas baixas.
Prioridade dos Estudos	Hierarquização dos estudos • Realizar um inventário de cada bacia hidrográfica; • Elaborar PDDU's para as bacias na seguinte ordem: 1. Bacias Desenvolvidas e com sérios problemas de inundação; 2. Bacias parcialmente desenvolvidas, com problemas pequenos de inundação e com potencial de desenvolvimento crescente e agravamento das inundações; 3. Bacias em condições naturais e com potencial de desenvolvimento urbano a médio prazo.
Envolvimento da Comunidade	Formas de interação com o público: • Fase 01: reconhecimento de campo, entrevistas, fotos. • Fase 02: reuniões públicas com moradores, políticos, administradores esclarecendo os objetivos do plano, as medidas a serem adotadas e discussão das possíveis causas e conseqüências das inundações. • Fase 03: formação de grupos de apoio/estudo/trabalho para ajudarem na elaboração do plano.
Aspectos Tecnológicos	Incorporação de novas tecnologias desenvolvidas na área de Drenagem Urbana. Essas soluções devem abranger tanto as medidas estruturais como as não estruturais. MEDIDAS ANTI-INUNDAÇÃO • Remoção de estruturas de áreas inundáveis; • Regulamentação de área de várzea; • Armazenamento temporário das chuvas em tetos, na rua; • Tanques de infiltração; • Taxas de drenagem (impostos especiais); • Bacias de retenção/detenção para amortecimento de cheias; • Uso de computadores na modelagem dos processos hidrológicos, hidráulicos, de qualidade d'água e econômicos.

Fonte: BARTH, R. T. *Planos Diretores em Drenagem Urbana: Proposição de Medidas para a sua implementação*. USP (1997).

Como as demandas da população são, de certa maneira, ilimitadas e, por outro lado, os recursos públicos são escassos, o princípio de *hierarquização de estudo* procurará enfrentar os problemas mais emergenciais, ou seja, aqueles que trazem risco de perda de bens e vidas

da população, para, numa fase posterior, resolver os problemas menos prioritários.

O princípio de *envolver a comunidade* na elaboração dos PDDU's parte do conceito que, somente esse envolvimento poderá, entre outros motivos, fazer com que o plano seja implantado na sua totalidade, pois, dessa maneira, não estará restrito a períodos posteriores a enchentes ou desastres urbanos, fato que é característico, infelizmente, desse tipo de plano e sim, fundamentado em uma percepção por parte da comunidade, da necessidade de enfrentar os problemas da drenagem urbana de forma planejada e contínua.

Planos diretores e drenagem urbana

Para compreender a maneira pelas quais as administrações públicas entendem a questão da drenagem urbana foram analisadas algumas definições dessa problemática em planos diretores de determinados municípios.

A PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO BERNARDO DO CAMPO através do seu Plano Diretor entende a drenagem urbana como uma das várias infra-estruturas que dão suporte ao desenvolvimento sócio-econômico do município e define no artigo 39 esse sistema como *“as áreas vazias, edificações, sistema viário, redes de galerias, tubos e cursos d’água situados em bacias hidrográficas”* (p.16) e determina como um encargo do Executivo elaborar *“um Plano Diretor de Drenagem que defina prioridades e oriente o programa de investimentos no setor.”*

Mais adiante no artigo 41, indica os programas que deverão ser desenvolvidos para a execução e operação do sistema de drenagem. São eles:

- “ I – incentivo à recuperação da permeabilidade dos terrenos e à retenção temporária das águas pluviais, visando diminuir o volume total das águas de escoamento superficial;*
- II – estudo da viabilidade da utilização de materiais alternativos no recapeamento de vias;*
- III – dragagem, desassoreamento e limpeza dos cursos d’água, dos canais e galerias do sistema de drenagem; e*

IV – criação de áreas preferenciais de inundação, que possam reter parte das águas pluviais de escoamento superficial de forma a minimizar as enchentes em áreas estratégicas. ”

Já a PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE, no seu Plano Diretor estabelece como uma das diversas ferramentas de planejamento, na seção que trata Das Diretrizes de Intervenção Pública na Estrutura Urbana, as seguintes diretrizes relacionadas com a drenagem urbana:

“ I – implementar alternativas de canalização, de forma a proteger os fundos de vale, evitando o aumento de áreas impermeabilizadas e favorecer a conservação de recursos ambientais;

II – criar cadastro e desenvolver o plano de manutenção do sistema de drenagem superficial;

III – implantar sistemas de drenagem para atendimento das áreas carentes, por meio de práticas que impliquem menor intervenção no meio ambiente natural;

IV – implantar sistema de esgotamento pluvial com dimensões compatíveis com as áreas de contribuição nas avenidas sanitárias, nos fundos de vales urbanos e nas vias que apresentam enchentes nos períodos de chuvas, implantando, quando tecnicamente necessário, estações de bombeamento;

V – implementar política de microdrenagem. (p.05)”

A PREFEITURA MUNICIPAL DE JABOTICABAL determina no artigo 3º, inciso V, que o Plano Diretor deve realizar “A preservação, a proteção e a recuperação do meio ambiente e da paisagem urbana.”(p.02) de

maneira a potencializar uma melhoria na qualidade de vida de seus habitantes. Estabelece no artigo 9º

“As diretrizes quanto à drenagem urbana:

I - Todos os córregos que atravessam a zona urbana serão objeto de canalização, recuperação e tratamento paisagístico permanente.

II - Será incentivada a implantação de poços de infiltração em áreas particulares.

III - As larguras das faixas “non aedificandi” ao longo dos córregos e cursos d’água, serão compatíveis com os planos de canalização, recuperação e intervenção urbanística nos fundos de vale.

Parágrafo Único - Fica proibida a cobertura permanente dos cursos d’água.”

No Plano Diretor de Jaboticabal não são feitas referências quanto a necessidade de elaboração de um PDDU para sistematizar a problemática da drenagem urbana do município.

A PREFEITURA MUNICIPAL DE GOIÂNIA (1985) realizou diversos estudos sobre essa questão, com o intuito de equacionar adequadamente os aspectos da drenagem urbana da sua região. Para tanto elaborou os estudos, dentre eles o “Relatório de Análise e Diagnóstico do Plano Diretor de Drenagem Pluvial da Cidade de Goiânia” no qual, foi feito uma descrição dos aspectos negativos da urbanização sem controle que caracteriza a cidade, tais como, crescimento acelerado, ocupação de margens, lançamento de esgoto “in natura” nos rios, falta de drenagem.

Esses estudos relataram que alguns dos principais problemas encontrados pela equipe de trabalho foram o **sub-dimensionamento das redes de drenagem** (quando existiam) e a **falta de cadastro da rede implantada**.

Destacou que um tratamento global implicaria em custos muito elevados, por isso recomendou a realização de estudo global, mas com uma abordagem setORIZADA das redes e bacias hidrográficas. Neste sentido foram analisadas as seguintes variáveis: (1) possíveis causas dos problemas urbanos, (2) condição da rede existente, (3) localização do município em relação as bacias hidrográficas, (4) localização das nascentes dos cursos d'água e os reflexos da urbanização nas condições de drenagem das nascentes, (5) estudo global atuação local, (6) obras com altos custos.

Para caracterizar os cursos d'água que "cortam" a cidade, foram feitos levantamentos de campo dos principais aspectos de cada um, destacando os seguintes: Local da nascente; Extensão (comprimento); Tipos de áreas que percorre durante seu trajeto (fazendas, pastos, loteamentos, etc).

Foram tiradas várias fotos mostrando algumas características do rio, tais como: margens; estreitamento da calha; obras (bueiros, galerias); processos erosivos; pontos de lançamento de esgoto; declividade; tipos de indústrias existentes (curtumes, frigoríficos, etc); tipo de ocupação próxima a nascente; Tipos e características dos afluentes de cada rio; Pontos de captação d'água; Tamanho da bacia.

Os pontos críticos do sistema foram identificados através de levantamentos e trabalhos realizados pela Prefeitura e por visitas "in loco" pela equipe responsável. Foram abordados de forma separada para cada rio(córrego) da cidade. Cada rio foi visitado e seus problemas identificados (conseqüências) procurando-se destacar a possível causa.

Foram identificados os seguintes problemas: Transbordamento de ruas/ pontes; Pontos de inundações causados por: (1) declividade, (2) impermeabilização, (3) estrangulamento da calha, (4) ocupação ribeirinha; Loteamentos localizados abaixo da linha do córrego (cotas mais baixas): afloramento do lençol freático, refluxo de águas servidas; Pontos do terreno com vossorocas; Sentido de urbanização: Jusante para Montante implicando em dimensionamentos errados; Loteamentos com ruas perpendiculares às curvas de nível, implicando em elevadas velocidades de escoamentos das águas superficiais; Pavimentação sem drenagem e Falta de manutenção das bocas de lobo e galerias.

Dessa forma, a elaboração do PDDU da cidade de Goiânia procurou abordar os seguintes pontos básicos : Concepção Geral do Sistema de Drenagem; Análise da Situação Existente; Projeção das necessidades futuras (Situação Futura); Definição de Prioridades e Seqüências.

Apresentando como resultados os seguintes produtos: solucionar os problemas existentes no sistema; formular um programa de expansão do sistema; fornecer elementos para cadastro e banco de dados atualizados; controlar a ocupação do solo fazendo serem respeitadas as Posturas Municipais referentes às faixas "non aedificandi" às margens dos canais; apresentar medidas visando a preservação de obras existentes; apresentar sugestões para preservação e recuperação da vegetação de fundos de vale, visando o controle das erosões; formular diretrizes para a implantação de macro e micro drenagem, bem como normas de dispositivos típicos de obras de arte e pavimentação.

O estudo conclui que os cursos d'água deverão ser conservados o mais natural possível, fazendo obras de concreto aparente somente quando for muito necessário. Em áreas muito adensadas os córregos devem ter tratamento em gabiões. Propõe que o Poder Público adquira as áreas das margens dos córregos para realizar projetos de urbanização e paisagismo

evitando dessa forma invasões, depósitos de lixo e lançamento de esgoto clandestino. E para os córregos que não apresentam grandes problemas com erosão e inundação propõe: projetos de contenção das margens; reflorestamentos; limpezas; urbanizações; pequenas drenagens e apropriação das áreas pelo Poder Público, evitando as invasões e depredações.

BARTH (1997) relatou um estudo de caso da elaboração do *Plano de Combate às Inundações - Diagnóstico Geral (1997)*, da cidade de Uberaba/MG, onde relata que a cidade é assolada por várias inundações devido à topografia, configuração de sua malha hidrográfica, uso e ocupação do solo e sistema de drenagem existente. Possui uma população de 300.000 habitantes. Formato da Bacia Hidrográfica, aproximadamente, circular, com topografia íngreme, com os cursos d'água canalizados através de galerias com declividade de 1% e subdimensionadas. A metodologia utilizada no desenvolvimento do plano foi : Inventário para coleta de dados, análise e compreensão do problema; Consolidação dos dados coletados; Elaboração de diagnóstico; Estudo de alternativas para a solução ou mitigação das inundações na cidade; Escolha de alternativa mais adequada com base em uma relação custo-benefício; Proposição de medidas de implantação da alternativa escolhida.

Os estudos da situação atual da Macro-Drenagem abordaram os seguintes aspectos: Capacidade de vazão das galerias (cálculo por trecho); Estimativas de demanda através de cálculo dos hidrogramas; Cálculo das vazões de projeto afluentes ao sistema (verificação da viabilidade de implantação de reservatórios ao longo dos córregos da cidade); Comparação entre Capacidade X Demanda.

O autor relata para a bacia em questão as seguintes alternativas para a mitigação de inundações: preservação da várzea com tratamento

paisagístico; canalização de determinados trechos; manutenção de áreas verdes; controle de erosão durante a construção de loteamentos; construção de estação de esgoto; tempo de recorrência de 25 anos para o dimensionamento dos dispositivos de proteção; Análise de Custo X Benefício entre as alternativas de Reforço de galerias existentes e Construção de Reservatórios de contenção/reservação. Nesta análise o autor conclui que para o caso de Uberaba, a alternativa mais econômica seria a construção de vários reservatórios de contenção de cheias.

Reflexos da Urbanização no Ciclo Hidrológico

A urbanização entendida como a transformação de um determinado espaço, que possuía características rurais, em um ambiente com aspectos urbanos através da ação do homem, pressupõe, dessa forma, a mudança dos aspectos físicos, climáticos, topográficos, hidrológicos desse sítio.

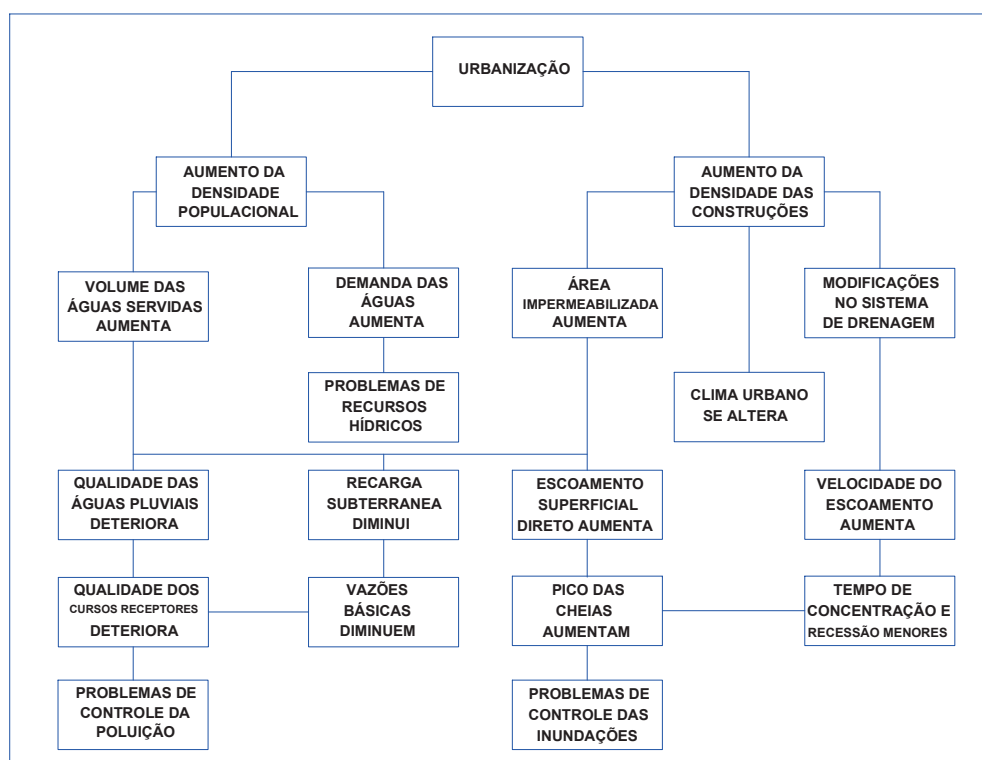
As alterações provocadas pela urbanização, nos fatores ambientais, podem induzir diferentes tipos de uso e ocupação do sítio urbano. Esses fatores são: climáticos; topográficos; geológicos; hidrológicos.

O ciclo hidrológico é formado pelos processos de Precipitação, Infiltração, Escoamento Superficial (*run-off*), Escoamento Subterrâneo, Evaporação e Evapotranspiração.

As alterações provocadas neste ciclo pela urbanização são (ver figura 04): aumento da precipitação; diminuição da evapotranspiração; aumento do escoamento superficial; diminuição do escoamento subterrâneo; diminuição da infiltração; alteração dos volumes d'água do lençol freático; aumento da erosão do solo; aumento do número de enchentes; aumento da poluição dos cursos d'água.

De uma forma geral, a água de escoamento superficial carrega consigo inúmeras substâncias que variam de acordo com as atividades desenvolvidas pelo homem e podem ser, segundo MOTA (1981): sólidos sedimentáveis, de vários tipos e tamanhos; matéria orgânica; nutrientes, principalmente, fósforo e nitrogênio; defensivos agrícolas e fertilizantes; bactérias e organismos patogênicos; vários compostos químicos; metais pesados.

Figura 04: Efeitos da Urbanização nos Processos Hidrológicos



Fonte: BARTH, R. T. *Planos Diretores em Drenagem Urbana: Proposição de Medidas para a sua implementação*. USP (1997).

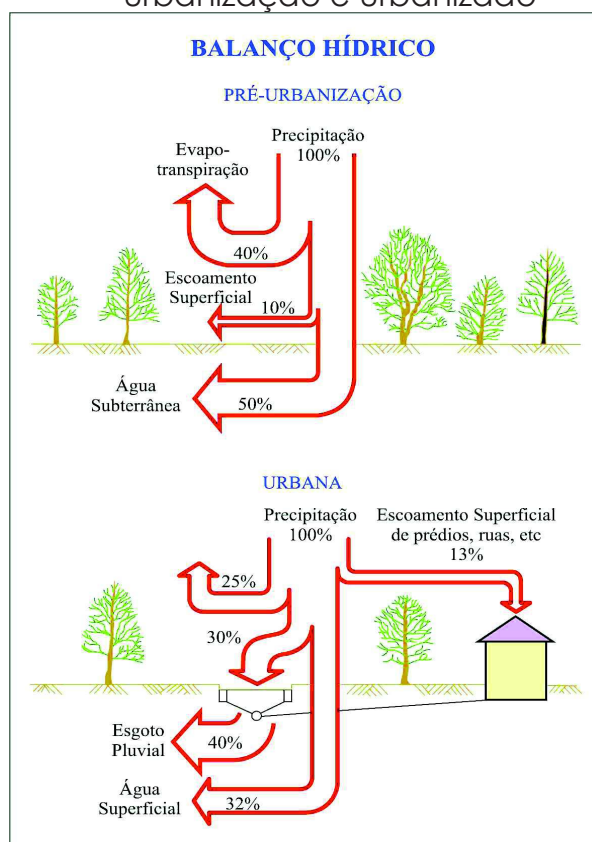
A intensidade dessas impurezas nas águas de escoamento superficial variam com o tempo, sendo maiores na fase inicial das chuvas e

reduzindo ao longo do tempo. A temporada de chuvas, no Brasil, ocorre no verão e as chuvas, geralmente, apresentam durações pequenas, em média de 20 a 30 minutos, de precipitação intensa, característica de chuvas convectivas e dessa forma, pode-se perceber que a quantidade de resíduos carregados para os corpos d'água é muito elevada, e conseqüentemente, os índices de poluição e assoreamento apresentam incrementos positivos significativos.

Um dos nossos principais teóricos, Carlos E. M. Tucci (2005) assume em um mesmo trabalho que a vazão aumenta de 6 a 7 vezes, para depois apresentar um gráfico baseado em bibliografia estrangeira que a vazão aumenta de 10% para 40% dos 100% das águas precipitadas (Figura 5)².

² No mesmo gráfico, a evapotranspiração devido à urbanização cai de 40% para 25% e as águas superficiais de 50% para 32%.

Figura 05 – Gráfico representando o balanço hídrico nas situações pré-urbanização e urbanizado



Fonte: TUCCI, Carlos E. M. Drenagem Urbana. <http://www.cidades.gov.br>, acesso em 2005.

Inundações Urbanas

As inundações urbanas são as conseqüências mais danosas e prejudiciais das alterações provocadas no ciclo hidrológico, pois quando ocorrem, vidas são perdidas, cidades são destruídas, infra-estruturas são danificadas, entre outros.

Segundo BARTH (1997) a origem das inundações são as conseqüências das atividades do homem, pois *“Todo rio ou córrego possui um leito menor, por onde correm suas águas, sendo que as dimensões desse leito foram definidas segundo a sua vazão média normal. Em momentos de precipitações pluviométricas intensas, o leito menor dos rios ou córregos não comporta as vazões das cheias e extravasa para a várzea, também chamada leito maior do rio. As cheias ou enchentes são,*

portanto, fenômenos naturais. Já a inundação é o fenômeno natural de extravasamento para a várzea, mas em condições adversas para o homem."

Diversas são as explicações para essas questões, mas o principal motivo, no nosso entender, diz respeito ao processo de uso e ocupação do solo, que vem sendo implementado pelos agentes sociais. Para realizar um assentamento humano são necessárias áreas desocupadas, cada vez mais escassas, e dessa forma uma alternativa encontrada pelos loteadores e, também, por uma parcela da população carente, é a ocupação de áreas de inundação natural dos cursos d'água, ou seja, a várzea.

A natureza, no seu processo de desenvolvimento e crescimento, sempre busca encontrar estágios de equilíbrio na relação entre fauna e flora. Por exemplo, os cursos d'água naturalmente, sofrem processos de enchentes, na época das chuvas, mas a elevação do nível d'água invade a sua várzea natural, buscando sempre o equilíbrio do ecossistema.

A urbanização, através de um processo predatório, invade, as várzeas dos corpos d'água para aumentar a oferta de terras e por isso provoca o desequilíbrio do ecossistema. Como consequência disso, temos as freqüentes inundações das várzeas ocupadas por habitações, comércio e serviços. As enchentes urbanas podem ser (1) enchentes em áreas ribeirinhas e (2) enchentes devido à urbanização. A tabela 03 demonstra as causas e efeitos da urbanização sobre as inundações urbanas, sendo que, o principal efeito é o aumento dos picos de vazão.

Tabela 03: Causas e Efeitos da Urbanização sobre as Inundações Urbanas

CAUSAS	EFEITOS
Impermeabilização	Maiores picos de vazões
Redes de Drenagem	Maiores picos de vazão à jusante
Lixo	Degradação qualidade de água
Redes de esgoto deficientes	Degradação da qualidade d'água
Desmatamento e desenvolvimento indisciplinado	Maiores picos de vazão e volumes das cheias Maior erosão Assoreamento de canais e galerias
Ocupação das várzeas	Maiores prejuízos Maiores picos de vazão Maiores custos de utilidades públicas

Fonte: BARTH, R. T. *Planos Diretores em Drenagem Urbana: Proposição de Medidas para a sua implementação*. USP (1997).

Segundo TUCCI (1995) *"as enchentes ampliadas pela urbanização, em geral, ocorrem em bacias de pequeno porte, de alguns quilômetros quadrados"*(p.23). A malha urbana, da maioria das cidades, são divididas por diversas pequenas bacias hidrográficas, onde ocorre, em alguns casos, a ocupação do sítio de jusante para montante.

As administrações municipais, geralmente, procuram exigir projetos de micro-drenagem para os novos loteamentos, sem que seja mencionada a necessidade de se avaliar o impacto, desse novo sistema, na macro-drenagem. Essa forma de atuar faz com que as soluções de melhoria do sistema de drenagem e remediação de enchentes sejam feito através de grandes obras que demandam elevados recursos municipais.

O processo de controle de enchentes inicia-se pela regulamentação do uso do solo urbano através de um plano diretor que contemple as enchentes. Os dispositivos para controle de cheia urbana podem ser: Pavimento Poros; Armazenamento em telhados; Pequenos tanques residenciais; poços subterrâneos; Regime Urbanístico; Índice de ocupação; Coeficiente de Aproveitamento; Índice de Impermeabilização.

Controle de Inundações

O planejamento do sistema de drenagem urbana deverá apresentar uma metodologia para controle de inundações com o objetivo de mitigar as conseqüências das enchentes. Neste contexto serão apresentados na Tabela 04, os princípios e métodos de controle, onde as causas são combatidas nas fontes e não somente nas suas conseqüências, de forma a aumentar a eficiência do sistema de drenagem a jusante dos locais controlados.

Tabela 04: Princípios de controle de inundações urbanas

Princípios	
1. A bacia como sistema	A bacia deve ser encarada a partir de uma visão sistêmica e global.
2. As medidas de controle no conjunto da bacia	As medidas devem ser estruturais e não-estruturais.
3. Os meios de implantação:	Os meios de implantação dessas medidas são: Plano Diretor Urbano, Legislação municipal/estadual e Manual de Drenagem .
O horizonte de expansão	O Plano Diretor deve contemplar o planejamento das áreas a serem desenvolvidas e a densificação das áreas atualmente loteadas.
1. O critério fundamental de não ampliar a cheia natural	O usuário urbano não deve ampliar a cheia natural.
2. O controle permanente	O controle deve ser feito de forma efetiva, na medida em que podem ocorrer violações da legislação , portanto recomenda-se que: a) nenhum espaço de risco seja desapropriado se não houver uma imediata utilização pública que evite sua ocupação; b) a comunidade tenha uma participação nos anseios, nos planos, na sua execução e na contínua obediência das medidas de controle (a participação popular como forma de continuidade do controle).
3. A educação	A educação de profissionais, administradores e comunidade para modificar a orientação de drenar toda a água sem se responsabilizar sobre os impactos a montante ou a jusante.
4. A administração	A administração deve ser feita pelo município.
5. As normas	Atualizar as normas sobre controle da bacia e manutenção da cheia natural nos projetos de drenagem.

Fonte: TUCCI e GENZ (1995) - Drenagem Urbana - Controle do Impacto da Urbanização

Baseadas nos princípios apresentados, TUCCI e GENZ (1995) recomendam as seguintes atividades: a) *com base nos princípios, devem ser analisadas as sub-bacias urbanas e as faixas ribeirinhas, estabelecendo-se normas de inspeção de projeto e execução de ocupação e obras urbanas;* b) *a áreas legislada e controlada deve ser subdividida em distritos, para os quais são realizados estudos para regulamentar o tipo de ocupação e os critérios que devem ser seguidos;* c) *elaborar de um manual de drenagem urbana específico para a cidade, que servirá de orientação aos engenheiros projetistas e à fiscalização dos projetos;* d) *estabelecer equipe para: operação e manutenção dos sistemas de drenagem urbana, fiscalização dos projetos e elaboração de estudos de acompanhamento e planejamento.*

Para diminuir os impactos das enchentes nas áreas urbanas poderão ser utilizados alguns dispositivos que induzem uma maior infiltração das águas de escoamento superficial, são eles: (1) Planos de Infiltração, (2) Valos de infiltração, (3) Bacias de percolação, (4) Dispositivos hidráulicos permeáveis, (5) Pavimentos Permeáveis, (6) Reservatórios de retenção

Portanto com a adoção das medidas recomendadas nos itens anteriores, os impactos provocados pela alteração das características do ciclo hidrológico poderão ser atenuadas, de forma, a propiciar um melhor relacionamento entre o homem e o meio ambiente. Dessa maneira será descrito na Parte II deste trabalho, um estudo de caso do processo de elaboração de PDDU, onde objetiva-se a aplicação desses conceitos e faz-se recomendações para o município de Jaboticabal/SP.

PRINCÍPIOS DO PDMD DE MONTE ALTO

Os sistemas de drenagem gerenciados a partir de um **Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU)**, que procurará abordar as peculiaridades e operacionalizar as ações de mitigação dos efeitos das enchentes urbanas. Os principais objetivos do PDDU são:

- manter as regiões ribeirinhas ainda não urbanizadas em condições que minimizem as interferências com a capacidade de escoamento e armazenamento dos córregos e rios;
- reduzir à exposição ao risco de inundação as pessoas e as propriedades;
- reduzir o nível existente de danos e prejuízos patrimoniais causados por enchentes;
- assegurar que os projetos de prevenção e correção sejam consistentes com os objetivos gerais do planejamento urbano;
- minimizar problemas de erosões e assoreamentos;
- controlar a poluição dos córregos e rios provocadas pelas águas pluviais com o uso de tecnologias apropriadas;
- incentivar a utilização de técnicas de infiltração e retenção no solo das águas pluviais;
- incentivar o uso de alternativas tecnológicas das águas de chuvas coletadas para usos diversos e
- criar mecanismos de participação da sociedade organizada na elaboração das propostas e intervenções de combate das inundações urbanas.

E para atender esses objetivos, o gerenciamento e gestão do sistema de drenagem urbana, deve estrutura-se na análise dos aspectos de: - possibilidade de expansão física do sistema; - tempo de recorrência

compatível com os investimentos futuros no meio urbano; - utilização de tecnologias apropriadas; - densidade de uso e ocupação do solo e - qualidade adequada dos serviços de operação e manutenção.

PRINCIPIOS DO PDDU

Os trabalhos de levantamento de problemas, proposição de programas, projetos, obras estruturais e não-estruturais deverão observar os princípios estabelecidos na elaboração do PDDU e descritos abaixo.

- O PDDU é parte integrante do Plano de Saneamento Ambiental da cidade;
- O PDDU deve prever a minimização do impacto ambiental devido ao escoamento pluvial através de medidas estruturais e não-estruturais;
- O PDDU deve contemplar o planejamento das áreas a serem desenvolvidas e a densificação das áreas existentes;
- A Bacia deve ser considerada em conjunto e não de maneira isolada;
- O controle das inundações deve ser um processo permanente e contínuo;
- As decisões públicas devem ser tomadas conscientemente por todos e de maneira clara e participativa;
- Os empreendimentos urbanos e as políticas públicas devem adotar o princípio de IMPACTO ZERO, onde os parcelamentos devem manter as vazões de pré-urbanização.

PARTE II – Levantamento de Uso e Ocupação do Solo

Sobre o Plano Diretor Participativo de Monte Alto

O Plano Diretor Participativo de Monte Alto, Lei complementar 230/2006 de 24 de outubro de 2006 apresenta as seguintes diretrizes específicas para o **sistema de drenagem**:

No Título III – Dos objetivos e das Diretrizes Setoriais, Capítulo I Da Estrutura Urbana da Cidade de Monte Alto, no artigo 6º que estabelece os objetivos específicos, no inciso II, alínea a, b, c, d.

II - Evitar a deterioração da qualidade ambiental urbana, preservando e recuperando o patrimônio ambiental do Município, sob os aspectos ecológico, paisagístico, cultural e arqueológico, com as seguintes diretrizes:

a) controlar a ocupação das áreas de fundos de vale observando-se o regime de cheias e as metragens de recuos para as Áreas de Preservação Permanente definidas em legislação estadual e federal;

b) preservar as reservas de matas, os bosques naturais e os recursos paisagísticos existentes;

*c) promover a ampliação, melhoria e manutenção do saneamento ambiental, incluindo-se a **drenagem urbana**, das áreas ocupadas tendo como base as microbacias hidrográficas e os mananciais de abastecimento de água;*

d) ampliar os espaços livres de uso público através da criação de parques urbanos em especial ao longo dos principais cursos d'água;

No Título IX Do Meio Ambiente , no artigo 26, inciso II e alínea c:

Art. 26 - O Meio Ambiente, considerado bem de uso comum do cidadão e essencial à sadia qualidade de vida terá, para sua preservação e recuperação, o estabelecimento dos seguintes objetivos específicos:

...

II - Implantar o Sistema de áreas verdes, constituído por áreas de propriedade pública ou particular, delimitadas pela Prefeitura, tendo em vista preservar e ampliar a vegetação natural, com as seguintes diretrizes:

...

c) regulamentar a ocupação das faixas de **drenagem** e fundos de vale.

No Título X Do Saneamento Ambiental, artigo 29, inciso II, tem-se

Art. 29. O saneamento ambiental para o município deve comportar as seguintes atividades:

...

II – O manejo das águas pluviais deverá possibilitar o escoamento eficaz das águas de chuva, de modo a propiciar segurança e conforto aos habitantes e edificações existentes nas áreas urbanas.

Parágrafo único. Para atendimento do objetivo previsto no caput, o Poder Público deverá priorizar as medidas não estruturais, tais como: intensificação da arborização, construção de pavimentos permeáveis, utilização dos canteiros centrais, praças e jardins, canalização e correção de córregos, como receptores dos escoamentos superficiais e retenção no próprio lote das águas provenientes das precipitações pluviométricas incidentes no mesmo, bem como, o manejo de águas pluviais, com as seguintes diretrizes:

a) implantação de sistema de **drenagem** nos locais onde:

I – as margens e cursos d'água ocasionem risco de inundações das edificações;

II – as bacias fechadas tem dificuldade de escoamento natural das águas.

b) apresentação para aprovação, nos projetos novos de loteamentos, conjuntos habitacionais e condomínios, do projeto técnico de **drenagem** elaborado por profissional legalmente habilitado, onde estejam previstas soluções que não acarretem ônus ou prejuízos ao meio ambiente, a terceiros ou ao Poder Público municipal;

c) garantir a **drenagem** natural das águas pluviais, nos imóveis situados na área urbana que deverão resguardar a taxa de permeabilidade de 20% (vinte por cento) sobre a área total do terreno.

E por último no Título XI Dos Instrumentos da Política Urbana, artigo 30:

Art. 30. O Poder Executivo, na forma da lei, poderá exigir do titular do solo urbano não edificado, subutilizado ou não utilizado que promova seu adequado aproveitamento, sob pena, sucessivamente de:

I – parcelamento, edificação ou utilização compulsórios;

II – Imposto Predial e Territorial Urbano progressivo no tempo;

III – desapropriação com pagamento mediante títulos da dívida pública.

...

§ 4º. Serão dispensados deste instrumento:

a) os imóveis subutilizados como instalações de atividades econômicas que não necessitam de edificações para exercer suas finalidades;

b) os imóveis utilizados como postos de abastecimento de veículos;

c) os imóveis utilizados como áreas verdes.

d) os locais destinados à **drenagem** de águas pluviais, clubes e recintos de lazer, parques e estacionamentos.

As diretrizes do Plano Diretor de Macrodrenagem devem observar as diretrizes do Plano Diretor Participativo de Monte Alto, detalhando, onde for possível, pelos estudos e análises que serão apresentadas e desenvolvidas ao longo desse projeto.

Mapas Temáticos

A Secretaria de Planejamento, Obras e Infra-estrutura disponibilizou para este projeto, diversos mapas temáticos utilizados durante o processo de discussão do Plano Diretor Participativo. Os mapas temáticos que serão utilizados no diagnóstico e análises do Plano Diretor de Macrodrenagem são:

- Mapa de Estrutura Urbana;
- Mapa de Expansão Urbana;
- Mapa de Erosões;
- Mapa de Zoneamento;
- Mapa de Zoneamento Novo;
- Mapa Sistema Viário;
- Mapa de bueiros;

Estes mapas são apresentados no **ANEXO 03**.

- Croquis de erosões.

Estes croquis são apresentados no **ANEXO 02**.

PARTE III – Levantamento de Dados Topográficos

A Secretaria de Planejamento, Obras e Infra-estrutura disponibilizou para este projeto, diversos projetos urbanísticos de empreendimentos/loteamentos urbanos existentes na área do Plano Diretor de Macrodrenagem. Os dados disponibilizados foram:

- Mapas urbanísticos e plani-altimétricos cadastrais de diversos loteamentos/empreendimentos urbanos, a saber:

- Mapa Topográfico – zona norte;
- Carta IBGE 1:50.000.
- Jardim Folador;
- Bairro Barbizan;
- Jardim Canaã e Bom Retiro;
- Jardim Jaqueline;
- Bairro Real Paraíso;
- Jardim Real Park;
- Vila Real;
- Jardim Bela Vista do Mirante;

- Fotografias aéreas ortorretificadas – mosaico de fotos – escala 1:35.000

Com esses dados, propõem-se montar um mosaico de dados plani-altimétricos cadastrais da área sul do município, com a finalidade de subsidiar as propostas de ações, projetos, programas e obras do Plano Diretor de Macrodrenagem.

Estes mapas são apresentados no **ANEXO 03**.

Levantamento de Dados Geológicos

São apresentados em anexo, também, dados da geologia de diversos pontos da área urbana de Monte Alto. Uma vez que, neste município, existe uma correlação muito grande entre os processos erosivos, perfil geológico e tipo de solo.

Estes dados são apresentados no **ANEXO 01**.

BIBLIOGRAFIA

- AB'SÁBER, A.N. A terra paulista. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n.º 23, p. 5-38, 1956.
- ALMEIDA, F.F.M. O planalto basáltico da bacia do Paraná. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n.º 24, p. 3-34, 1956.
- AZEVEDO NETTO, J. M. de e ALVAREZ, G. A.. **Manual de Hidráulica**. São Paulo, Editora Edgard Blücher Ltda., vol.I e II, 1973.
- AGRA, S. G. Estudo experimental de microrreservatórios para controle do escoamento superficial. Porto Alegre, **Dissertação de Mestrado**, Instituto de Pesquisas Hidráulicas. IFRGS, 2001.
- BIDONE, F.R.A., TUCCI, C. E. M. Microdrenagem. In TUCCI, C.E.M., PORTO R.L., BARROS, M.T. (organizadores). **Drenagem Urbana**. Porto alegre, ABRH/Editora da UFRGS, 1995, Pg. 78-105.
- BOTELHO, M.H.C. **Águas de Chuva: Engenharia das Águas Pluviais nas Cidades**. São Paulo, Edgar Blucher, 1998.
- BRAGA, B., TUNDISI, J.G. **Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação**. São Paulo, Escrituras Editora, 2002, Pg. 473-505.
- BRASIL (Ministério das Cidades). **Programa Drenagem urbana sustentável/Manual para apresentação de propostas/Sistemática 2004**. Acesso, em 12/12/2004.
- BRASIL (Ministério da Agricultura) – **Carta de Solos do Estado de São Paulo (Contribuição à Carta de Solos do Brasil)**, 1:500.000, 1960.
- CANO, W. (coord.) - **A interiorização do desenvolvimento econômico do estado de São Paulo. (1920-1980)**. F. Seade, 3v. São Paulo: Contexto, 1988.
- CARDOSO NETO, A. **Sistemas Urbanos de Drenagem**. <http://www.labdren.ufscar.br>, acessado em 2005.

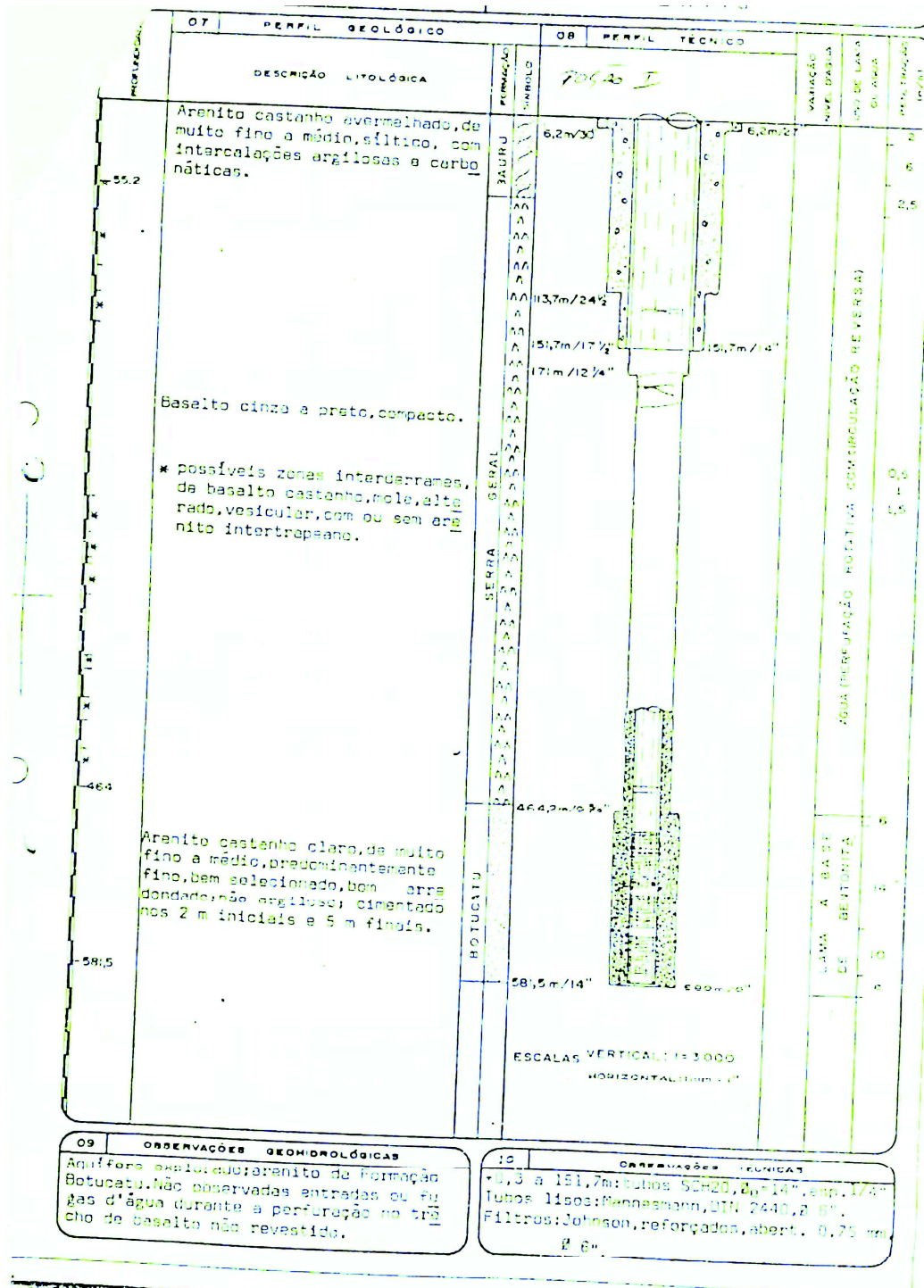
- CARVALHO, P. F. de e BRAGA, R. **Da negação à Reafirmação da Natureza na Cidade: o conceito de “renaturalização” como suporte à política urbana.** Recife, VIII Simpósio de Geografia Urbana/UFPE, 2003.
- CETESB/DAEE (1986) – **Drenagem Urbana.** Manual de Projeto – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental.
- CHRISTOFOLETTI, A. Impactos no meio ambiente ocasionados pela urbanização tropical. In SOUZA, M. A. de, SANTOS, M., SCARLATO, F. C. e ARROYO, M. (organizadores). **Natureza e Sociedade de Hoje: uma leitura geográfica.** São Paulo, Hucitec, 1993:127-38.
- DAEE (2005) - **Guia Prático para projetos de pequenas obras hidráulicas.** Departamento de Águas e Energia Elétrica. www.dae.sp.gov.br. 27/09/2005.
- DAEE (1994) – Manual de Cálculo. **Vazões Máximas, Médias e Mínimas - Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo** – Departamento de Águas e Energia Elétrica.
- DAEE (1994) – **Chuvas Intensas no Estado de São Paulo**, DAEE – FCTH – Departamento de Águas e Energia Elétrica / Centro Tecnológico de Hidráulica – POLI/USP.
- DE BIASI, M. A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. **Revista do Depto. De Geografia**, São Paulo, vol. 6, p. 45-53, 1992.
- DE BIASI, M. Cartas de declividade: confecção e utilização. **Geomorfologia**, São Paulo, n.º 21, p. 8-13, 1970.
- FADIGA Jr., F. M. (2001). **Projeto de Canais e Reservatórios de Retenção para Drenagem Urbana.** FCTH/USP – São Paulo. www.fcth.usp.br
- FERREIRA, J. P. **Enciclopédia dos municípios brasileiros.** IBGE. Rio de Janeiro, 1957. Vol. 28.
- FRANCISCO, J. e CARVALHO, P. F. de. A Função Sócia da Área de Preservação Permanente na Cidade. São Carlos, **Anais do III ENECS** –

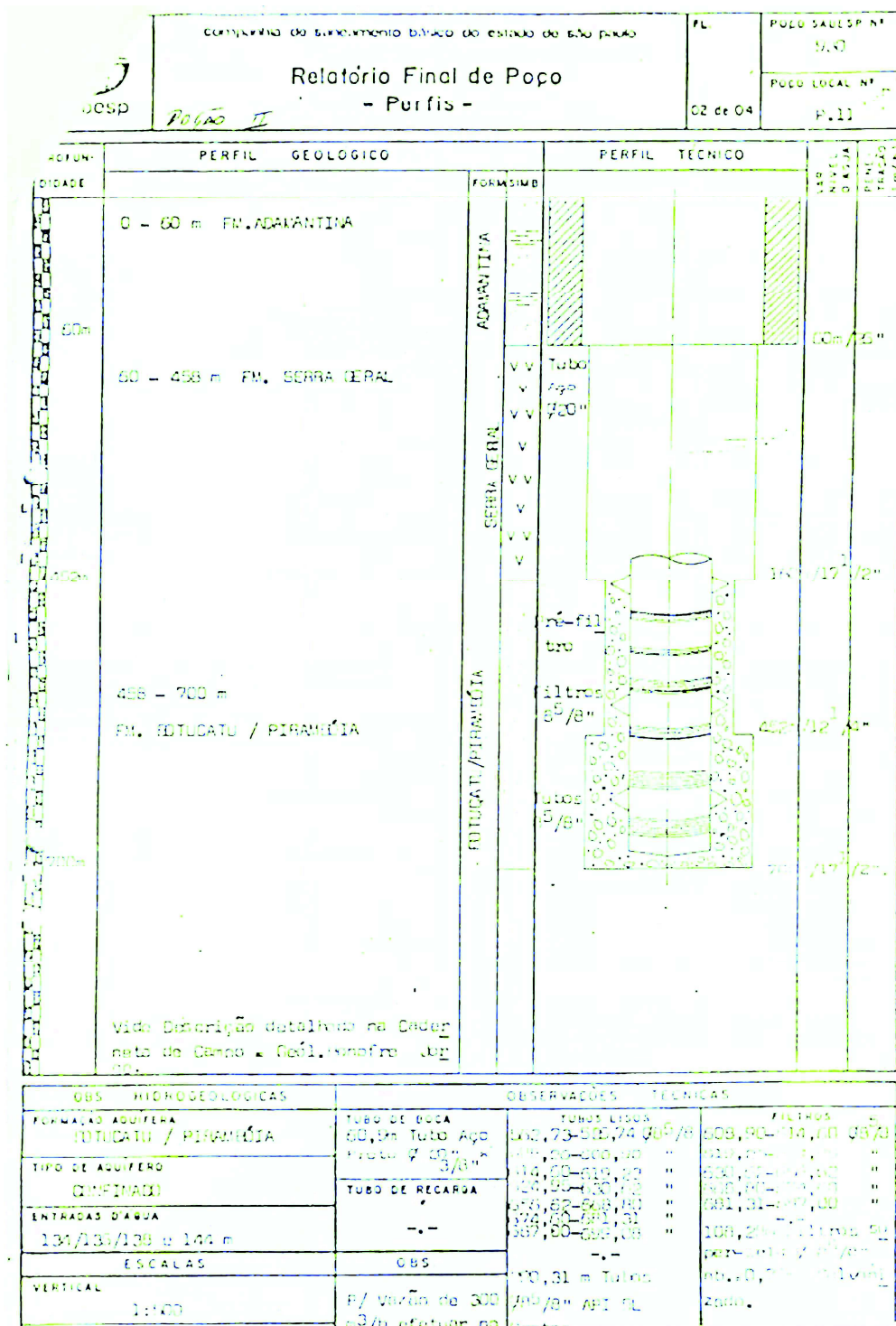
- Encontro Nacional sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, 2003.
- FREITAS, R.O. Grupo Bauru. Geologia do estado de São Paulo. **Boletim n.º 41**, p. 126-147, 1964.
- HOUGH, M. **City Form and Natural Process- towards a new urban vernacular**. London & Sidney, Croom Helm, 1984.
- LEPSCH, I.F. Levantamento de solos. In: MONIZ, (coord.). **Elementos de pedologia**. São Paulo: EDUSP, Polígono, 1972.
- LUPINACCI, C.M. **A importância das cartas morfométricas nos estudos ambientais: comunicação**. Rio Claro: Laboratório Geoambiental, Depto. de Planejamento Regional, IGCE, UNESP, 1995.
- MENDES, I.A. A dinâmica erosiva do escoamento pluvial na bacia do córrego Lafon, Araçatuba, SP. 1993. 192 f. **Tese (Doutorado em Geografia)** – Depto. de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- MONIZ, A. C. **Elementos de pedologia**. Ed. da USP, 1912. pp. 384-386.
- MONTEIRO, C.A.F. **A dinâmica climática e as chuvas no estado de São Paulo: estudo geográfico sob a forma de Atlas**. São Paulo: Instituto de Geografia, USP, 1973.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE MIRASSOL – SP. **Plano de Manejo do Parque Natural Municipal da Grotta de Mirassol – Mirassol (SP)**. MMA – Ministério do Meio Ambiente, FNMA – Fundo Nacional do Meio Ambiente. 151 pág. e anexos, São Paulo, 2003.
- PORTO, R.L. Escoamento Superficial Direto. In TUCCI, C.E.M., PORTO R.L., BARROS, M.T. (organizadores). **Drenagem Urbana**. Porto alegre, ABRH/Editora da UFRGS, 1995, Pg. 107-165.
- SÃO PAULO (ESTADO). Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo 1: 1.000.000**, vol. I, São Paulo: IPT, 1981.

- SÃO PAULO (Estado). Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT). **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo**. Vol. II, 1981.
- SÃO PAULO (Estado). Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT). **Mapa geológico do estado de São Paulo**. Vol. I. 1981.
- SIGRH (2003) – **Plano Estadual de Recursos Hídricos/Banco de Dados pluviográficos do Estado de São Paulo**. CD Rom Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica/SP. www.sigrh.sp.gov.br
- SOUZA, V. C. B. de. **Estudo experimental de infiltração no controle da geração do escamento superficial**. Porto Alegre, Dissertação de Mestrado, Instituto de Pesquisas Hidráulicas. IFRGS, 2002.
- SPIRIDONOV, A.I. **Principios de la metodologia de las investigaciones de campo y el mapeo geomorfológico**. La Habana: Universidad de La Habana, 1981.
- SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo: Edgard Blücher, Editora da Universidade de São Paulo, 1973.
- TOMAZ, P. **Cálculos Hidrológicos e Hidráulicos para Obras Municipais**. São Paulo, Navegar Editora, 2002
- TUCCI, C. E. M. Água no meio ambiente urbano. In REBOUÇAS, A. C., BRAGA, B. e TUNDISI, J. G.. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo, Escituras Editora, 2002, p.: 473-505.
- TUCCI, C. E. M. **Drenagem Urbana**. <http://www.cidades.gov.br>, acesso em 2005.
- TUCCI, C.E.M., PORTO R.L., BARROS, M.T. (organizadores). **Drenagem Urbana**. Porto alegre, ABRH/Editora da UFRGS, 1995.
- UFG/LU - Universidade Federal de Goiás (Escola de Engenharia Civil)/Loughborough University. **Drenagem urbana sustentável no Brasil/Relatório do Workshop em Goiânia, Goiânia, UFG/LU, 2003.**

ANEXO 01
RELATÓRIOS DE SONDAGEM

Sondagens Poços SABESP





3092 III

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO

RELATÓRIO FINAL DE POÇO TUBULAR PROFUNDO

MUNICÍPIO: MONTI ALTO - LOCALIDADE: SEM - P. 12

		0 H - COTA 600 H
FORMAÇÃO	...	ARENITO BARROCO AQUELHADO, FINE E
ROMANILHO	...	MEIO, ALGUNS GRãos PROFISSOS E
	...	GRãos GRANULOS, NA SINCIONADO,
	...	TAÇOS COM CIMENTO CALCIFERO COM
	...	GRãos INTERCALAÇÕES DE SILTITOS
	...	AVESMELHADOS.
	^ ^	111 H
FORMAÇÃO	^	PASARTE CINZA ESCURO E CINZA AQUE-
SERRA	^	MEADO, MACIO, DURA, COM INTER-
GERAL	^	VALO VESICULAR ENTRE 100 E 100 H,
	^	PERFECIONADO POR CALSINA E ELAS-
	^	TO.
	^ ^	300 H
INTERTRAPP	...	ARENITO BARROCO AQUELHADO, MACIO
	...	AVESMELHADO, FINE AQUELHADO, FINE
	...	AVEL, SEM DURA DO TOTO
	...	300 H
FORMAÇÃO	^	PASARTE CINZA ESCURO, AVESMELHADO NA
SERRA	^	TOTO E AVESMELHADO NA LATE, 1000 H
GERAL	^	VELADO, VESICULARS PERFECCIONADO
	^	QUATRO OU DEITADO, NA FORMA CINZA
	^	MACIO, DURA.
	^ ^	500 H
FORMAÇÃO	...	ARENITO CRETE AVESMELHADO, FINE
PIRAMENTA	...	MEIO (SINCIONADO), FINE AVESMELHADO, NA
	...	SINCIONADO, TRIANTE, DURA, NA LATE
	...	ALGUNS GRãos PROFISSOS.
	...	600 H
FORMAÇÃO	...	SILTITO VESICULAR AQUELHADO, LATEADO
ESTRADA	...	COM GRãos PROFISSOS PERFECCIONADO.
NOVA	...	600,50 H

E/1000M

709,40 170

ANEXO VII 3/5

PERFIL GEOLÓGICO

De (m)	A (m)	LITOLOGIA
0,00	6	Arenito cinza médio, friável com matriz pouco argilosa.
6	18	Arenito creme claro silicificado, compacto, com nódulos de carbonato de cálcio.
18	136	Arenito amarelo claro a branco, friável a pouco compacto, fino a médio, presença de lentos de areito argiloso branco, passando a avermelhado e menos argiloso na base deste intervalo.
136	143	Argilito pouco arenoso, avermelhado, passando a cinza com presença de basalto alterado na base deste intervalo. Contato arenito / basalto.
143	182	Basalto cinza claro, médio grau de alteração, pouco compacto.
182	206	Basalto avermelhado, com presença de quartzo, calcita e epidoto. Muito alterado.
206	222	Basalto cinza médio a escuro, pouco vesicular, com vesículas preenchidas por minerais argilosos verdes.
222	250	Basalto avermelhado, fraturado, mole, presença de quartzo e calcita, fratura aos 241 e 247 m.
250	256	Basalto argiloso, cor cinza.
256	382	Basalto cinza médio, duro afanítico, e homogêneo, presença de algumas vesículas preenchidas.
382	490	Basalto cinza escuro a preto, duro afanítico maciço.
490	500	Basalto avermelhado no topo, mole, pouco alterado e fraturado, presença de vesículas preenchidas por minerais de cobre e calcita.
500	570	Basalto cinza esverdeado a cinza acastanhado, duro, pouco fraturado.
570	590	Arenito fino, bem selecionado, arredondado, matriz cor creme.
590	592	Basalto vesicular, cinza chumbo, inalterado, com presença de quartzo e calcita.
592	598	Idem 570 a 590 m.
598	608	Basalto vesicular, cinza chumbo com vesículas preenchidas por minerais de cobre e calcita.
608	612	Idem 570 a 590 m.
612	618	Basalto vesicular, cinza chumbo, inalterado, com presença de quartzo e calcita.
618	620	Idem 570 a 590 m.
620	622	Basalto vesicular, cinza chumbo, inalterado, com presença de quartzo e calcita.
622	630	Arenito fino, bem selecionado, arredondado, matriz cor creme.
630	634	Basalto vesicular, cinza chumbo a castanho, com presença de calcita e quartzo.
634	636	Arenito fino, bem selecionado, arredondado, matriz cor creme.
636	668	Basalto vesicular, cinza chumbo a castanho, com presença de calcita e quartzo.
668	710	Idem 570 a 590 m.
710	722	Basalto vesicular marrom escuro a cinza chumbo, inalterado, presença de quartzo, calcita e minerais de cobre.
722	740	Basalto maciço, cinza escuro, muito duro, algo fraturado.

IV - PERFIL ESTRATIGRÁFICO

De (m)	A (m)	Grupo ou Formação	Código
0,00	143	Grupo Baurá	
143	570	Formação Serra Geral	
570	809	Botucatu/Pirambóia	

ZOLÓGICO- (continuação)

[illegible]

IV - PERFIL ESTRATIGRÁFICO

De (m)	A (m)	Grupo em Frenagem	Código

JOSE PASSARELLI & CIA. LTDA.

POÇOS ARTESIANOS E SEMI-ARTESIANOS

SIT. 34 — FONE. 3804 — ARAÇATUBA — (SP) — C.E.P. 13.100-119
INSC. ESTADUAL 172.807.437

ARAÇATUBA, 21 de setembro de 1.975.-

CLIENTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE MONTE ALTO

775-4

LOCAL DA OBRA: Município de Monte Alto

CIDADE: Monte Alto ESTADO: São Paulo

POÇO Nº 4

RACTERISTICAS

FUNDAÇÃO

100 - metros

PROFUNDIDADE

00,00 a 12,00 mts. 10"

12,00 a 126,00 mts. 14"

126,00 a 132,00 mts. 8"

SERIEIS DE PROFUNDIDADES:

00,00 a 12,00 mts. areia

12,00 a 126,00 mts. arenito

mixto

126,00 a 132,00 mts. basalto

NO DO BOLA:

do boca, em chapa soldada

longitudinalmente, espessura -

8", β de 14" - 12,00 metros.

NO DO REVESTIMENTO:

chapa soldada longitudinalmente,

espessura 3/16", β de 6"

,69 - metros

NO DO FILTRO:

box filtro, em chapa soldada

longitudinalmente, espessura -

16", tipo WCB, β de 6"

,00 - metros

NO DE INJEÇÃO:

,00 - metros

NO DE DRENAGEM:

,00 - metros

VALORES:

18.500 - litros/hora

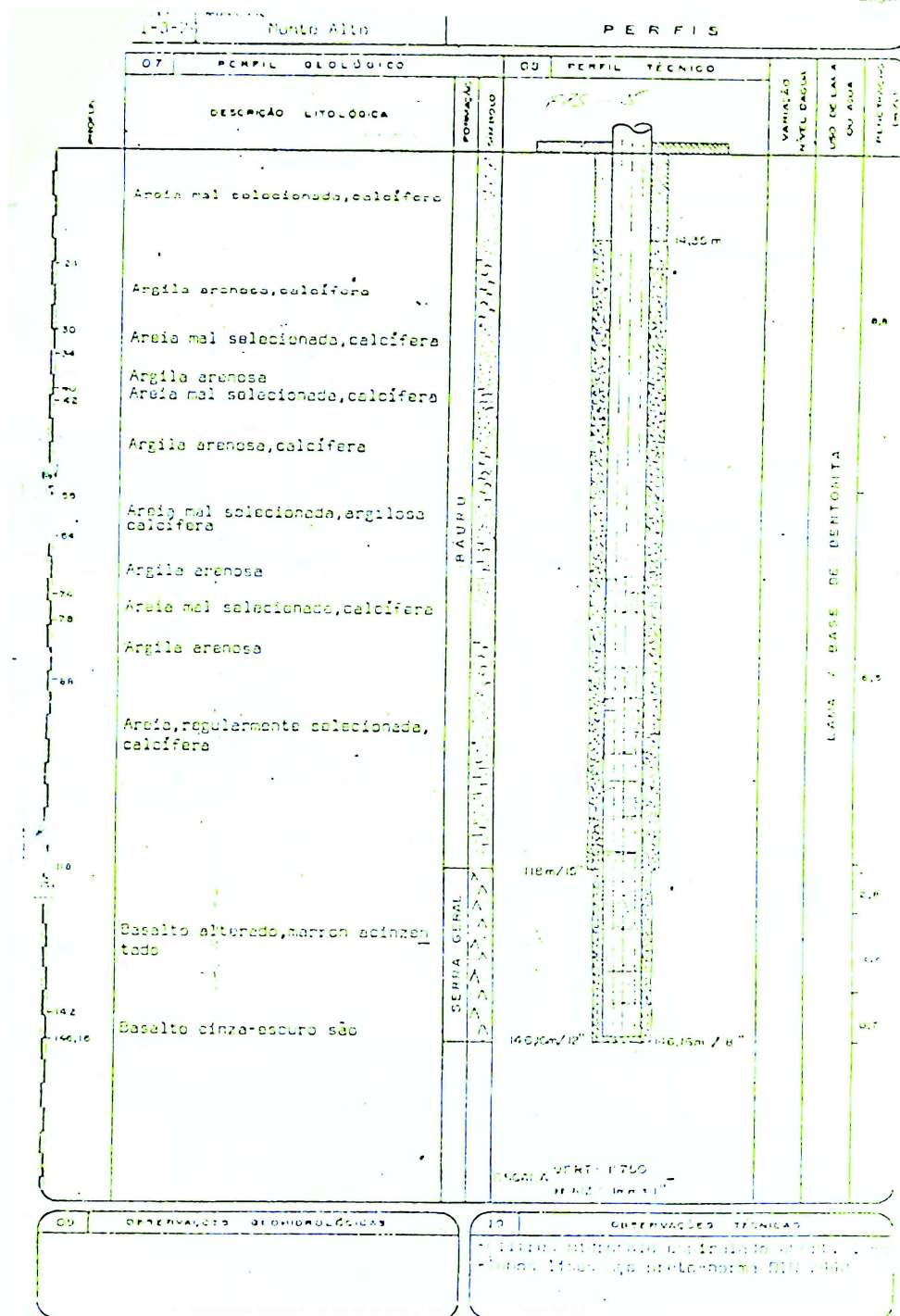
11.500 m³/dia

07.05.1975

13.100 m³/dia

19.09.1975

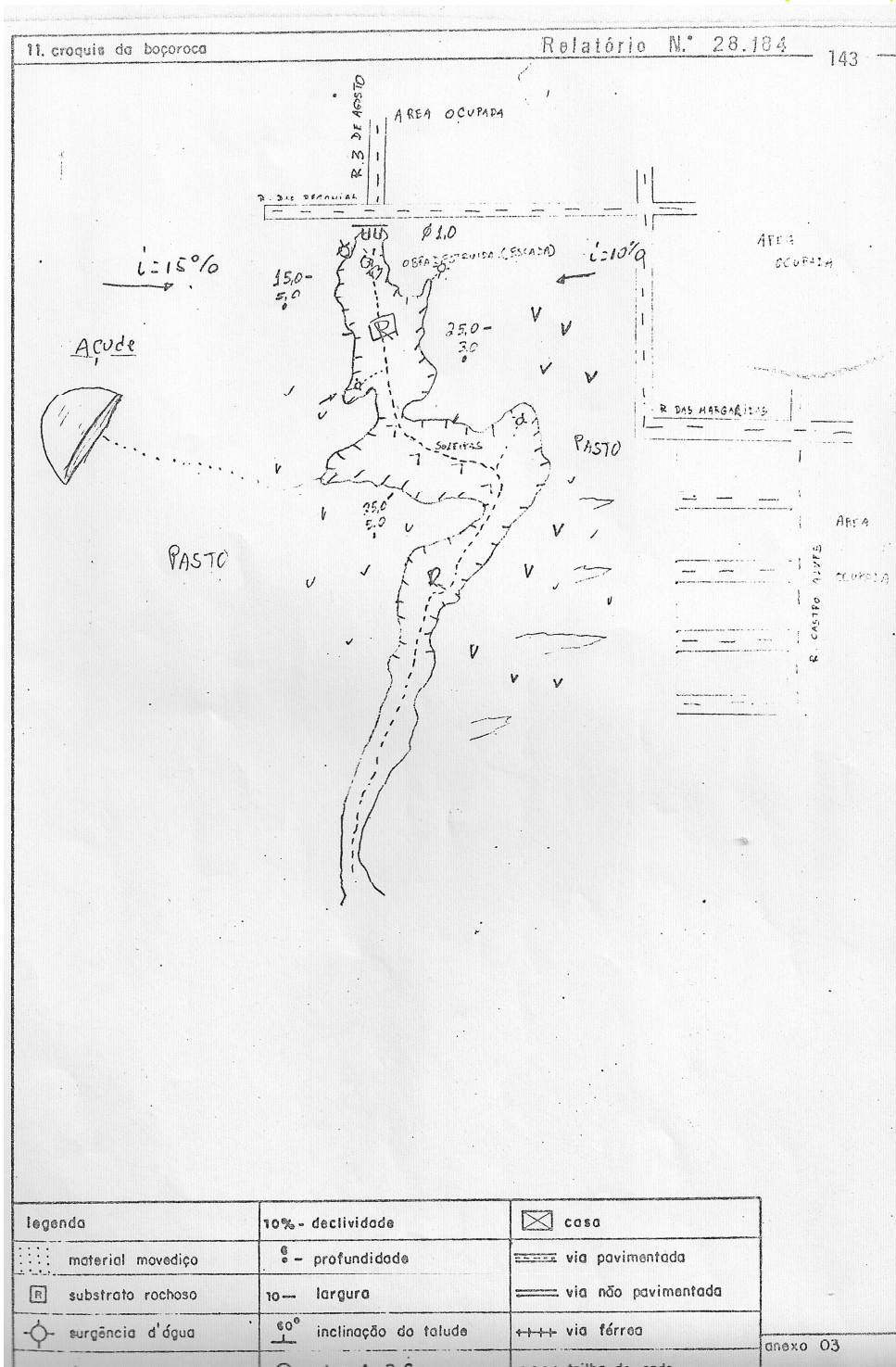
P4



Sondagens Pontos de Erosão Prefeitura de Monte Alto

ANEXO 02

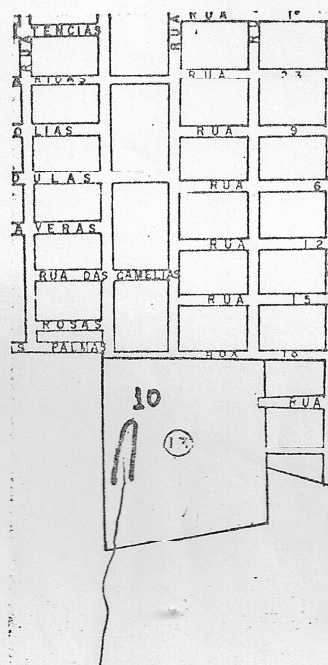
CROQUIS PROCESSOS EROSIVOS





Instituto de Pesquisas Tecnológicas

Relatório N.º 28.184



10 - Monte Alto - Boçoroca da Chácara dos Padres.