

# **PLANO DE TRABALHO**

**PREFEITURA MUNICIPAL DE ÁGUAS DE SANTA BÁRBARA – SP**



**Interessado: Comitê da Bacia Hidrográfica do Médio Paranapanema - CBH MP**

**Empreendimento MP: 509/2014 – Contrato FEHIDRO 24/2015**

**NOVEMBRO/2015**

**EQUIPE TÉCNICA**

Abner Kurt da Silvadriano Pereire Lima – Topografo

Adriano Pereira Lima – Desenhista e Auxiliar de Topografia

Avelino Gabriel de Freitas Neto – Técnico de Nível Médio e Auxiliar de Topografia

Dagoberto Mariano Cesar – Engenheiro Agrônomo

Deborah Luciana Ribeiro de Carvalho – Geógrafa

Diego de Melo Murciano Cidade – Desenhista

Evandro Morales Nardini - Geólogo

Gentil Balzan - Engenheiro Civil

Marcele Carla Nicolau – Geóloga e Auxiliar de Campo para a Coleta de Dados

Marcelo Marini Cossi – Engenheiro Ambiental

Marcio Lucio Gonzaga – Tecnólogo Civil

Marianne Falchet Bressane – Arquiteta

Martinho Reginato Junior – Engenheiro Agrimensor

Mirna Mangini Ferracin – Geóloga

Raphael Dastre Talles de Souza – Técnico em informática

Vânia Rosa Pereira – Geógrafa Estagiária

**Apoio Administrativo**

Felipe Rodrigues Gonzaga – Administrador

Heitor Pessoa Magno – Advogado

Marcel Rodrigues Gonzaga – Estatístico



## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. CONTEXTO .....	1
3. JUSTIFICATIVA .....	2
4. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE ÁGUAS DE SANTA BÁRBARA .....	3
4.1 Histórico do Município de Águas de Santa Bárbara .....	4
4.1.1 Santa Bárbara .....	6
4.2 Acervo e Base de Dados do Município de Águas de Santa Bárbara .....	6
4.2.1 Relatório Fotográfico de Vistoria do Município de Águas de Santa Bárbara .....	7
5. OBJETIVO GERAL .....	11
6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
7. ATIVIDADES A SEREM EXECUTADAS .....	14
7.1 Levantamento de Dados .....	14
7.2 Levantamentos .....	15
7.3 Estudos/ Digitalização .....	16
7.4 Diagnóstico .....	17
7.5 Conclusões .....	17
8. FORMA DE APRESENTAÇÃO .....	18
9. EQUIPE TÉCNICA DE TRABALHO .....	18
10. PRODUTOS A SEREM APRESENTADOS .....	19
11. PRAZO DE EXECUÇÃO .....	20
12. RESPONSÁVEL TÉCNICO .....	20
13. CONTATO .....	20
14. BIBLIOGRAFIA .....	22

## **PLANO DE TRABALHO**

**Natureza do Trabalho:** Elaboração do plano diretor de macrodrenagem da área urbana, para o Município de Águas de Santa Bárbara SP.

**Interessado:** Prefeitura Municipal de Águas de Santa Bárbara SP.

### **1. INTRODUÇÃO**

A TCA Soluções e Planejamento Ambiental Ltda - EPP, devidamente inscrita no Cadastro Geral de Contribuintes do Ministério da Fazenda CNPJ/MF sob N° 10.245.713/0001-79, com sede na Rua Diogo Ribeiro, N° 126 – Jardim Virginia Bianca, Capital - São Paulo, vencedora do Processo Licitatório CARTA CONVITE N.º 05/2015, apresenta este Plano de Trabalho que se refere às atividades previstas no Termo de Referência, referente ao Empreendimento 2014 – MP – 509, Contrato FEHIDRO 24/2015, do Projeto “**Elaboração do plano diretor de macrodrenagem da área urbana, para o Município de Águas de Santa Bárbara SP**”, encaminhado ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Médio Paranapanema - UGRHI 17, e expõe resumidamente os trabalhos que serão executados.

### **2. CONTEXTO**

A interferência da drenagem no planejamento do município se faz sentir em diversos níveis, seja no zoneamento do uso e ocupação do solo, seja nas condições sanitárias da população, seja na própria manutenção dos serviços daí a grande relevância da matéria.



Uma das principais diretrizes instituídas pelo modelo de gerenciamento dos recursos hídricos no Estado de São Paulo, estabelecido a partir da Lei 7.663/91, é a elaboração de Estudos para atividades de manejo e aproveitamento das fontes hídricas naturais. Dentro desta visão, qualquer planejamento para o desenvolvimento de um município deve considerar, entre outros aspectos, diretrizes previamente estabelecidas para drenagem, fazendo com que os investimentos em melhoria da qualidade de vida das populações que nele habitarão sejam sustentáveis ao longo do tempo.

Em função destas premissas, elaborou-se este termo de referência que atende as diretrizes e recomendações efetuadas pelo Relatório Zero da Unidade Hidrográfica do Médio Paranapanema – UGRHI 17. Da mesma forma, o presente Termo de Referência busca atender recomendações do Plano de Bacia desta Unidade Hidrográfica.

### **3. JUSTIFICATIVA**

O Plano Diretor de Drenagem Urbana do Município de Águas de Santa Bárbara tem por objetivo estabelecer diretrizes que orientem a ação do Poder Público e da iniciativa privada na elaboração de projetos e na execução de obras de drenagem, bem como na promoção de ações preventivas e corretivas sobre as causas e os efeitos dos processos erosivos, inundações, etc., visando proteger a população e as atividades econômicas sediadas na área urbana da cidade.

A análise e o encaminhamento das soluções das questões de Drenagem Urbana tem sido um dos maiores desafios dos planejadores e administradores dos grandes centros urbanos do mundo.

Nos países ditos emergentes, este problema foi particularmente agravado pela velocidade do processo de adensamento e urbanização, e pela precariedade da infra-estrutura existente, associada à falta de planejamento urbano, além da enorme carência de recursos.

O Plano Diretor de Drenagem Urbana está associado aos reflexos na zona rural, contribuindo com o agravamento dos processos erosivos e conseqüentemente ao assoreamento dos corpos d'água. O gerenciamento da Drenagem Urbana é, fundamentalmente, um problema de alocação de espaços para a destinação das águas precipitadas.

Todo espaço retirado pela urbanização, outrora destinado ao armazenamento natural, propiciado pelas áreas permeáveis, várzeas e mesmo nos próprios talwegues naturais, é substituído normalmente, por novas áreas inundadas mais a jusante. Acresce-se a este problema, a prática da canalização, muitas vezes radical, dos rios e córregos, o que altera bastante o comportamento das enchentes, amplificando enormemente os picos de vazão.

#### **4. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE ÁGUAS DE SANTA BÁRBARA**

O Município de Águas de Santa Bárbara tem sua sede no Comitê de Bacia Hidrográfica do Médio Paranapanema – CBH MP, possui uma área territorial de 408 Km<sup>2</sup>, tem sua sede distante da Capital do Estado, cerca de aproximadamente 300 Km conforme **Figura 01** a baixo, com Coordenadas Geográficas, Latitude 22°52'51''S e Longitude 49°14'20''O. O número de habitantes residentes no município é de 5.598, com densidade demográfica de 13,7 hab/ Km<sup>2</sup> e indicador IDH de 0,824.



**Figura 01:** Localização de Estância Hidromineral de Águas de Santa Bárbara em São Paulo.

Águas de Santa Bárbara é detentora do título de Estância Hidromineral desde 1945, mas desde o início de sua colonização, no século 19, é reconhecida pelas propriedades terapêuticas da água que hoje abastece o Balneário Municipal Mizael Marques Sobrinho.

O clima Tropical, inverno e verão bem definidos, porém, com temperaturas amenas. Na estação mais quente do ano tem picos de calor que são amenizados pelas chuvas ao fim do dia. Inverno seco, temperaturas anuais médias entre 15 e 21° C.

#### **4.1. Histórico do Município de Águas de Santa Bárbara**

Em 1866 a primavera ainda tinha jeito de primavera. As temperaturas amenas e as chuvas menos intensas que no verão deixavam o clima mais propício para uma viagem longa. As três carroças e os cinco burros estavam prontos, carregados com mantimentos, munições, armas e ferramentas para atender às necessidades dos 26 adultos e 12 crianças que estavam de partida.



A pequena cidade mineira de Carmo do Rio Claro foi ficando para trás. José Marques do Valle era o chefe da comitiva, composta pelo seu filho, Mizael Marques do Valle, os irmãos Salustiano Bernardino de Souza e Carlos Bernardino, suas esposas, filhos, escravos e serviçais.

Na mesma proporção do ânimo que impulsionava tais aventureiros em busca de novas terras, as dificuldades foram se apresentando uma a uma durante a caminhada. Depois de três meses de viagem, uma jararaca tirou a vida de Anastácia, uma escrava cozinheira. Já em território paulista, Josias, que lhes servia de guia, morreu ao cair numa pirambeira. Em seguida, quando o grupo passava próximo a Araraquara, Mizael contraiu uma forte febre. Com ervas do mato, a cura veio através das mãos de Ezequias, escravo da família.

Uma semana depois de a comitiva ter partido de Minas Gerais, dois filhos de um dos maiores exploradores do interior de São Paulo também rumaram em direção ao sertão paulista.

Ignácio Dias Batista, conhecido como Capitão Apiahy, era de origem portuguesa e sua família estava instalada ao sul do Estado mineiro. Escravocrata, possuía grandes extensões de terra e explorava ouro. Para se ter ideia do seu poder na época, em 1835 ele fundou a Fazenda Rio Claro que hoje é o centro de Botucatu, importante cidade paulista com quase 130 mil habitantes.

Em janeiro de 1867 a comitiva de Marques do Valle estava próxima a Botucatu quando se encontrou com os filhos do capitão, Pedro Dias Batista e Francisco Dias Batista, acompanhados por mais 16 pessoas. Depois de armarem o acampamento juntos, os dois grupos esperaram pelas informações de dois batedores. Eles asseguraram que às margens do Rio Pardo as terras eram boas. Um dia depois, todos seguiram viagem.

A nova caravana chegou finalmente ao município de Agudos. Nascia ali a Paróquia São Domingos do Tupã, que ficava próxima ao distrito de Domélia. O Distrito de São Domingos foi criado no dia 2 de abril de 1868.

#### **4.1.1. Santa Bárbara**

Entre armas, mantimentos e ferramentas, um artigo era precioso na bagagem da família Marques do Valle. Era uma escultura em madeira, em estilo barroco, de Santa Bárbara. A imagem foi comprada pela esposa de José Marques em Ouro Fino, Minas Gerais. Todos eram seus devotos e pediam-lhe proteção.

Dezoito dias depois da fundação oficial do Distrito de São Domingos, as famílias se reuniram em volta da imagem para rezar e cantar. A partir daí teve início o povoado de Santa Bárbara do Rio Pardo. Três meses depois a sede de São Domingos foi transferida para as margens do Rio Pardo. As terras foram doadas por diversos moradores do local, incluindo o Capitão Apiahy. Em 1876 o distrito foi elevado a município, mas mantinha ainda o nome antigo.

Desde o início da colonização, as propriedades terapêuticas da água encontrada na cidade chamavam a atenção. O “poço quente”, onde hoje está o balneário municipal, já era procurado para a cura de diversas enfermidades. O reconhecimento veio em 1945, quando o interventor federal Fernando Costa assinou um decreto que atribuía ao município o título de Estância Hidromineral.

O nome Águas de Santa Bárbara só foi oficializado 33 anos depois, no dia 1 de junho de 1978 e reuniu em uma única expressão todas as principais características da cidade: a devoção à santa, a água que brota do seu solo – que chegou a ser considerada milagrosa – e os importantes rios que cortam seu território.

#### **4.2. Acervo e Base de Dados do Município de Águas de Santa Bárbara**

O Município de Águas de Santa Bárbara conta com estudos sobre drenagem urbana. Em relação aos aspectos legais de disciplinamento de uso e ocupação do solo, Águas de Santa Bárbara conta com a lei orgânica; Zoneamento, Uso e ocupação do solo e o Código de Posturas. Quanto ao acervo de mapas e plantas, Águas de Santa Bárbara possui alguns arquivos em meio digital, porém, a maioria dos arquivos que o município dispõe está em papel.

Portanto, esse trabalho tem grande importância, pois irá atualizar mapas e plantas do município. A falta de dados geotécnicos, levantamentos topográficos e planialtimétricos da cidade, cadastramento das bacias e sub-bacias de contribuição, levantamentos das áreas permeáveis e impermeáveis, estudo da eficiência das galerias existentes, dentre outros, prejudica a concepção planejada da cidade.

Devido a estes fatos, e com o crescimento da cidade, através do surgimento de novos loteamentos, o município vê de forma necessária a elaboração do Estudo de Controle de Erosão, contribuindo desta maneira para a prevenção e extinção dos processos erosivos e pontos de alagamentos. A falta de tal estudo acarreta vários problemas para a população, quer seja no aspecto da saúde pública, no aspecto social, como também no aspecto financeiro, visto que, a implantação de obras que, por muitas vezes, se mostra inadequada e insuficiente por parte da administração Municipal.

O Município de Águas de Santa Bárbara possui um corpo técnico qualificado, porém, não possui equipamentos topográficos necessários para efetuar todos os levantamentos e realizar a execução dos projetos necessários.

#### **4.2.1. Relatório Fotográfico de Vistoria do Município de Águas de Santa Bárbara**

Para uma melhor interpretação dos dados levantados no município de Águas de Santa Bárbara, foram realizadas diversas vistorias em campo. O relatório fotográfico de vistoria identificam alguns pontos com erosão do Município de Águas de Santa Bárbara, tanto na questão das erosões, como também na questão de pontos de assoreamentos e dissipação das águas de chuvas coletadas.





**Foto 01:** Assoreamento na Via.



**Foto 02:** Vista do Relevo.



**Foto 03:** Ponte Sobre o Rio Pardo - Águas de Santa Bárbara – SP.



**Foto 04:** Processo Erosivo na Via.





**Foto 05:** Processo Erosivo na Margem do Rio.



**Foto 06:** Via com Pavimentação Bloquete Sextavado.



## 5. OBJETIVO GERAL

O Plano Diretor de Drenagem Urbana objetiva a análise e diagnóstico do sistema global de drenagem dos terrenos na área do Município de Águas de Santa Bárbara. Desta forma, serão analisados todos os principais elementos de macro drenagem, desde córregos e ribeirões até as galerias existentes.

Esta análise abrange a avaliação da pluviometria e fluviometria destes rios, a evolução de uso e ocupação do solo, variáveis diretamente intervenientes no problema da impermeabilização dos terrenos, até o planejamento econômico municipal, que indica as tendências de evolução de cada uma das bacias de drenagem que integram o município.

Os produtos apresentados compreendem a estimativa de vazões afluentes para este sistema de drenagem principal e o pré-dimensionamento das estruturas necessárias para o escoamento destes caudais, considerando as projeções estabelecidas de antemão.

Os instrumentos de ação do Poder Público Municipal, previstos para a implementação do Plano Diretor de Drenagem Urbana são:

### **Medidas Estruturais:**

- Intervenção Direta do Poder Público Municipal
  - Implantação de obras de abertura e adequação de canais de escoamento de águas pluviais e de remoção das interferências existentes;
  - Implantação de obras de proteção de áreas sujeitas a inundações;
  - Implantação de obras de contenção dos picos de cheias;
  - Implantação de obras de contenção e prevenção dos processos erosivos;

- Implantação de programas integrados de reurbanização com remanejamento de interferências, quando couber, com o objetivo de garantir a implantação e adequação de obras de drenagem.
- Intervenção Indireta do Poder Público Municipal
  - Estabelecimento de padrões de projeto, expedição de diretrizes, aprovação de projetos e fiscalização de obras de drenagem desenvolvidos pela iniciativa privada ou demais instâncias do Poder Público; e
  - Nos locais em que o Poder Público tenha anteriormente autorizado o uso total ou parcial dos canais previstos, a Prefeitura deverá utilizar de seus atributos legais com vistas a viabilização das medidas estabelecidas no Plano de Drenagem Urbana.

### **Medidas Não Estruturais:**

- Intervenção Direta do Poder Público Municipal
  - Serviços de limpeza e manutenção dos canais e galerias de escoamento das águas pluviais;
  - vegetação ciliar;
  - Adoção de padrões de pavimentação dos espaços públicos que garantam elevados índices de permeabilidade do solo;
  - Programas de contingência para eventos críticos de cheias;
  - Programas de educação da comunidade e de divulgação de ações para melhoria e proteção do sistema de drenagem; e
  - Capacitação dos quadros técnicos da Prefeitura para o aprimoramento direta e indireta nas questões relacionadas com a drenagem urbana.

### **Intervenção Indireta do Poder Público Municipal**

- Expedição de alinhamento e nivelamento dos logradouros públicos para a execução de projetos de edificações e de parcelamentos do solo;
- Controle do uso e ocupação do solo resguardando várzeas e garantindo a manutenção dos índices de impermeabilização do território nos níveis planejados; e
- Controle da erosão e do assoreamento, resguardando a capacidade de escoamento dos canais de drenagem.

## **6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Com o crescimento da cidade, através do surgimento de novos bairros, tem-se diretamente o aumento da urbanização e respectiva impermeabilização do solo. Como consequência, ocorre o aumento do escoamento superficial das águas de chuva. A velocidade destas caudais também aumenta, reduzindo o tempo de concentração nas partes altas da cidade, causando desta forma, enchentes e alagamentos nas partes baixas da zona urbana.

Esta proposta visa a realização de estudo de pontos e áreas em situação de risco de enchentes e de processos erosivos, o dimensionamento hidráulico em fundo de vales, em função dos dados obtidos pelos estudos hidrológicos, bem como a proposição de indicativos para a legislação de uso e ocupação do solo.

### **Objetivos específicos da proposta:**

- Subsidiar os técnicos da Prefeitura Municipal com dados sobre vazões de cheias e referências técnicas para a decisão de planos e obras de drenagem urbana;



- Subsidiar a Prefeitura Municipal com pré-dimensionamentos, levantamento topográfico cadastral e outros elementos necessários a elaboração de projetos executivos para a realização de obras prioritárias;
- Construir séries históricas de dados (banco de dados) que possibilitem a implantação de mecanismos de controle, disciplinamento e fiscalização do uso e ocupação do solo, bem como a manutenção em condições ambientais adequadas, o aproveitamento múltiplo e racional com base no conhecimento realista das condições atuais;
- Subsidiar os órgãos técnicos estaduais e federais vinculados a gestão dos recursos hídricos como, por exemplo, as Câmaras Técnicas do Comitê da Bacia hidrográfica e o DAEE, com dados que permitam o acompanhamento e decisão, em conjunto com os representantes do município, das potenciais situações de risco existentes no município;
- Constituir série histórica de dados hidrológicos, como vazões das bacias de contribuições, que possibilite o monitoramento das alterações a médio e longo prazos, decorrentes da possibilidade de intervenções ambientais futuras no uso do solo.

## **7. ATIVIDADES A SEREM EXECUTADAS**

### **7.1. Levantamento de Dados**

#### **a) Caracterização física da área urbana**

- Características gerais do município;
- Geomorfologia;
- Pedologia;
- Climatologia;
- Hidrografia.

b) Levantamento de legislação municipal

- Aspectos jurídicos/legais envolvidos para elaboração do plano.

c) Levantamento de dados técnicos

- Informações populacionais;
- Informações ambientais;
- Infra-estrutura e serviços públicos;
- Descrição do sistema de drenagem atual;
- Estudos anteriores;
- Dados hidrometeorológicos.

d) Levantamento Fotográfico

- Elaboração de Inventário fotográfico das áreas críticas urbana.

## **7.2. Levantamentos**

a) Levantamento cadastral no perímetro urbano

- Dados cartográficos e topográficos em escalas adequadas para o estudo da área urbana; (ESCALA 1:1. 500);
- Cadastro dos pontos de relevância para elaboração do plano (possíveis interferências no escoamento natural das águas, como por exemplo, pontes, estreitamentos de canais); e
- Cadastro dos locais com presença de erosão, assoreamento e inundações (locação com coordenadas geográficas em planta).

b) Definição de sub-bacias urbanas

- As bacias serão traçadas obedecendo às características de linhas espigões.

### **7.3. Estudos/Digitalização**

a) Estudos Hidrológicos

- A modelação hidrológica das bacias, leva em conta os aspectos de precipitação, áreas de contribuição, uso e ocupação do solo, infiltração e canalizações existentes;
- Para que este resultado seja alcançado, são necessárias portanto a realização de atividades de quantificação da chuva e determinação das precipitações de projeto, análise e delimitação das áreas de contribuição, determinação das áreas impermeáveis na situação atual e sua projeção para o horizonte de abrangência do trabalho e finalmente a estimativa das vazões de projeto, através da simulação dos processos de chuva-vazão.

b) Digitalização de Mapas

- Todos os mapas fornecidos pela prefeitura, que servirão para a elaboração do plano, serão digitalizados e ajustados. (ESCALA 1:1.500).

#### **7.4. Diagnóstico**

##### **a) Análises, alternativas, propostas para sub-bacias urbanas**

- Serão apresentadas as concepções de alternativas para o manejo da macro e micro drenagem da área urbana. Após o estabelecimento de uma base de dados, sua análise e consistência e o processamento destes dados através de estudos, será definido o diagnóstico e a proposição de alternativas. Estas atividades suportarão a seleção das melhores alternativas sob o ponto de vista sócio - econômico - financeiro, elaboração de projetos institucionais e as recomendações não estruturais e estruturais.

#### **7.5. Conclusões**

##### **a) Sistematização e apresentação de dados e mapas**

- Durante o desenvolvimento dos serviços objeto deste Plano de Trabalho, serão produzidos e entregues à contratante, relatórios parciais de andamento dos trabalhos, assim distribuídos:
- **RELATÓRIO INICIAL**  
Planejamento geral, a metodologia será utilizada, programação das atividades.
- **RELATÓRIO PARCIAL**  
Descrição dos serviços e mapas já realizados, comparando-se sua evolução, com o cronograma físico proposto.
- **RELATÓRIO FINAL**  
Conterá todas as atividades relacionadas neste Plano de Trabalho.



## **8. FORMA DE APRESENTAÇÃO**

Os produtos referentes ao trabalho serão apresentados em meio digital/magnético e em papel da seguinte forma:

- a) 02 (duas) vias do relatório final em papel; e
- b) 01 (uma) via completa do relatório final em arquivos aberto compatíveis com os programas Word, MapInfo, AutoCad, Excel e outros de interesse do CBH - MP, porém, mediante assinatura de Termo de Compromisso e responsabilidade quanto a disponibilização para terceiros.

## **9. EQUIPE TÉCNICA DE TRABALHO**

Para a elaboração do respectivo Plano Diretor de Drenagem Urbana, a equipe técnica será composta, pelos seguintes profissionais:

- 01 Engenheiro Civil;
- 01 Engenheiro Agrimensor;
- 01 Geólogo;
- 01 Arquiteto;
- 01 Técnico em Topografia;
- 01 Técnico em informática, com conhecimento em aplicativos (programas) topográficos;
- 03 Auxiliares de Campo para a coleta de dados; e
- 03 Auxiliares de topografia.

## 10. PRODUTOS A SEREM APRESENTADOS

Estabelecer uma base de dados, sua análise e consistência, o processamento destes dados, o diagnóstico dos problemas de drenagem, a busca de alternativas de solução e finalmente sua consolidação na forma de projetos institucionais e recomendações não estruturais, que comporão a ferramenta de planejamento denominada **Plano de Drenagem Urbana**, que poderá ser detalhado em tópicos, organizados de acordo com a estrutura a seguir:

### A – Levantamento de Dados:

- Relatório e diagnóstico do município com relação aos dados sociais, estatísticos, físicos, ambientais e críticos;

### B – Levantamentos Topográficos:

- Planta com os levantamentos topográficos, planta da área urbana com quadras e ruas e com curvas de nível em escala compatível para execução de projetos;

### C – Estudos/Digitalização:

- Planta com a rede de drenagem existente;
- Planta com identificação das erosões e pontos de alagamentos existentes;
- Planilha de cálculos hidrológicos;
- Estudos hidráulicos

### D – Diagnósticos:

- Planta com identificação de todas as bacias e sub-bacias de contribuição estudadas;

### E – Conclusões:

- Medidas estruturais de curto, médio e longo prazo;
- Medidas não-estruturais;
- Relatório final, incluindo as soluções encontradas, necessárias a serem tomadas;

Os resultados dos trabalhos serão apresentados em relatório encadernado no formato A4 em 01 (uma) via, e em meio magnético (CD) em 02 (três) vias.

#### **11. PRAZO DE EXECUÇÃO**

O prazo para execução desse Projeto é de 12 meses contados a partir do cumprimento dos procedimentos formais junto ao CBH, FEHIDRO e BANCO DO BRASIL S/A.

#### **12. RESPONSÁVEL TÉCNICO**

O Responsável Técnico do Projeto perante a Empresa executante será o Engenheiro Civil Gentil Balzan, CREASP 0601512472, Sócio Diretor da empresa TCA Soluções e Planejamento Ambiental Ltda - EPP.

#### **13. CONTATO**

A responsabilidade de prestar eventuais esclarecimentos adicionais ou outras informações sobre o presente Plano de Trabalho fica a cargo do Tecnólogo Marcio Lucio Gonzaga, fone (11) 98431-2826 e-mail malugo3@gmail.com.

São Paulo 24 de novembro de 2015.

---

Marcio Lucio Gonzaga  
Diretor Técnico e Negócios  
RG Nº: 7.308.848  
CPF Nº: 903.099.368-53

---

Engº Civil Gentil Balzan  
CREA 0601512472  
Responsável Técnico



## 14. BIBLIOGRAFIA

BATISTA, Fausto. Impacto das vazões de Enchente na bacia Hidrográfica do Ribeirão das pedras, Seção de estudo Tilli Center, em Função de cenários Futuros de Ocupação do Solo. Dissertação de mestrado. Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP. Campinas, 2007.

CIDADES, Ministério das, Programa de Drenagem Urbana Sustentável do Ministério das Cidades. Brasília. [www.cidades.gov.br](http://www.cidades.gov.br), Visitado em 14/04/2009.

COSTA, Lucia Maria Sá Antunes, *et al.* Rios e Paisagens Urbanas. Ed. PROURB, 2006.

GUARULHOS, Plano Diretor de Drenagem, Diretrizes, Orientações e Propostas. Prefeitura Municipal de Guarulhos. [www.guarulhos.sp.gov.br](http://www.guarulhos.sp.gov.br), Visitado em 14/04/2009.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Gerenciamento da drenagem urbana. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 7 Nº 1 Jan/Mar. 2002. p5-27.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Gerenciamento integrado das inundações urbanas no Brasil. Revista Rega / Global Water Partnership South America. – Vol. 1, no. 1 (jan. / jun. 2004) – Santiago: GWP / South America, 2004. p59-73.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. (Organizador). Hidrologia Ciência e Aplicação. Associação Brasileira de Recursos Hídricos – ABRH. Editora da Universidade – UFRGS. Porto Alegre, RS. 3º Edição, 2002.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Inundações Urbanas. Associação Brasileira de Recursos Hídricos – ABRH. Editora da Universidade – UFRGS. Porto Alegre, RS. 1º Edição, 2007.

ZUFFO, Antonio Carlos. Seleção e Aplicação de Métodos Multicriteriais ao Planejamento Ambiental de Recursos Hídricos. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo - USP. São Carlos, 1998.

# **RELATÓRIO TÉCNICO PARCIAL - R1**

**PREFEITURA MUNICIPAL DE ÁGUAS DE SANTA BÁRBARA – SP**



**Interessado: Comitê da Bacia Hidrográfica do Médio Paranapanema - CBH MP**

**Empreendimento MP: 509/2014 – Contrato FEHIDRO n.º 024/2015**

**JANEIRO/2016**



## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	02
2. CONTEXTO .....	02
3. OBJETIVO.....	04
3.1. Medidas Estruturais .....	05
3.1.1. Intervenção Direta do Poder Público Municipal .....	05
3.1.2. Intervenção Indireta do Poder Público Municipal.....	05
3.2. Medidas Estruturais .....	06
3.2.1. Intervenção Direta do Poder Público Municipal .....	06
3.2.2. Intervenção Indireta do Poder Público Municipal.....	06
4. PREMISSAS .....	06
4.1. Histórico do Município de Águas de Santa Bárbara .....	07
5. EQUIPE TÉCNICA DE TRABALHO .....	11
5.1. Grupo de Trabalho Externo – GTE .....	12
5.1.1. Equipe Técnica .....	12
6. ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS .....	14
6.1. Dados Socioeconômicos .....	14
6.2. IDH – Índice de Desenvolvimento Humano .....	15
6.3. IPRS – Índice Paulista de Responsabilidade Social.....	16
6.4. Saúde .....	16
6.5. Economia.....	18
7. ASPECTOS DO MEIO FÍSICO REGIONAL .....	20
7.1. Informações Gerais .....	20
7.2. Aspectos Geológicos.....	36
7.2.1. Depósitos Aluviais .....	37
7.2.2. Bacia Bauru .....	38
7.2.3. Formação Marília.....	39
7.2.4. Grupo São Bento.....	40
7.2.5. Formação Serra Geral.....	40

7.3. Aspectos Geomorfológicos.....	42
7.3.1. Colinas Amplas.....	43
7.4. Aspectos Pedológicos .....	44
7.5. Mapa Base Digital .....	49
7.6. Mapa de Declividades .....	51
7.7. Uso e Ocupação do Solo.....	56
7.7.1. Categorias de Uso e Ocupação das Terras.....	59
7.7.2. Distribuição das Categorias de Uso e Ocupação das Terras .....	61
7.8. Mapa das Principais Sub Bacias do Município de Águas de Santa Bárbara .....	62
7.8.1. Recursos Hídricos Superficiais no Município de Águas de Santa Bárbara .....	63
7.9. Aspectos Climáticos e Hidrológicos .....	66
7.9.1. Equação de Chuvas Intensas a ser Utilizada em Águas de Santa Bárbara ...	72
7.9.2. Balanço Hídrico Climático .....	73
7.9.2.1. Descrição Sumária .....	73
7.9.3. Cálculo do Balanço Hídrico .....	78
7.9.3.1. Balanço de Radiação de Ondas Curtas.....	78
7.9.3.2. Balanço de Radiação de Ondas Longas.....	79
7.9.4. Cálculo da Estimativa da Evaporação .....	79
7.9.4.1. Método de Penman .....	79
7.9.4.2. Método do Tanque Classe A.....	81
7.9.5. Cálculo da Estimativa da Evapotranspiração.....	82
7.9.5.1. Método de Penman .....	82
7.9.5.2. Método de Thornthwaite-Camargo.....	83
7.9.5.3. Método do Tanque Classe A.....	84
7.9.6. Balanço Hídrico .....	84
8. ANÁLISE DE PROCESSOS GEODINÂMICOS .....	87
8.1. Escorregamentos .....	87
8.2. Erosão .....	89
8.3. Inundação e Enchentes.....	92
9. CONCLUSÕES.....	93



---

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	96
ANEXO I .....	105
• Memorial de Cálculo da Regionalização Hidrológica	
• Córrego Água do Bugre	
• Córrego Água do Jacutinga	
• Córrego Arrepiado	
• Córrego Caçapava	
• Córrego Capivari	
• Córrego da Areia Branca	
• Córrego da Ponte Branca	
• Córrego das Palmeiras	
• Córrego do Matão	
• Córrego Monte Alto	
• Córrego Três Barras	
• Ribeirão Capivari	
• Ribeirão Juriti	
• Ribeirão do Guacho	
• Ribeirão Mandaçaia	
ANEXO II .....	166
• Desenhos	
• Desenho 01 - Mapa Base Planialtimétrica e Hidrográfica;	
• Desenho 02 - Mapa de Declividades;	
• Desenho 03 - Mapa de Uso e Ocupação do Solo;	
• Desenho 04 - Mapa das Principais Sub Bacias Hidrográficas.	

## **SUMÁRIO DE FIGURAS, GRÁFICOS, QUADROS E TABELAS**

### **FIGURAS**

Figura 01: Localização Do Município De Águas De Santa Barbara No Estado .....	10
Figura 02: Imagem Via Satélite Da Mancha Urbana Do Município .....	10
Figura 03: Leito Maior E Leito Menor De Um Curso D'água .....	22
Figura 04: Ciclo Hidrológico .....	24
Figura 05: Mapa Geológico De Águas De Santa Bárbara (Modificado De DAEE/UNESP, 1984) .....	37
Figura 06: Mapa Geomorfológico Do Município De Águas De Santa Barbará (IPT, 1981).....	43
Figura 07: Mapa Pedológico Do Município De Águas De Santa Bárbara E Arredores (Modificado De Oliveira <i>Et Al.</i> , 1999) .....	45
Figura 08: Mapa Base Planialtimétrica E Hidrográfica Do Município De Águas De Santa Bárbara.....	51
Figura 09: Mapa De Declividades Do Município De Águas De Santa Bárbara Sp ...	53
Figura 10: Mapa De Uso E Ocupação Das Terras Do Município De Águas De Santa Bárbara, A Partir De Imagens LANDSAT-5/TM E CBERS-2/CCD, Cenas De 2013.	59
figura 11: Mapa Das Sub Bacias Hidrográficas Município De Águas De Santa Bárbara .....	63
Figura 12: Balanço De Radiação Solar .....	76
Figura 13: Tipos E Características Dos Processos Escorregamentos .....	89

### **GRÁFICOS**

Gráfico 01: Precipitação Média Mensal No Período De 1993 A 2015 – Posto Santa Cruz Do Rio Pardo.....	09
Gráfico 02: Economia Do Município De Águas De Santa Barbara.....	18
Gráfico 03: Distribuição Das Classes De Declividades Do Município De Águas De Santa Bárbara Sp .....	54

Gráfico 04: Distribuições Das Categorias De Uso Do Município De Águas De Santa Bárbara Sp.....	62
Gráfico 05: Precipitação Média Mensal No Período De 2004 A 2014 – Posto Avaré67	

## **QUADROS**

Quadro 01: Dados Socioeconômicos .....	14
Quadro 02: Evolução Da População Urbana E Rural Em Águas De Santa Barbara	15
Quadro 03: Evolução Do Índice De Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM ..	15
quadro 04: Evolução Do Índice Paulista De Responsabilidade Social – IPRS .....	16
Quadro 05: Ambiental Das Infecções Relacionadas Com A Água .....	17
Quadro 06: Morbidade Hospitalar Do Sus - Por Local De Residência - Águas De Santa Barbara.....	17
Quadro 07: Produto Interno Bruto – 2008/2012 - Município De Águas De Santa Barbara .....	19
Quadro 08: Valor Adicionado Total, Por Setores De Atividade Econômica, Produto Interno Bruto .....	19
Quadro 09: Número De Estabelecimentos - Comércio, Indústria E Serviços .....	20
Quadro 10: Descrição Das Associações Pedológicas Que Ocorrem No Município De Águas De Santa Bárbara.....	46

## **TABELAS**

Tabela 01: Terceiro Nível De Classificação Dos Latossolos Vermelhos .....	47
Tabela 02: Terceiro Nível De Classificação Dos Argissolos Vermelho-Amarelos.....	48
Tabela 03: Terceiro Nível De Classificação Dos Nitossolos Vermelhos .....	49
Tabela 04: Área (Em Km² E %) Ocupado Por Cada Classe De Declividade Que Predominam Nas Terras Do Município De Águas De Santa Bárbara .....	54
Tabela 05: Grupos E Categorias De Uso E Ocupação O Solo E Suas Respectivas Áreas.....	58
Tabela 06: Relação Entre As Alturas Pluviométricas – Valores Médio Obtidos Do Estudo De DNOS.....	69

## RESUMO

Este *Relatório Técnico Parcial - R1* apresenta as atividades desenvolvidas, referente aos trabalhos do Projeto “**Elaboração do Plano Diretor de Macrodrenagem da Área Urbana, para o Município de Águas de Santa Bárbara / SP**”.

Águas de Santa Bárbara tem sua sede no Comitê de Bacia Hidrográfica do Médio Paranapanema – CBH MP, está localizado na Região Administrativa de Sorocaba e sua Região de Governo é Avaré.

Limita-se com os Municípios de Agudos, Iaras, Avaré, Cerqueira César, Manduri, Óleo e Santa Cruz do Rio Pardo. Possui uma área territorial de 408,47 km<sup>2</sup>, a sua sede esta distante da Capital do Estado, a cerca de aproximadamente 300 km.

Esta nas Coordenadas Geográficas, Latitude 22°52'51" S e Longitude 49°14'20" O. O numero de habitantes residentes no município é de 5.598, com densidade demográfica de 13,7 hab./km<sup>2</sup> e indicador IDH de 0,824.

Apresentam-se os seguintes produtos: Aspectos do Meio Físico Regional, Geologia, Geomorfologia, Pedologia e os Mapas na Escala 1:50.000: Base Planialtimétrica e Hidrográfica, Declividades, Uso e Ocupação das Terras e Sub Bacias Hidrográficas .

Palavras Chave: Base Planialtimétrica e Hidrográfica, Declividades, Meio Físico, Solos, Uso e Ocupação, Clima e Recursos Hídricos Superficiais.

JANEIRO/2016



## RELATÓRIO TÉCNICO PARCIAL - R1

**Natureza do Trabalho:** Elaboração do Plano Diretor de Macrodrenagem da Área Urbana, para o Município de Águas de Santa Bárbara / SP.

**Interessado:** Município de Águas de Santa Bárbara / SP.

### 1. INTRODUÇÃO

A TCA Soluções e Planejamento Ambiental Ltda - EPP, devidamente inscrita no Cadastro Geral de Contribuintes do Ministério da Fazenda CNPJ/MF sob n.º 10.245.713/0001-79, com sede na Rua Diogo Ribeiro, n.º 126 – Jardim Virginia Bianca, Capital - São Paulo, vencedora do Processo Licitatório Edital da Carta Convite n.º 05/2015, apresenta este *Relatório Técnico Parcial – R1*, que refere-se às atividades previstas no Termo de Referência, do Empreendimento 2014-MP-509 Contrato FEHIDRO n.º 024/2015, do Projeto “**Elaboração do Plano Diretor de Macrodrenagem da Área Urbana, para o Município de Águas de Santa Bárbara / SP**”, encaminhada ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Médio Paranapanema – MP (UGRHI 17) , e expõe resumidamente os trabalhos que serão executados.

### 2. CONTEXTO

A interferência da drenagem no planejamento urbano se faz sentir em diversos níveis, seja no zoneamento do uso e ocupação dos terrenos, seja nas condições sanitárias da população, seja na própria manutenção dos serviços básicos, daí a grande relevância da matéria.

Uma das principais diretrizes instituídas pelo modelo de gerenciamento de recursos hídricos do Estado de São Paulo, estabelecido a partir da Lei n.º 7.663/91, é a elaboração de Estudos para atividades de manejo e aproveitamento das fontes

hídricas naturais. Dentre estas atividades, inclui-se o lançamento de efluentes provenientes da drenagem dos terrenos, sabidamente uma das mais importantes fontes de degradação dos recursos hídricos e a causa de sérios problemas que afligem as populações urbanas do Brasil.

Dentro desta visão, qualquer planejamento para desenvolvimento do tecido urbano de uma cidade deve considerar, entre outros aspectos, as diretrizes previamente estabelecidas para a drenagem, fazendo com que os investimentos em melhoria da qualidade de vida das populações que nela habitarão sejam sustentáveis ao longo do tempo. Finalmente, a elaboração de um Plano Diretor de Macrodrenagem deve ser baseada em um Termo de Referência que apresente compatibilidade com Plano de Saneamento Básico atualmente em desenvolvimento para o Município de Águas de Santa Bárbara.

Conforme o Termo de Referência o Plano Diretor de Macrodrenagem Urbana do Município de Águas de Santa Bárbara terá por objetivo estabelecer diretrizes que orientem a ação do Poder Público e da iniciativa privada na elaboração de projetos e na execução de obras de drenagem, bem como na promoção de ações preventivas e corretivas sobre as causas e os efeitos dos processos erosivos, inundações, etc., visando proteger a população e as atividades econômicas sediadas na área urbana da cidade.

A análise e o encaminhamento das soluções das questões de Drenagem Urbana tem sido um dos maiores desafios dos planejadores e administradores dos grandes centros urbanos do mundo.

Nos países ditos emergentes, este problema foi particularmente agravado pela velocidade do processo de adensamento e urbanização, e pela precariedade da infraestrutura existente, associada à falta de planejamento urbano, além da enorme carência de recursos. O Plano Diretor de Macrodrenagem está associado aos reflexos na zona rural, contribuindo com o agravamento dos processos erosivos e consequentemente ao assoreamento dos corpos d'água.

O gerenciamento da Macrodrenagem é, fundamentalmente, um problema de alocação de espaços para a destinação das águas precipitadas. Todo espaço

retirado pela urbanização, outrora destinado ao armazenamento natural, propiciado pelas áreas permeáveis, várzeas e mesmo nos próprios talvegues naturais, é substituído normalmente, por novas áreas inundadas mais a jusante.

Acresce-se a este problema, a prática da canalização, muitas vezes radical, dos rios e córregos, o que altera bastante o comportamento das enchentes, amplificando enormemente os picos de vazão.

### 3. OBJETIVO

O presente *Relatório Técnico Parcial - R1* tem por objetivo a apresentação da sistematização a ser utilizada ao longo dos trabalhos a serem desenvolvidos no âmbito do Plano Diretor de Macrodrenagem do Município de Águas de Santa Bárbara / SP.

Pela definição da própria palavra, sistematizar significa “reduzir a sistema ou organizar de forma coerente” e é o que se pretende neste trabalho, apresentar um conjunto organizado de ideias que auxiliarão o desenvolvimento e na consulta do plano em todas as suas fases e atividades.

Esta sistematização refere-se em especial na implantação de mecanismos de gestão sustentável dos sistemas de drenagem urbana, a fim de possibilitar um equacionamento das ações que propicie desde a definição de uma política de convivência com as inundações em algumas áreas, como controlar as ocupações de áreas de risco e garantir uma dinâmica de escoamento equilibrado no tempo e no espaço.

O Plano Diretor de Macrodrenagem objetiva a análise e diagnóstico do sistema global de drenagem dos terrenos na área do Município de Águas de Santa Bárbara. Desta forma, serão analisados todos os principais elementos de macro drenagem, desde Córregos e Ribeirões até as galerias existentes.

Esta análise abrange a avaliação da pluviometria e fluviometria destes rios, a evolução de uso e ocupação do solo, variáveis diretamente intervenientes no problema da impermeabilização dos terrenos, até o planejamento econômico

municipal, que indica as tendências de evolução de cada uma das bacias de drenagem que integram o município. Os produtos apresentados compreendem a estimativa de vazões afluentes para este sistema de drenagem principal e o pré-dimensionamento das estruturas necessárias para o escoamento destes caudais, considerando as projeções estabelecidas de antemão. Os instrumentos de ação do Poder Público Municipal, previstos para a implementação do Plano Diretor de Drenagem Urbana são:

### **3.1. Medidas Estruturais**

#### **3.1.1. Intervenção Direta do Poder Público Municipal**

- implantação de obras de abertura e adequação de canais de escoamento de águas pluviais e de remoção das interferências existentes;
- implantação de obras de proteção de áreas sujeitas a inundações;
- implantação de obras de contenção dos picos de cheias;
- implantação de obras de contenção e prevenção dos processos erosivos; e
- implantação de programas integrados de reurbanização com remanejamento de interferências, quando couber, com o objetivo de garantir a implantação e adequação de obras de drenagem.

#### **3.1.2. Intervenção Indireta do Poder Público Municipal**

- estabelecimento de padrões de projeto, expedição de diretrizes, aprovação de projetos e fiscalização de obras de drenagem desenvolvidos pela iniciativa privada ou demais instâncias do Poder Público; e
- nos locais em que o Poder Público tenha anteriormente autorizado o uso total ou parcial dos canais previstos, a Prefeitura deverá utilizar de seus atributos legais com vistas a viabilização das medidas estabelecidas no Plano de Drenagem Urbana.

### **3.2. Medidas Não Estruturais**

#### **3.2.1. Intervenção Direta do Poder Público Municipal**

- serviços de limpeza e manutenção dos canais e galerias de escoamento das águas pluviais;
- revegetação ciliar;
- adoção de padrões de pavimentação dos espaços públicos que garantam elevados índices de permeabilidade do solo;
- programas de contingência para eventos críticos de cheias;
- programas de educação da comunidade e de divulgação de ações para melhoria e proteção do sistema de drenagem; e
- capacitação dos quadros técnicos da Prefeitura para o aprimoramento direta e indireta nas questões relacionadas com a drenagem urbana.

#### **3.2.2. Intervenção Indireta do Poder Público Municipal**

- expedição de alinhamento e nivelamento dos logradouros públicos para a execução de projetos de edificações e de parcelamentos do solo;
- controle do uso e ocupação do solo resguardando várzeas e garantindo a manutenção dos índices de impermeabilização do território nos níveis planejados; e
- controle da erosão e do assoreamento, resguardando a capacidade de escoamento dos canais de drenagem.

### **4. PREMISSAS**

Com base no Termo de Referência do Edital bem como na experiência da equipe técnica e o apoio da contratada em planos e trabalhos semelhantes, foram



determinadas as premissas, critérios e princípios que serão adotados ao longo do desenvolvimento dos trabalhos.

Segundo TUCI (2007), a principal estratégia para o controle dos impactos na bacia hidrográfica envolve o plano de controle em cada sub bacia. Da mesma forma, COSTA et al (2006) descreve que olhar para as relações entre cidades e os recursos hídricos superficiais a partir da sua bacia hidrográfica nos permite expandir e entrelaçar suas dimensões culturais e ambientais.

Desta forma, como unidade territorial de gestão e implementação de ações será adotada a bacia hidrográfica.

A fim de beneficiar a população de Águas de Santa Bárbara, serão definidas pela equipe técnica as principais sub bacias hidrográficas a serem estudadas.

Cada sub bacia será estudada e planejada dinamicamente, interagindo com o Plano de Desenvolvimento Urbano da Cidade, a partir de uma abordagem interdisciplinar, levando em considerações questões socioeconômicas, urbanísticas, ambientais e de infraestrutura urbana.

A forma de tratamento da drenagem urbana estará alicerçada ao conceito de vazão de restrição, que visa estabelecer vazões máximas para cada trecho de sub bacia. Esta vazão restringe que a sub bacia considerada contribua com um volume maior de água que a modelagem hidrológica hidráulica considerou durante as simulações, impedindo e diminuindo a transferência de impactos de vazões excedentes para jusante e poderá representar futuramente um instrumento auxiliar na elaboração de legislações que considerem tal vazão como condicionante de uso e ocupação da referida sub bacia.

#### **4.1. Caracterização do Município**

O Município de Águas de Santa Bárbara tem sua sede no Comitê de Bacia Hidrográfica do Médio Paranapanema – CBH MP, está localizado na Região Administrativa de Sorocaba e sua Região de Governo Avaré.

Limita-se com os Municípios de Agudos, Iaras, Avaré, Cerqueira César, Manduri, Óleo e Santa Cruz do Rio Pardo. Possui uma área territorial de 408,47 km<sup>2</sup>, tem sua sede distante da Capital do Estado, a cerca de aproximadamente 300 km. Encontra-se nas coordenadas geográficas 22° 52' 51" S e 49° 14' 20" O, conforme mostra a **Figura 01** e a **Figura 02** apresenta a imagem via satélite da mancha urbana do Município. O número de habitantes residentes no município é de 5.598, com densidade demográfica de 13,7 hab./km<sup>2</sup> e indicador IDH de 0,824.

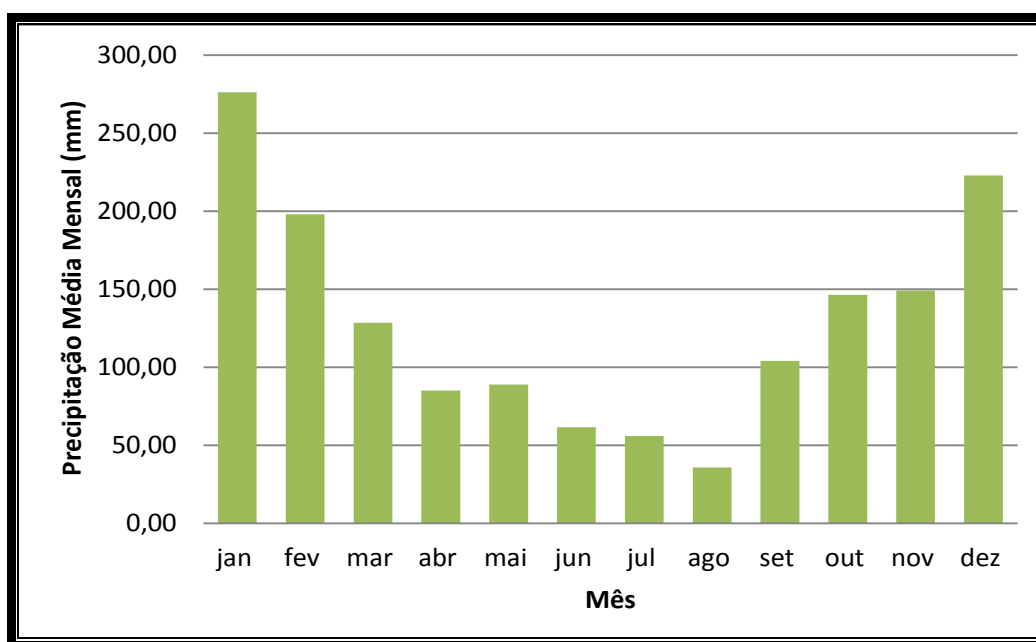
Águas de Santa Bárbara é detentora do título de Estância Hidromineral desde 1945, mas desde o início de sua colonização, no século 19, é reconhecida pelas propriedades terapêuticas da água que hoje abastece o Balneário Municipal Mizael Marques Sobrinho.

O clima Tropical, inverno e verão bem definidos, porém, com temperaturas amenas. Na estação mais quente do ano tem picos de calor que são amenizados pelas chuvas ao fim do dia. Inverno seco, temperaturas anuais médias entre 15 e 21° C.

Segundo o Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura – CEPAGRI ([www.cpa.unicamp.br](http://www.cpa.unicamp.br)), o clima da região é caracterizado por temperatura média anual de 21,7°C, oscilando entre mínima média de 17,9°C e máxima média de 24,6°C. A precipitação média anual é de 1.353,70 mm.

O **Gráfico 01** possibilita uma análise temporal das características das chuvas, apresentando a distribuição das mesmas ao longo do ano, bem como os períodos de maior e menor ocorrência.

**Gráfico 01:** Precipitação média mensal no período de 1993 a 2015 – Posto Santa Cruz do Rio Pardo.



Fonte: Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas – CIIAGRO, (2015).

Notas: Dados de 01/1993 até 10/2015.



Fonte: Wikipédia (2015).

**Figura 01:** Localização do Município de Águas de Santa Barbara no Estado.



Fonte: Google Earth (2015).

**Figura 02:** Imagem Via Satélite da Mancha Urbana do Município.

## 5. EQUIPE DE TRABALHO

O enfoque interdisciplinar inerente ao Plano Diretor de Macrodrenagem exigirá ao longo do desenvolvimento dos trabalhos uma equipe de trabalho multidisciplinar, tanto da contratada quanto da Prefeitura de Águas de Santa Bárbara, composta de Engenheiros, Arquitetos, Geólogos, Geógrafos, Agrônomos, Tecnólogos, Topógrafos, Analistas de Sistemas e Técnicos das mais variadas especializações, desenvolvendo atividades de consultoria, coordenação, execução, pesquisa, monitoramento e manutenção das diversas atividades.

Por parte da Prefeitura de Águas de Santa Bárbara, a equipe de trabalho que se dedicará às atribuições de nortear os trabalhos e debates, fiscalização, verificação e revisão, na Secretaria de Meio Ambiente conforme descrita a seguir.

A TCA Soluções e Planejamento Ambiental Ltda EPP possui uma equipe multidisciplinar composta de diversos profissionais das mais variadas áreas de atuação. A estrutura de pessoal que trabalhará diretamente no Plano Diretor será composta de duas equipes, caracterizadas com Técnica e de Apoio. A Equipe Técnica é formada pelo responsável técnico e demais profissionais que trabalharão durante a elaboração do plano.

A Equipe de Apoio é formada pelo coordenador geral e demais técnicos especializados, além dos profissionais especialistas necessários para cada etapa do Plano.

Esta divisão tem por finalidade otimizar os trabalhos, criando um grupo dinâmico que trabalharão de forma sistemática, facilitando a objetividade das reuniões e de forma a necessitar da presença somente dos profissionais relacionados para cada atividade e suas especialidades.

Sempre que houver necessidade algum novo profissional poderá integrar a Equipe Técnica e de Apoio e também qualquer membro das equipes poderão se fazer representar por um preposto, principalmente em reuniões ou atividades presenciais. A seguir apresentamos os principais componentes da equipe de trabalho da TCA e respectivas funções:



## **5.1. Grupo de Trabalho Externo – GTE**

### **TCA Soluções e Planejamento Ambiental Ltda - EPP**

Rua Diogo Ribeiro, 126 - Jardim Virginia Bianca - São Paulo – SP;

Fone (11) 2985-2925

**Coordenação Geral:** Tecg.º Márcio Lúcio Gonzaga

**Responsável Técnico:** Eng.º Gentil Balzan

**Gerenciamento dos Trabalhos Técnicos:** Eng.º Diego de Melo Murciano Cidade

**Gerência Administrativa:** Felipe Rodrigues Gonzaga

### **5.1.1. Equipe Técnica**

- **Alisson Kurt da Silva** – Topógrafo – CREA sob N.º 5061836656 – nível de atuação: Levantamento topográfico e desenhos/CAD.
- **Abner Kurt da Silva** – Auxiliar de Topografia – RG N.º 32502277, CEF N.º 322.420.588-19 – nível de atuação: Auxiliar de Topografia.
- **Adriano Pereira Lima** – Auxiliar de Topografia – CPF N.º 312.181.740-03 – nível de atuação: Auxiliar de Topografia.
- **Dagoberto Mariano Cesar** – Engenheiro Agrônomo – CREA sob N.º 0600730271 – Nível de atuação: Agrimensor e Supervisor de Topografia – Resumo das Atividades Desenvolvidas: Levantamento de dados Cadastrais em Campo, Supervisão Técnica dos Estudos.
- **Deborah Luciana Ribeiro de Carvalho** – Geógrafa – CREA N.º 5062913772 – nível de atuação: consultoria – Resumo das Atividades Desenvolvidas: Responsável pela área de Cartografia e Elaboração dos Mapas Temáticos.

- **Diego de Melo Murciano Cidade** – Engº Ambiental – RG Nº 45.857.867 – nível de atuação: consultoria — Resumo das Atividades Desenvolvidas: Gerenciamento dos Trabalhos Técnicos.
- **Evandro Morales Nardini** – Geólogo – CREA sob N.º 5063589057 – Nível de atuação: Supervisão – Resumo das Atividades Desenvolvidas: Levantamento de dados Cadastrais em Campo, Supervisão Técnica dos Estudos Geológico, Geomorfológico e Geopedológico.
- **Felipe Rodrigues Gonzaga** – Administrador – CRA sob Nº 133290 — Nível de atuação: Administrador – Resumo das Atividades Desenvolvidas: Administração financeira do projeto.
- **Gentil Balzan** – Engenheiro Civil – CREA sob N.º 0601512472 – Nível de atuação: Hidrólogo, Coordenador e Gerenciamento – Resumo das Atividades Desenvolvidas: Coordenação Técnica e Coordenação dos Trabalhos de Campo.
- **Nivaldo Paulon** – Técnico em Informática – RG N.º 32502277, CPF N.º 322.420.588-19 – nível de atuação: Resumo das Atividades Desenvolvidas: Auxiliar de campo.
- **Heitor Pessoa Magno** – Advogado – OABSP sob Nº 31677 – Nível de Atuação: Consultoria – Resumo das Atividades Desenvolvidas: Auxiliar administrativo e jurídico.
- **Marcio Lucio Gonzaga** – Tecnólogo – CREA sob Nº 0601315882 – Nível de atuação: Coordenador e Gerenciamento de Projeto — Resumo das Atividades Desenvolvidas: Coordenação Técnica e Operacional dos Estudos.
- **Marcel Rodrigues Gonzaga** – Estatístico — Nível de atuação: Análise dos dados hidrológicos — Resumo das Atividades Desenvolvidas: Análise de dados Estatísticos e Operacional dos Estudos.

- **Pedro Augusto Assaf Navarro Ayub** – Arquiteto - CAU sob N.º A63804-8 –  
Nível de atuação: Projetos Básicos – Resumo das Atividades Desenvolvidas:  
Elaboração de Projetos.

## 6. ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

### 6.1. Dados Socioeconômicos

Águas de Santa Barbara tem 5.769 habitantes, distribuídos em uma área de 404,94 km², com densidade de 14,25 hab./km². A maior parte da população vive em área urbana, com uma taxa de urbanização de 76,74%.

Os índices de mortalidade infantil (30,77/1.000) apresenta-se acima do apontado pelo Estado (11,47/1.000) e de mortalidade entre 15 e 34 anos (57,44/100.000) apresenta-se abaixo do apontado pelo Estado (116,70/100.000).

#### Quadro 01: Dados Socioeconômicos.

Caracterização	Ano	Unidade	Águas de Santa Barbara	Estado de São Paulo
<b>Demografia</b>				
População	2015	hab.	5.769	43.046.555
Grau de Urbanização	2015	%	76,74	96,21
Taxa de Crescimento Anual (2010/2015)	2015	% a.a.	0,60	0,87
Área	2015	km²	404,94	248.222,36
Densidade Demográfica	2015	hab./km²	14,25	173,42
Mortalidade Infantil	2013	1/1000	30,77	11,47
Mortalidade entre 15 e 34 anos	2013	1/100.000 hab.	57,44	116,70
<b>Educação</b>				
Taxa de Analfabetismo (Pop. de ≥15 anos)	2010	%	5,14	4,33

Fonte: Fundação Seade (2015).

A evolução da população urbana e rural em Águas de Santa Barbara é apresentada no quadro a seguir. A população urbana apresentou um crescimento gradativo, da ordem de 29,71% do total, no período de 1990 a 2015. Já a rural, apresentou uma

queda em todo o período - na ordem de 45,82%, seu número de habitantes sempre esteve inferior ao da zona urbana.

**Quadro 02:** Evolução da População Urbana e Rural em Águas de Santa Barbara.

Local	1990	1995	2000	2005	2010	2015
<b>Evolução da População Urbana</b>						
<b>Águas de Santa Barbara</b>	3.413	3.067	3.868	4.053	4.257	4.427
<b>Evolução da População Rural</b>						
<b>Águas de Santa Barbara</b>	2.477	1.405	1.342	1.375	1.341	1.342

Fonte: Fundação Seade (2015).

## 6.2. IDH – Índice de Desenvolvimento Humano

O IDH foi desenvolvido pela ONU - Organização das Nações Unidas - dentro do PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Trata-se de uma medida de comparação entre Municípios, Estados, Regiões e Países, com objetivo de medir o grau de desenvolvimento econômico e a qualidade de vida oferecida à população. Este índice é calculado com base em dados econômicos e sociais (expectativa de vida ao nascer, educação e PIB *per capita*) e varia de 0 (nenhum desenvolvimento) a 1 (desenvolvimento total).

Em Águas de Santa Barbara, o IDH-M apontado para o ano de 2010 foi de 0,757, superior às medições anteriores (1991 e 2000), colocando o município na 182ª posição no *ranking* do Estado. Inclusive, o município se encontra abaixo do IDH estadual, que é 0,783.

**Quadro 03:** Evolução do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM.

Local	1991		2000		2010	
	IDHM	Posição	IDHM	Posição	IDHM	Posição
<b>Águas de Santa Bárbara</b>	0,559	88	0,668	189	0,757	182
<b>Estado de São Paulo</b>	0,578	-	0,702	-	0,783	-

Fonte: Fundação Seade (2015).

### 6.3. IPRS – Índice Paulista de Responsabilidade Social

O Índice Paulista de Responsabilidade Social – IPRS - “sintetiza a situação de cada município do Estado no que diz respeito à riqueza, escolaridade e longevidade, gerando uma tipologia que os classifica em 5 grupos” (SEADE).

O Grupo 1 representa os “municípios com alto nível de riqueza e bons índices sociais”.

O Grupo 5 representa os “municípios mais desfavorecidos do estado, tanto em riqueza como em indicadores sociais”.

O IPRS classifica em 2012 Águas de Santa Bárbara como integrante do Grupo 3 “municípios com nível de riqueza baixo, mas com bons indicadores nas demais dimensões”, SEADE/2015. Os indicadores de escolaridade, longevidade e riqueza tiveram retrocessos no período analisado.

Com exceção de escolaridade, os demais indicadores encontrando-se, em patamares abaixo ao estadual.

#### Quadro 04: Evolução do Índice Paulista de Responsabilidade Social – IPRS.

Local	Escolaridade			Longevidade			Riqueza			IPRS / Grupo		
	2008	2010	2012	2008	2010	2012	2008	2010	2012	2008	2010	2012
Águas de Santa Bárbara	45	60	56	64	72	69	34	40	40	4	1	3
Estado de São Paulo	40	48	52	68	69	70	42	45	46	-	-	-

Fonte: Fundação Seade (2015).

### 6.4. Saúde

Em relação à saúde da população, foi efetuada, em novembro de 2015 busca de dados no banco DATASUS *on-line*, desenvolvido pelo Ministério da Saúde, que disponibiliza dados estatísticos de saúde e permite a confecção de tabulações sobre as bases de dados dos sistemas de Mortalidade e Internações Hospitalares do Sistema Único de Saúde - SUS.



De acordo com a publicação “Padrões de Potabilidade da Água”, editada pelo Centro de Vigilância Sanitária de São Paulo, as doenças relacionadas com a água foram divididas em quatro grupos, considerando-se as vias de transmissão e o ciclo do agente, conforme quadro a seguir:

## Quadro 05: Ambiental das Infecções relacionadas com a Água.

Grupo	Descrição	Exemplos/Agente Etiológico
I - Transmissão Hídrica	Ocorre quando o agente encontra-se na água	Diarréias e disenterias: - Cólera / <i>V.Cholerae</i> - Salmonelose / <i>Salmonella sp</i>  Febres entéricas: - Febre tifoide / <i>Salmonella typhi</i>  Hepatite A / vírus A da hepatite Ascariíase / <i>Ascaris lumbricoides</i>
II - Transmissão relacionada com a higiene	Ocorre quando o agente se manifesta sob condições inadequadas de higiene	Escabiose / <i>Sarcoptes scabie</i> Tracoma / <i>Chlamydia trachomatis</i>
III-Transmissão baseada na água	Ocorre a partir do contato do homem com um agente que desenvolve parte do ciclo vital em animal aquático	Esquistossomose / <i>Schistosoma mansoni</i>
IV-Transmissão por inseto vetor que se procria na água	Ocorre quando o agente entra em contato com o homem através da picada do inseto	Dengue / vírus do dengue-vetor: - <i>Aedes aegypti</i> Malária / <i>Plasmodium sp</i> -vetor: - <i>Anopheles sp</i> Filariose/ <i>Wuchereria bancrofti</i> - vetor: - <i>Culex sp</i>

Fonte: Centro de Vigilância Sanitária de São Paulo, 2015.

O quadro a seguir apresenta a Morbidade Hospitalar do SUS em Águas de Santa Barbara, no período de 1995 a 2007 e a partir de 2008, conforme o grupo de infecções relacionadas com a água.

## Quadro 06: Morbidade Hospitalar do SUS - por local de residência - Águas de Santa Barbara.

Grupos	1995-2007	A partir de 2008
I	nd	3
II	nd	nd
III	nd	nd

Grupos	1995-2007	A partir de 2008
IV	nd	nd

Fonte: Ministério da Saúde - Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS), (2015).

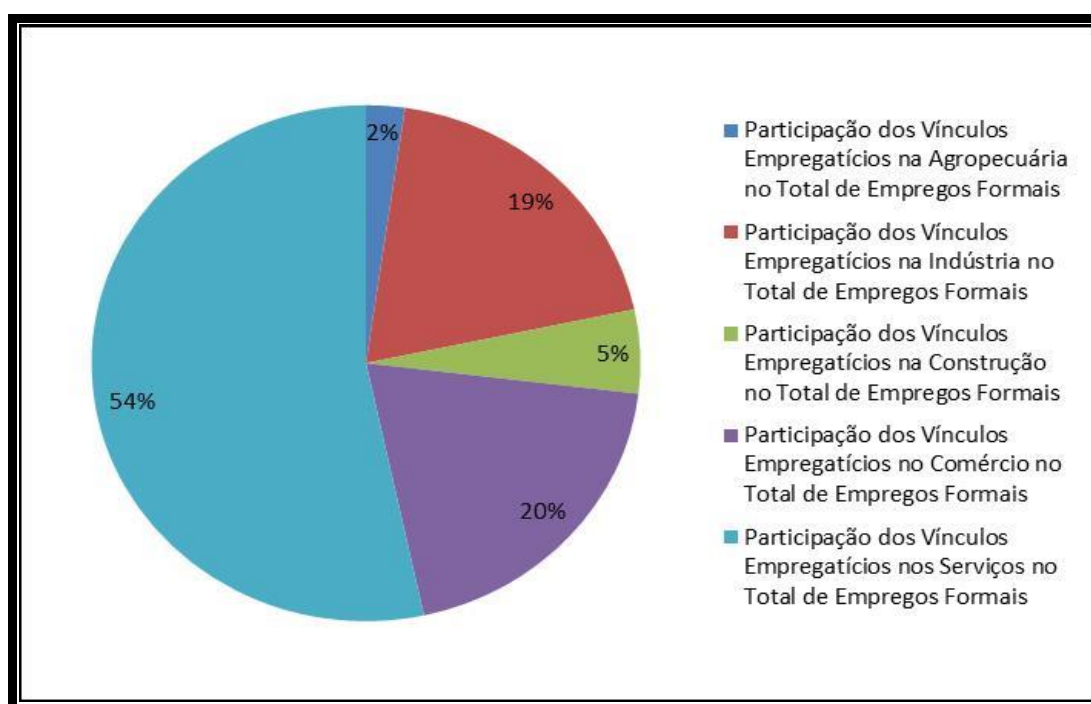
Notas: nd - não disponível; Situação da base de dados nacional em 29/09/2015.

Dados de agosto de 2014 até agosto de 2015 sujeitos a retificação.

## 6.5. Economia

De acordo com dados da Prefeitura do Município, a economia de Águas de Santa Barbara baseia-se no Comércio, nos Serviços e no turismo. Conforme dados de SEADE para 2014, nas contratações com vínculo empregatício, destacou-se a Serviços, com 54% do total.

**Gráfico 02:** Economia do Município de Águas de Santa Barbara.



Fonte: Fundação Seade (2015);

O Produto Interno Bruto e a renda per capita tiveram variação no período de 2008 a 2012, com incremento de seus valores, de R\$ 77.000,03 e R\$ 13.379,11, respectivamente.

**Quadro 07:** Produto Interno Bruto – 2008/2012 - Município de Águas de Santa Barbara.

2008		2009		2010		2011		2012	
PIB (Em milhões de reais correntes)	PIB per Capita (Em reais correntes)	PIB (Em milhões de reais correntes)	PIB per Capita (Em reais correntes)	PIB (Em milhões de reais correntes)	PIB per Capita (Em reais correntes)	PIB (Em milhões de reais correntes)	PIB per Capita (Em reais correntes)	PIB (Em milhões de reais correntes)	PIB per Capita (Em reais correntes)
61,25	11.031,27	101,07	18.132,51	176,74	31.571,70	134,89	23.949,89	138,28	24.410,38

Fonte: Fundação Seade (2015) - Produto Interno Bruto dos Municípios 2008-2012;

O Valor Adicionado alcançou os maiores números no setor Serviços em Águas de Santa Barbara, representando 56,61% do total, seguido pelos setores da Agropecuária, com 35,18% e, por último, o Industrial, com 8,21%.

**Quadro 08:** Valor Adicionado Total, por Setores de Atividade Econômica, Produto Interno Bruto.

Município	Valor Adicionado					PIB (2) (Em milhões de reais correntes)	PIB per capita (3) (Em reais correntes)
	Agropecuária (em milhões de Reais)	Indústria (em milhões de Reais)	Serviços (em milhões de Reais)		Total (em milhões de Reais)		
			Administração Pública	Total (1)			
Águas de Santa Bárbara	45,70	10,66	20,06	73,53	129,89	138,28	24.410,38
Estado de São Paulo	21.841,82	288.624,35	109.740,25	844.706,94	1.155.173,11	1.408.903,87	33.593,32

Fonte: Fundação Seade (2015);

(1) Inclui o VA da Administração Pública;

(2) O PIB do Município é estimado somando os impostos ao VA total;

(3) O PIB per capita foi calculado utilizando a população estimada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

Os estabelecimentos de Comércio contabilizam 40 e os de Serviços 35 com pequeno crescimento e a Indústria contabiliza 12 com um crescimento significativo ao longo do período de 2010 a 2014.

**Quadro 09:** Número de Estabelecimentos - Comércio, Indústria e Serviços.

Estabelecimentos	2010	2011	2012	2013	2014
Comércio	38	34	39	43	40
Indústria	7	10	8	10	12
Serviços	33	26	31	31	35
<b>Total</b>	<b>78</b>	<b>70</b>	<b>78</b>	<b>84</b>	<b>87</b>

Fonte: Fundação Seade (2015).

## **7. ASPECTOS DO MEIO FÍSICO REGIONAL**

Neste tópico são apresentadas as principais características ambientais que se relacionam com os Recursos Hídricos na Região do Município de Águas de Santa Bárbara. A forma atual do relevo é produto principalmente da ação do clima (chuvas e temperatura) e de processos de intemperização físico-química sobre as rochas, além de fatores da própria dinâmica interna da Terra.

O modelamento atual do relevo condiciona a ação da água sobre as terras, na forma de infiltração e de escoamento superficial e sub superficial, principal causa de perda de solo por erosão. Assim, torna-se imprescindível o estudo detalhado do relevo, principalmente quanto à declividade das encostas, a fim de executar o adequado planejamento do uso das terras, conforme as suas potencialidades e limitações.

### **7.1. Informações Gerais**

Os dados que compõem este Relatório objetivam apresentar o Município por meio de seu posicionamento geográfico no Estado de São Paulo, de seu histórico e de dados estatísticos disponíveis.

A interferência da drenagem no planejamento urbano se faz sentir em diversos níveis, seja no zoneamento do uso e ocupação dos terrenos, seja nas condições sanitárias da população, seja na própria manutenção dos serviços básicos, daí a grande relevância da matéria.

Uma das principais diretrizes instituídas pelo modelo de gerenciamento de recursos hídricos do Estado de São Paulo, estabelecido a partir da Lei 7.663/91, é a elaboração de Estudos para atividades de manejo e aproveitamento das fontes hídricas naturais. Dentre estas atividades, inclui-se o lançamento de efluentes provenientes da drenagem dos terrenos, sabidamente uma das mais importantes fontes de degradação dos recursos hídricos e a causa de sérios problemas que afligem as populações urbanas do Brasil.

Dentro desta visão, qualquer planejamento para desenvolvimento do tecido urbano de uma cidade deve considerar, entre outros aspectos, diretrizes previamente estabelecidas para a drenagem, fazendo com que os investimentos em melhoria da qualidade de vida das populações que nela habitarão sejam sustentáveis ao longo do tempo.

Conforme o Termo de Referência o Plano terá por objetivo estabelecer diretrizes que orientem a ação do Poder Público e da iniciativa privada na elaboração de projetos e na execução, bem como na promoção de ações preventivas e corretivas sobre as causas e os efeitos dos processos erosivos, inundações, etc., visando proteger a população e as atividades econômicas sediadas na área urbana da cidade. A análise e o encaminhamento das soluções das questões de Drenagem Urbana e Rural tem sido um dos maiores desafios dos planejadores e administradores dos grandes centros urbanos do mundo. Nos países ditos emergentes, este problema foi particularmente agravado pela velocidade do processo de adensamento e urbanização, e pela precariedade da infraestrutura existente, associada à falta de planejamento urbano, além da enorme carência de recursos.

O Estudo está associado aos reflexos na zona rural, contribuindo com o agravamento dos processos erosivos e consequentemente ao assoreamento dos corpos d'água.

O gerenciamento da Drenagem é, fundamentalmente, um problema de alocação de espaços para a destinação das águas precipitadas.

Todo espaço retirado pela urbanização, outrora destinado ao armazenamento natural, propiciado pelas áreas permeáveis, várzeas e mesmo nos próprios talwegues naturais, é substituído normalmente, por novas áreas inundadas mais a

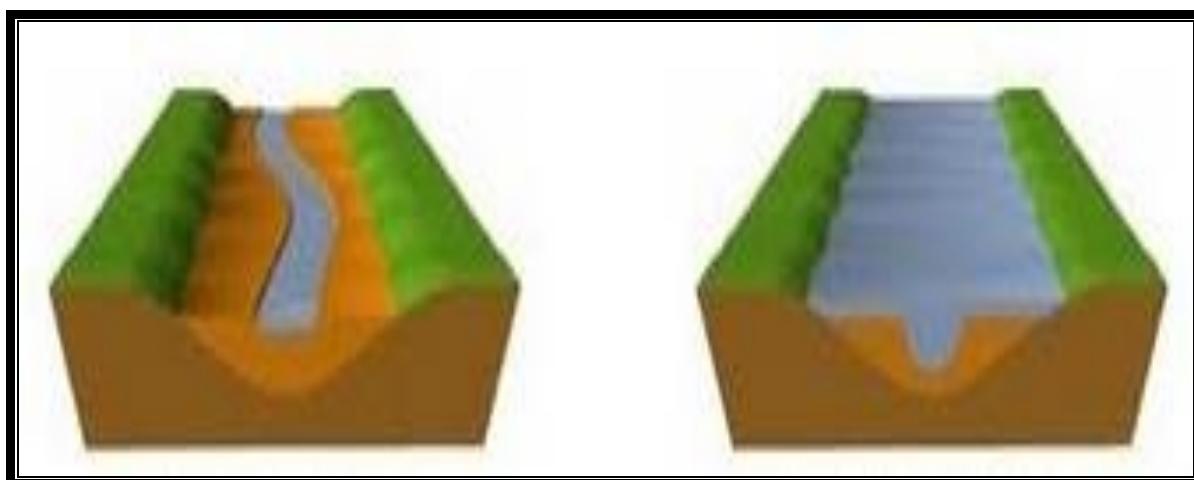


jusante. Acresce-se a este problema, a prática da canalização, muitas vezes radical, dos rios e córregos, o que altera bastante o comportamento das enchentes, amplificando enormemente os picos de vazão.

#### **a. Estiagem e Cheias: Análise da Condição Natural das Águas**

A água sofre pelo menos duas grandes variações ao longo do ano, no que se refere à sua quantidade sobre a superfície do solo: o período de estiagem, quando chove pouco, e o de cheia, quando as águas precipitadas já não cabem na calha dos rios (leito menor) e extravasam para as suas várzeas (leito maior) localizadas ao longo de suas margens.

Esta diferença, mais ou menos pronunciada, a depender da variabilidade climática local, se refletirá na necessidade de um maior ou menor espaço que as águas utilizarão em toda a área da bacia hidrográfica, em seu percurso na busca de locais mais baixos. A partir da precipitação, atravessando a cobertura vegetal, espaços edificadas, piso impermeável, canais, tubulações variadas e solo exposto em diferentes graus de permeabilidade, a água ganha ou perde velocidade, escapa ou é acumulada em diferentes proporções, a depender das condições oferecidas pelos seus diversos “recipientes”.



**Figura 03:** Leito maior e leito menor de um curso d'água.

### **b. Espaços Naturais e o Ciclo das Águas**

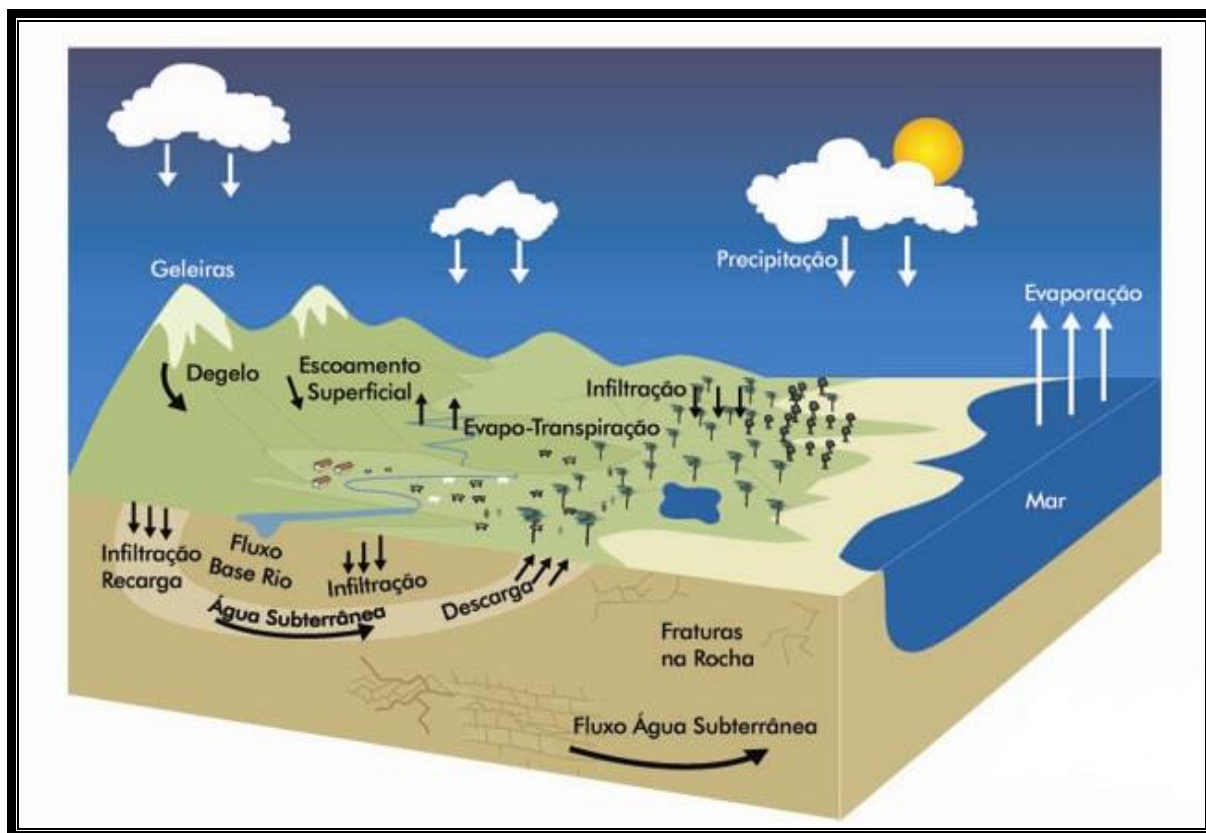
Em condições naturais, a vegetação amortece o impacto das chuvas sobre o solo, desviando parte das águas em percursos na superfície das folhas e caules, o que, em parte, possibilita a absorção pelas plantas e a evaporação pela radiação solar. Esse conjunto de retenções e o processo de liberação de água sob a forma de vapor, originado de fora e de dentro da vegetação quando esta transpira, asseguram os altos teores de umidade encontrados nas florestas que, assim, cumprem um importante papel na manutenção do equilíbrio da temperatura e das chuvas, reduzindo os extremos das cheias e das estiagens.

Esta redução no volume das águas que escoam e a lentidão provocada pelo que encontram no seu percurso facilitam sua infiltração no solo, que é ainda mais favorecida pelo amortecimento das folhas caídas e pelos caminhos escavados no solo pela fauna e pelas raízes das plantas.

Mesmo perdendo em velocidade e quantidade, grandes volumes alcançam e se espalham nos locais mais baixos e com menor declividade, propiciando as cheias que, por se acumularem em superfícies baixas e planas (várzeas), propiciam solo fértil arrastado e irrigado e, também, multiplicam condições e formas de vida, possibilitadas pelo aproveitamento das águas em diferentes circunstâncias e graus de disponibilidade.

Todo esse processo faz parte de um mecanismo muito maior de circulação contínua de massas de água, que tem como principal característica a sua renovação, alimentada pela energia solar e pela força da gravidade, denominado de 'ciclo das águas' ou 'ciclo hidrológico'.

Esse ciclo manifesta-se, entre outros fenômenos, pela precipitação, infiltração, acúmulo subterrâneo da água, escoamento superficial e evaporação, do qual participam a atmosfera, a superfície do terreno, a cobertura vegetal e as diferentes camadas do subsolo.



Fonte: Ministério do Meio Ambiente.

**Figura 04:** Ciclo Hidrológico.

### **c. Interferências e Intervenções Urbanas**

#### **i. Intervenções Humanas e os seus Efeitos no Ciclo Hidrológico**

As atividades humanas, especialmente nas últimas décadas, vêm provocando profundas alterações no ambiente natural gerando impactos e situações extremamente críticas, que se refletem tanto na quantidade como na qualidade das águas. Dessas alterações, podem ser destacadas algumas que se manifestam, direta e indiretamente, no agravamento das inundações:

- A substituição da vegetação por solo exposto, além de movimentos de terra sem a devida proteção das superfícies e sistema de drenagem, que acabam

gerando intensos processos erosivos, e os consequentes assoreamentos dos cursos d'água;

- A urbanização, no padrão que vem sendo efetuada, envolvendo diferentes intervenções diretas nos fluxos e no regime das águas, através da implantação de redes para escoamento, canalizações, retificações, obstruções e desvios, muitas executadas de forma inadequada; além das alterações no relevo e na ocupação do solo, como o aterro das várzeas, as quais são imprescindíveis para o amortecimento de cheias;
- O lançamento de esgotos domiciliares e efluentes industriais no solo e nos corpos d'água, além da disposição inadequada de resíduos sólidos e da lavagem das superfícies de áreas urbanas, transferindo para as águas, dentre todos os tipos de poluentes, substâncias tóxicas e perigosas para a saúde e a vida;
- A redução da infiltração no solo por sua intensa impermeabilização, que aumenta as vazões das cheias e provoca as inundações, ao mesmo tempo em que reduz as reservas de água subterrânea, que vêm sendo exploradas acima de sua capacidade de reposição; e
- As mudanças climáticas, que já ocorrem de forma crescente, alterando a distribuição, intensidade, duração das chuvas e evaporação, resultando no agravamento das inundações e da escassez de água.

Os efeitos destas alterações se manifestam em todos os componentes do ciclo hidrológico, promovendo:

- O aumento da temperatura média do ambiente, contribuindo para a formação das 'ilhas de calor' nas porções desprovidas de vegetação, adensadas de ocupação urbana, onde também se concentra o uso e a geração de energia, em espaços construídos de forma a absorver para si e a refletir para o entorno e a atmosfera maior quantidade de energia solar;

- A redução dos mecanismos de 'evapotranspiração', responsáveis pelo reequilíbrio da temperatura e umidade associados à vegetação, que vai se tornando escassa no interior e no entorno das cidades;
- A diminuição da capacidade de reposição natural das reservas de água subterrâneas, os aquíferos;
- O aumento do escoamento superficial gerando cada vez maiores vazões por ocasião das chuvas intensas (vazões máximas), que se traduzem no aumento da frequência, intensidade e gravidade das inundações;
- A deterioração da qualidade das águas superficiais e subterrâneas, por receberem todo o tipo de poluentes e resíduos, em quantidades crescentes;
- A super exploração dessas águas para todos os usos, que, além de contribuírem para a escassez, reduzem sua capacidade de diluir seus contaminantes;
- O aumento das precipitações pluviométricas, seja pelos efeitos regionais das "ilhas de calor", como devido às mudanças climáticas globais; estas últimas acompanhadas de um agravamento da estiagem - fatores que já vêm ocorrendo e não podem ser ignorados; e
- O 'assoreamento', ou preenchimento do leito dos córregos e rios por sedimentos e lixo, devido ao aumento da erosão.

## ii. Enchentes e a Urbanização

Todas estas alterações do ciclo hidrológico geram mudanças qualitativas e quantitativas muito intensas nos sistemas de drenagem das áreas urbanas, onde são ampliadas as condições de escoamento das águas superficiais, com o objetivo de afastá-las dos espaços construídos. Com a urbanização das bacias hidrográficas, o aumento da impermeabilização do solo, as canalizações e toda a rede de drenagem podem gerar vazões máximas até sete vezes maiores daquelas propiciadas pelas condições naturais pré-existentis (TUCCI, 1997).

Além desses agravantes das inundações, outros são frequentemente encontrados, tais como as obstruções dos cursos d'água (como pontilhões baixos, que dificultam



a passagem das águas nos canais e córregos), aterros e todo o tipo de construções nas áreas de escoamento e acomodação das águas, que são as várzeas e o leito dos córregos e rios constituindo, todos eles, fatores localizados ou generalizados dos alagamentos e inundações.

Todos esses exemplos mostram, portanto, que qualquer ocupação ou intervenção na área de uma bacia hidrográfica altera suas condições de escoamento, gerando impactos no sistema de drenagem.

Do mesmo modo, qualquer modificação em um determinado corpo d'água (canalização, retificação) ou supressão de áreas marginais (várzeas ou bacias naturais de acomodação) altera as vazões naturais, ampliando as vazões máximas, que são transferidas ou retidas em áreas ocupadas, formando áreas inundáveis.

Assim, os problemas críticos de enchentes estão diretamente relacionados à extensão e ao modo como se dá a urbanização.

A relação entre a área impermeável, densidade urbana e crescimento populacional, determinam a necessidade de entendimento da dinâmica das alterações de uma determinada bacia hidrográfica, em relação aos espaços das águas, para se verificar e aprimorar seu sistema de drenagem, a ser feito de forma a prevenir as causas das inundações. O raciocínio da prevenção, neste caso, implica em considerar que toda ocupação ou intervenção nova na cidade exige uma compensação dos espaços das águas eliminados, reduzidos ou transferidos, independente dos esforços necessários para resolver os problemas já acumulados.

Os espaços naturais, muitos deles estabelecidos por lei como Áreas de Preservação Permanente - APPs, que incluem as várzeas, faixas ao longo dos corpos d'água, nascentes, locais cobertos por vegetação natural, encostas de alta declividade e topos de morro) vêm sendo substituídos pela ocupação urbana. Esta é apoiada por obras de infraestrutura (canalizações ou reservatórios, por exemplo) que, normalmente, não têm trazido vantagens para o conjunto das áreas, atividades econômicas e populações afetadas.

Nesse sentido, deve-se assegurar os espaços que têm sido suprimidos das águas das cheias. Dentre outros, destacam-se como foco de atenção preventiva aqueles

ainda não ocupados espaços contínuos, periféricos à urbanização, em especial aqueles situados nas áreas mais altas, próximos aos limites superiores das bacias hidrográficas (01); espaços contínuos existentes dentro das porções urbanizadas e lotes vazios (02); pequenas porções de áreas permeáveis existentes nos lotes edificadas (03); faixa “non aedificandi” e várzeas não ocupadas ao longo dos cursos d’água (04).

### **iii. Transferência de Impactos e as Novas Concepções de Drenagem**

Para enfrentar as enchentes nas áreas urbanas, a política adotada pelos órgãos públicos ao longo de muitas décadas, foi ampliar a capacidade de escoamento dos cursos d’água, mediante a execução de obras de canalização ou retificação. Essa orientação, baseada no emprego de intervenções conhecidas na engenharia como ‘estruturais’, tinha como principal objetivo retirar espaços de acomodação natural das águas para lhes dar usos urbanos.

Os projetos eram implantados na expectativa de que os seus canais artificiais retirassem as águas desses locais, permitindo a disponibilização de faixas marginais, sujeitas a enchentes, para variados usos urbanos como, por exemplo, o sistema viário e todo o tipo de construções. A intenção desses projetos era transferir os volumes de água que transbordavam no período das enchentes para locais situados rio abaixo.

Esta política, além de agravar os problemas de inundações no conjunto da bacia hidrográfica, provocava um enorme desperdício de recursos públicos. Isto porque, exigia a execução de cada vez mais obras para tentar livrar as áreas das novas e crescentes inundações, que iam sendo transferido para outras áreas situadas rio abaixo.

Além dos óbvios prejuízos, essas obras sucessivamente demandadas são cada vez mais caras, pois têm de lidar com crescentes vazões, a serem acomodadas em estruturas que vão tomando proporções agigantadas, disputando espaços já ocupados pela urbanização. Isto implica em maiores e mais custosas

desapropriações, bem como a necessidade de dar solução a todas suas interferências com a infra-estrutura já implantada nos locais das obras.

Essa orientação geral tem agravando os problemas para a população e dificultado sua solução, além de ampliar os gastos com toda a seqüência de obras necessárias para afastar a água para locais cada vez mais distantes. Em síntese, esse fenômeno já é amplamente conhecido por seus efeitos desastrosos: o crescimento contínuo da infraestrutura de drenagem faz crescer as vazões no sistema, aumentando seus picos de inundação.

O agravamento das condições de escoamento das águas nas áreas urbanas fez com que, a partir da década de 90, tivessem melhor aceitação propostas de substituição das estruturas hidráulicas tradicionais por reservatórios de retenção, ou detenção, também conhecidos como “piscinões”, que já estavam sendo implantados em países do hemisfério Norte. Essas novas intervenções foram propostas com o objetivo de reter parte das vazões de pico, diminuindo o risco de enchentes, na medida em que permitiam a liberação lenta das águas que eram acumuladas nos reservatórios durante as chuvas intensas.

Na realidade, os reservatórios acabaram assumindo um papel emergencial no enfrentamento das crescentes inundações, uma vez que os sistemas existentes nas áreas densamente urbanizadas não tinham como absorver as crescentes vazões geradas pelas obras tradicionais.

Cabe observar, também, que a implantação desses reservatórios em áreas urbanizadas implicou, em muitos casos, em altos custos de desapropriação e na perda das últimas áreas livres existentes nos fundos de vale, muitas das quais utilizadas como única alternativa de lazer pela população. Além disso, a falta de controle de erosão, de sistemas de esgotos e de procedimentos de coleta de lixo minimamente adequados têm tornado esses locais de retenção de águas pluviais focos de contaminação. Por outro lado, são necessários vultuosos recursos para manter esses espaços permanentemente vazios, capazes de receber as sucessivas cheias.

Logo em seguida, esta nova concepção foi complementada com um elenco de medidas de controle de vazões, destinadas a estimular a infiltração e armazenamento das águas pluviais. Essas medidas começaram a ser aplicadas nos locais onde as chuvas caem (origem das vazões), através da criação de pequenos reservatórios e soluções para permitir a infiltração da água no solo em lotes, propriedades isoladas, praças, passeios ou mesmo em grandes áreas e bairros inteiros.

Todas essas medidas, que constituem intervenções artificiais necessárias ao controle de enchentes nas áreas densamente urbanizadas, são também conhecidas como “medidas estruturais”. Elas buscam compensar parte dos impactos gerados pela urbanização. A priorização dessas obras sobre as de proteção dos espaços naturais das águas, na prática, relega as medidas preventivas a um segundo plano. Isto implica em desconsiderar as soluções que evitem os problemas, como as baseadas no planejamento do uso e ocupação do território, destinadas a garantir a manutenção desses espaços das águas.

Em outras palavras, é necessário alterar o atual padrão de urbanização, que se baseia na contínua eliminação do espaço natural das águas, substituindo-o por espaços e soluções artificiais. Essas soluções implicam na perda de áreas livres essenciais para a cidade, afetando as condições de vida e saúde da vizinhança, elevando os custos, que são crescentes, para implantação, manutenção e gestão, além de serem criadas num ritmo absolutamente desproporcional à sua necessidade.

Assim, para se proceder à melhor escolha das alternativas de solução, em qualquer cidade, é necessário priorizar aquelas que evitem as causas das inundações e, dentre as demais soluções, selecionar as que equacionam os problemas nos locais onde as chuvas caem.

Além disso, deve se evitar a padronização das intervenções, buscando-se adequá-las às realidades de cada local.

Cada bacia ou sub-bacia hidrográfica possui uma enorme diversidade de situações, que inclui os sistemas de drenagem já implantados. Essa variedade de situações

requer uma adequada base de informações para permitir a indicação e o detalhamento de medidas e ações específicas para cada realidade, no que diz respeito ao controle dos espaços das águas e dos impactos no sistema de drenagem dessas bacias.

Mais recentemente, estudos realizados na Europa mostraram a importância e a viabilidade de se recuperar e 'renaturalizar' rios e córregos, considerando seus benefícios ambientais e sociais.

Esta é uma diretriz específica da União Européia, para aplicação em todos os seus países membros, cujos resultados práticos, no caso da Alemanha, vêm mostrando a reconquista de equilíbrios ambientais importantes, como a redução dos riscos de inundações e de estiagens, além de propiciar oportunidades de recreação e outras formas de contato da população com as águas, promovendo avanços nas políticas que mais dependem da educação ambiental.

Essa solução também tem sido recomendada, considerando a necessidade de se enfrentar os efeitos das mudanças climáticas. Isto porque, a ampliação dos espaços das águas permite reduzir os riscos das cheias, cada vez mais intensas, que já estão se verificando.

#### **iv. Comprometimento da Qualidade da Água das Chuvas**

A água tem o poder de dissolver quase todas as substâncias e, como ela se move por todos os lugares, a condição em que eles se encontram passa a ser fundamental para determinar a sua composição e nível de qualidade.

Assim, ela pode incorporar quase tudo, desde que "inicia" seu ciclo com a evaporação, entrando em contato com a atmosfera, incorporando as partículas nela presentes em seu deslocamento sob a forma de vapor, disperso ou agrupado em nuvens. Ao se precipitar, por exemplo, a chuva pode ter sua acidez aumentada, ameaçando tudo o que depende ou tem contato com ela, dependendo do grau de poluição do ar encontrado no seu caminho até o solo ou o mar.

Na superfície do solo, quando coberto de vegetação, a água se precipita sobre folhas e troncos, que amortecem sua queda permitindo que, no lento escoamento,



incorpore substâncias e se infiltre; atravessando diferentes ambientes da superfície, solo e subsolo. Estes são povoados de organismos que, ao se alimentarem dos componentes da água, a purificam. Nesse percurso, uma parte é absorvida pelas plantas e outros seres possibilitando seu crescimento e multiplicação e, também, a manutenção de uma temperatura equilibrada pela transpiração e evaporação. Através delas, uma fração é devolvida à atmosfera, criando um meio úmido, que possibilita a continuidade das chuvas, dessas formas de vida e do fluxo de água limpa.

Ao precipitar-se em uma área urbana, não há o que resolva os problemas que trouxe ao lavar a atmosfera poluída.

Ao contrário, a água cai sobre áreas sem vegetação e impermeáveis, onde há grande quantidade de poeira, lixo e outros poluentes depositados na superfície das construções, calhas e tubulações. Sem ter um pedaço de chão para se infiltrar, a água se acumula, ganha força e velocidade para arrastar quase tudo pelos pisos, ruas e canos para os córregos e baixadas, aonde irá se acumular, inundando e contaminando áreas povoadas, tanto no seu percurso quanto no destino.

Além dos veículos e indústrias causadores de poluição atmosférica, outras fontes despejam poluentes e lixo no solo e galerias que, por terem sido implantadas sem adequados dispositivos de acesso, permanecem desconhecidas ou distantes de qualquer forma de inspeção, limpeza ou manutenção. Portanto, o que ali se deposita e acumula, há muito tempo, alcança grande potencial de contaminação, agravado pelo recebimento da maior parte dos esgotos.

Estes, quando não lançados na rede coletora apropriada são despejados nas tubulações de águas pluviais, diretamente pelas residências, instalações comerciais e industriais.

Quando lançados nas redes coletoras, grande parte dos esgotos é dirigida para as galerias de águas pluviais, córregos e rios.

Os esgotos que alcançam as estações de tratamento vão depender do tipo, eficiência e cuidados operacionais adotados nos processos de remoção de poluentes.

Em condições ideais, eles são submetidos a elevado grau de tratamento, que remove acima de 90% de sua carga poluidora; porém, mesmo 10% de grandes quantidades ainda significam muito para ser digerido pelos rios que as recebem.

Na Bacia pela impermeabilização de sua área, não permite que o solo possa suprir de água, minimamente, os córregos e rios no período de estiagem. Assim, a contínua e elevada carga de esgotos neles lançada encontra situações ainda mais desfavoráveis para a sua diluição nesse período mais seco.

Os materiais lançados na água - quando não obstruem completamente as estruturas de drenagem - são arrastados e dissolvidos rio abaixo, podendo também afetar o abastecimento da população.

Assim, as águas das chuvas que deveriam alimentar a cidade vão sendo contaminadas por ela, afetando a população de diferentes maneiras, principalmente quando alcançam os reservatórios de abastecimento e as áreas habitadas nas baixadas.

Nessas últimas, as águas das chuvas têm um contato direto com a população, mercadorias, veículos e construções quando ocorrem as inundações e, por carregarem todo tipo de sujeira e contaminantes, agravam tremendamente os efeitos negativos das inundações sobre a saúde da população.

A leptospirose, hepatite e várias outras doenças que também podem ser fatais, como as diarreicas, exemplificam os resultados desse contato com as águas, tornados sujos pelo acúmulo de poluentes de vários tipos.

Dentre esses se encontram os produtos utilizados no dia-a-dia para atividades de limpeza doméstica, os que as indústrias estocam, utilizam e descartam, dentro e fora de suas instalações, até aqueles utilizados, vendidos ou manipulados em toda a cidade, como os lubrificantes, combustíveis e diversos tipos de materiais de construção. Fazem parte dessa relação, os resíduos lançados no solo, ou liberados pelos veículos no ar, ou na superfície das ruas, os resíduos e esgotos de hospitais, serviços de saúde e cemitérios, entre outros.

Trata-se, como se vê, de assegurar a qualidade desses espaços e a sua limpeza em diferentes níveis, para que as águas precipitadas resultem saudáveis ou, no mínimo,

tenham seu potencial de contaminação reduzido para níveis menos perigosos. Portanto, o controle de inundações necessita superar a prática tradicional, centrada na tentativa de afastar rapidamente as águas da chuva de uma determinada localidade.

## **v. Consequências e Perspectivas de Agravamento**

### **• Efeitos Sociais**

As situações apresentadas no item anterior mostram que a drenagem urbana precisa ser tratada, inicialmente, a partir do conceito básico e elementar de que as águas necessitam de seus espaços e que os mesmos estão definidos e reservados na natureza. Qualquer supressão ou redução destes espaços obriga as águas a procurar áreas alternativas, rompendo as condições de escoamento equilibrado e provocando enchentes. Isto é o que ocorre com a urbanização sem critérios, que tende a avançar sobre os espaços das águas, ocupando-os ou transformando-os para os seus usos, provocando desequilíbrios.

Foi visto anteriormente, também, que as obras mais tradicionais, como as canalizações, e aquelas mais recentes, como os piscinões, têm custos e impactos que são assumidos pelo poder público e, em última análise, pela população. Há que se considerar, porém, que os maiores responsáveis por esses impactos são os proprietários dos imóveis, agentes econômicos e seus representantes no poder público que, com base em sua anuência, explícita ou não, promoveram uma série de transformações nas características naturais das bacias, com o objetivo de aumentar áreas edificáveis e suas consequentes vantagens econômicas sobre esse território. Além deste aspecto socialmente injusto, é preciso analisar que esta lógica equivocada de permitir a ocupação e a utilização do espaço das águas (ocupação de várzeas, impermeabilização e desenvolvimento dos processos erosivos) não constitui a melhor estratégia para o desenvolvimento urbano sustentável. Isto porque exige obras vultosas, para enfrentar os efeitos decorrentes.

Mesmo que a redução dos impactos passe a ser assumida financeiramente pelos responsáveis (proprietários de imóveis), as dificuldades na execução das ações de

recuperação e a impossibilidade prática de se obter condições equivalentes às originais, transfere outros custos para o conjunto da população.

Em termos práticos, o custo final de reparação ou recuperação dos bens naturais é sempre muito superior ao de sua preservação, mesmo que ele tenha sido desprezado em metodologias de cálculo destinadas a privilegiar determinados segmentos sociais.

- **Expansão Urbana e Mudanças Climáticas**

As mudanças climáticas previstas pelos cientistas para o Sudeste do Brasil incluem o agravamento dos episódios de cheias e de escassez de água, que já vêm se manifestando. A retirada de vegetação de extensas áreas promove uma grande redução no teor de umidade em torno da superfície do solo, dando início a um processo de aquecimento que se agrava com a concentração de edificações, a queima de combustíveis, o elevado uso de energia, as amplas superfícies refletidoras de luz e calor, entre outros efeitos da expansão e adensamento das cidades.

Isto provoca o fenômeno conhecido por 'ilha de calor', que consiste num padrão de circulação de ar interno às grandes cidades, que dificulta a dispersão dos poluentes e do calor, concentrando-os sobre o território construído.

Essa circulação de ar quente e sujo atrai as chuvas mais fortes sobre a cidade, diminuindo aquelas que caíam sobre as áreas florestadas próximas. Assim, agravam-se as inundações nas áreas urbanas e se reduz a água dos mananciais, piorando as condições de abastecimento da cidade.

A esse fenômeno, que vem se agravando, se junta outro mais amplo, que é o do aquecimento global. Ele tem sido divulgado pela imprensa a partir da intensificação de determinados fenômenos que chamam mais a atenção, como as inundações, os furacões, as secas e as ondas de calor em todo o mundo.

Os cientistas que têm estudado o aquecimento concluíram que as atividades humanas têm forte contribuição nessa mudança climática, cujos efeitos tendem a piorar sobre as águas, ecossistemas e a população.

Dentre esses efeitos, destaca-se que o aquecimento acelera a evaporação, a circulação das massas de ar e das nuvens e, conseqüentemente, a histórica distribuição das chuvas, entre outros efeitos sobre a terra e os oceanos.

Com isso, várias regiões do planeta já vêm sofrendo sérias mudanças em sua vegetação e na proporção de água que recebem, fundamentalmente.

Portanto, os resultados atuais e as avaliações científicas apontam para tendências gerais de agravamento dos eventos climáticos extremos, como os das inundações e de escassez de água, podendo-se imaginar o que isso poderá provocar nas situações críticas.

É previsível, portanto, que as mudanças climáticas aumentem o aquecimento urbano ampliando a frequência, intensidade e conseqüências, seja das situações de escassez de água, como das inundações, piorando a situação atual resultante das políticas metropolitanas e municipais, em curso, particularmente no que se refere à expansão urbana, ocupação de vazios, impermeabilização do solo e eliminação das várzeas.

Esse agravamento repercutirá no aumento do número e da amplitude das áreas atingidas pelas inundações e, conseqüentemente, da população afetada.

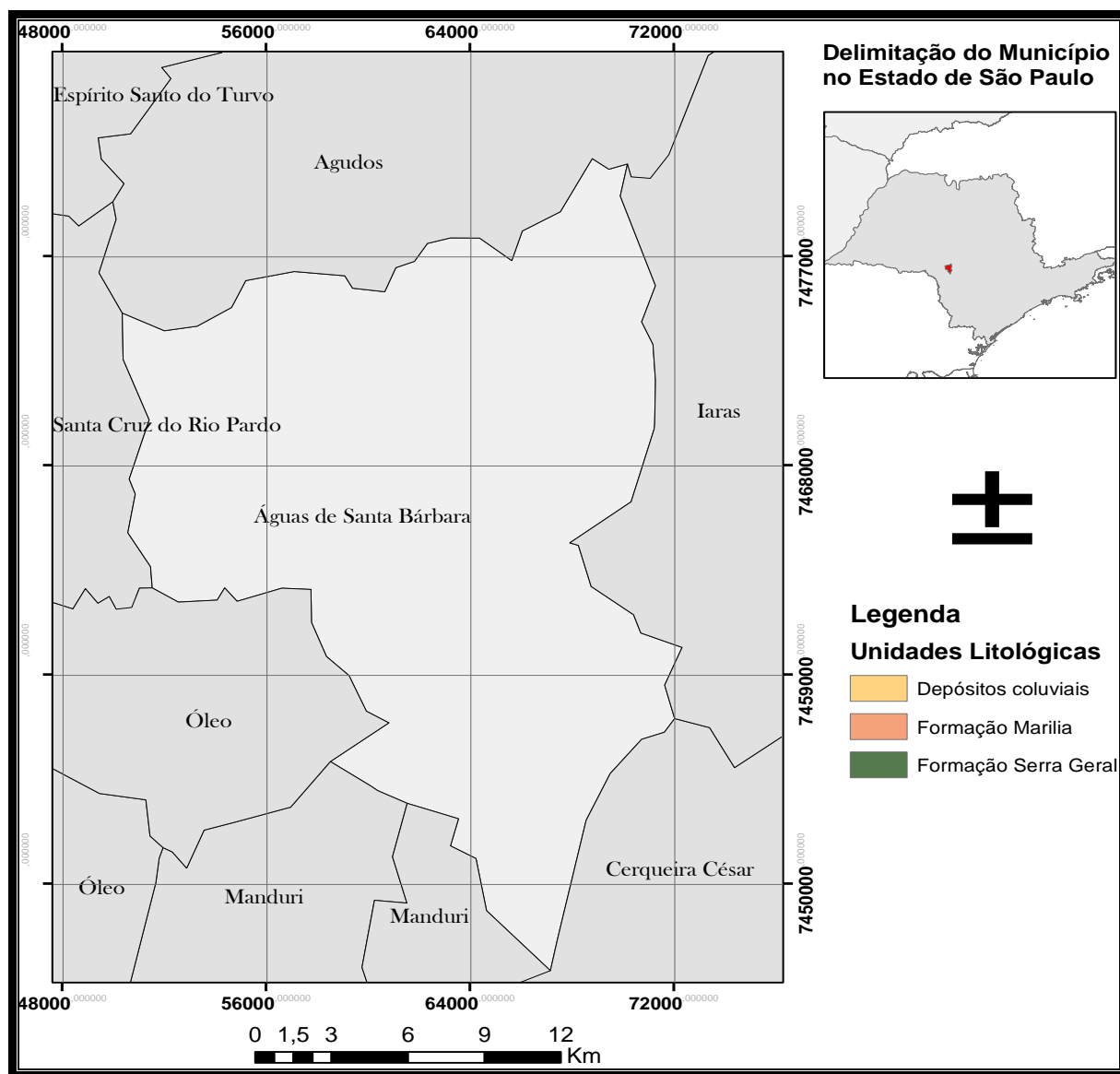
Nesse sentido, deverá se prever a ampliação das áreas destinadas a acumular essas águas, para evitar o agravamento das conseqüências dessas enchentes, entre as quais o maior número de vítimas.

## 7.2. Aspectos Geológicos

De acordo com o mapa geológico do Estado de São Paulo (DAEE/UNESP, 1984), **Figura 05**, é possível observar que o Município de Águas de Santa Bárbara está inserido no contexto geológico dos depósitos sedimentares e vulcânicos da Bacia do Paraná.

Sobrepostos a esses depósitos encontram-se as rochas sedimentares da Bacia do Bauru e os sedimentos inconsolidados recentes (cenozoicos).





**Figura 05:** Mapa geológico de Águas de Santa Bárbara (modificado de DAEE/UNESP, 1984).

### 7.2.1. Depósitos Aluviais

Os sedimentos colúviais ocorrem por toda a porção sul do município (**Figura 05**). Segundo Côrrea *et al.* (2008) esses depósitos são caracterizados como qualquer

depósito sedimentar que se acumule ao longo de uma encosta em consequência do transporte gravitacional, a despeito do conteúdo original de água nesses materiais. Essa unidade é representada por depósitos coluviais de espigão, areias com matriz argilosa, cascalhos de limonita e quartzo na base. São depósitos pliocênico-pleistocênicos (Quaternário).

### **7.2.2. Bacia Bauru**

A designação de Bacia Bauru como unidade tectônica distinta da evolução da Bacia do Paraná, para os sedimentos existentes sobre a extensa capa formada pelas rochas vulcânicas, foi proposta por FERNANDES (1992) e FERNANDES & COIMBRA (1992), embora a denominação de “Bacia Bauru” para os sedimentos existentes sobre as camadas de basaltos já tenha sido utilizada anteriormente, mas não proposta formalmente (e.g. FÚLFARO et al., 1982; IPT, 1989).

Esta Bacia desenvolveu-se no Cretáceo Superior (entre 90 e 65 milhões de anos atrás, aproximadamente), na porção centro-sul da Plataforma Sul-Americana, por subsidência termomecânica ocasionada pelo espesso manto de derrames basálticos (RICCOMINI, 1995, 1997; FERNANDES & COIMBRA, 1996; FERNANDES, 1998). Ela acumulou uma sequência sedimentar essencialmente arenosa, atualmente com espessura máxima próxima de 300 m, numa área de aproximadamente 370.000 km<sup>2</sup>.

A sedimentação na Bacia Bauru ocorreu em duas fases principais, a primeira em condições essencialmente desérticas e, a segunda, em clima semi-árido, embora com maior presença de água (FERNANDES, 1998).

Segundo FERNANDES (1998) são representantes do clima desértico (primeira fase de sedimentação) na Bacia Bauru as unidades do Grupo Caiuá (formações Rio Paraná, Goio Erê e Santo Anastácio) e a Formação Vale do Rio do Peixe, esta incluída no Grupo Bauru e que compreende a maior parte dos sedimentos da Formação Adamantina (de SOARES et al., 1980, e IPT, 1981).

A segunda fase de sedimentação (clima semi-árido, com maior presença de água) é representada pelas demais unidades do Grupo Bauru, ou seja, as formações Araçatuba, Uberaba, São José do Rio Preto, Presidente Prudente e Marília (FERNANDES, 1998). Na área do município de Águas de Santa Bárbara ocorrem apenas sedimentos da Formação Marília do Grupo Bauru. Assim, não serão descritas as demais formações deste Grupo e aquelas do Grupo Caiuá, que também não ocorrem na área do município.

### **7.2.3. Formação Marília**

Ocorre em toda a porção norte da área do município, sendo representada pelos sedimentos correspondentes ao Membro Echaporã, conforme IPT (1981). O Membro Echaporã é formado, na área do município, por conglomerados, arenitos e lamitos, que se alternam sucessivamente, passando a predominar, em direção ao topo, arenitos imaturos.

Os conglomerados possuem seixos de grande variedade litológica, em geral agrupados segundo a proximidade e tipo de rocha fonte. São ricos em fragmentos de basalto, quartzo, calcedônia, arenito e quartzito, com matriz arenosa. Localmente apresentam cimento calcífero que chega a formar, muitas vezes, estruturas de segregação, como geodos e vênulas (CPRM, 1980). Por vezes ocorrem leitos com seixos de calcário e argilito.

Os seixos são desde angulosos a arredondados, com esfericidade de baixa a alta.

Os arenitos são de cor bege a rosa, claros, finos a médios (imaturos), e podem apresentar frações grossas e grânulos, além de cimentação intensa, nódulos carbonáticos e níveis conglomeráticos com discreta granodecrescência ascendente. As intercalações lamíticas têm cor marrom e espessuras em geral centimétricas a decimétricas, raramente atingindo um metro.

Estes sedimentos tiveram deposição em embaciamentos restritos, em regimes torrenciais característicos de leques aluviais, com intervalos de exposição em que se

formaram pavimentos detríticos, durante a instalação progressiva de clima semiárido, o qual propiciou a cimentação dos detritos por carbonatos.

As espessuras máximas na área do espigão sul da Formação Marília (Membro Echaporã) devem situar-se em torno de 110 m, com cota da base em torno de 600 metros (IPT, 1981). A Formação Marília dispõe-se sobre os basaltos da Formação Serra Geral em discordância erosiva, enquanto que, com os sedimentos da Formação Adamantina, os contatos são graduais e interdigitados. É recoberta por depósitos cenozóicos, de natureza colúvio-eluvial, sob os quais ocorrem, com frequência, linhas de seixos. Tem idade do final do Senoniano, no Cretáceo Superior (entre 80 e 70 milhões de anos atrás).

#### **7.2.4. Grupo São Bento**

Nesta unidade estão agrupadas as rochas de idade mesozóica da Bacia do Paraná, representadas na base por um pacote de sedimentos continentais predominantemente arenosos e, no topo, pelas rochas basálticas oriundas do intenso vulcanismo ocorrido no Cretáceo, na sequência dos processos tectônicos que culminaram com a separação dos continentes Sul-Americano e Africano e a abertura do Oceano Atlântico. Incluem-se, ainda, no Grupo São Bento, as soleiras e diques de diabásio, que ocorrem intercaladas nos sedimentos da Bacia do Paraná.

O pacote sedimentar é individualizado em duas unidades: a Formação Pirambóia, na base, cuja deposição se deu, embora em ambiente bastante árido, com grande presença de lagoas temporárias, e a Formação Botucatu, no topo, esta depositada em ambiente francamente eólico. Os basaltos e demais rochas básicas associadas compõem, por sua vez, a Formação Serra Geral.

#### **7.2.5. Formação Serra Geral**

É representada pelas rochas oriundas dos derrames de lavas basálticas e pelos diabásios, intrusivos tanto na forma de soleiras (sills) como de diques nas unidades

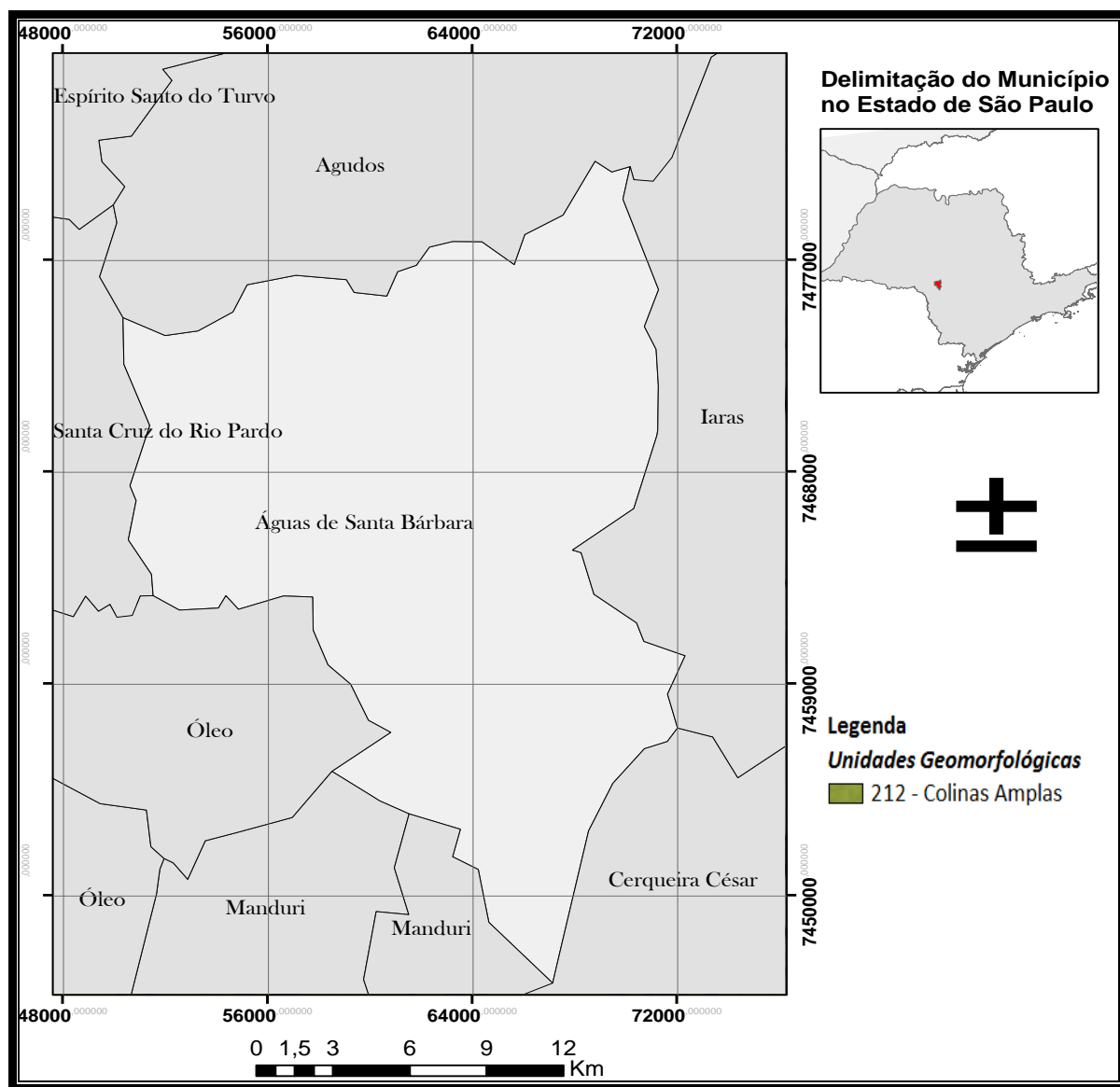
sedimentares da Bacia do Paraná. Incluem-se também corpos de gabro de granulação fina. Os basaltos são toleíticos e apresentam espessura individual dos derrames bastante variável, desde poucos metros a mais de 50 m e extensão também individual que pode ultrapassar a dez quilômetros. Neles intercalam-se arenitos com as mesmas características dos arenitos da Formação Botucatu, a maioria com estruturas típicas de dunas e outros indicando deposição subaquosa. Os diabásios são em geral de granulação fina, cinza escuro a negros, maciços, e neles destacam-se ripas de plagioclásio. Os derrames são constituídos por rochas de coloração cinza escura a negra, em geral afaníticas. Naqueles mais espessos, a zona central é maciça, microcristalina e apresenta-se fraturada por juntas de contração subverticais (disjunção colunar). Na parte superior dos derrames aparecem vesículas e amígdalas (estas parcial ou totalmente preenchidas por calcedônia, quartzo, calcita, zeólitas e nontronita), além de grandes geodos que podem ocorrer na sua parte mais profunda.

A espessura máxima da Formação foi medida em sondagem em Cuiabá Paulista (Pontal do Paranapanema, Estado de São Paulo), indicando 1.700 m de derrames (ALMEIDA, 1986). Tal pacote adelgaça-se para as bordas do Planalto Ocidental, onde as serras basálticas possivelmente não alcançam um terço desse valor (IPT, 1981a). Tanto a base como o topo dos grandes derrames apresentam juntas horizontais, o que deve ser resultado, pelo menos em parte, do escoamento laminar da lava no seu interior. O contato superior da Formação com as unidades mais recentes é discordante, marcado por uma importante superfície erosiva (Superfície Japi de ALMEIDA, 1964, apud RICCOMINI, 1995), cujo desenvolvimento resultou na destruição dos aparelhos vulcânicos e a exposição de diques e outras estruturas subvulcânicas (ALMEIDA, 1986). Em termos de idade, o vulcanismo Serra Geral ocorreu há 133 milhões de anos, num exíguo intervalo de um milhão de anos (RENNE et al., 1992, apud FERNANDES, 1998).



### 7.3. Aspectos Geomorfológicos

O Município de Águas de Santa Bárbara, de acordo com a Divisão Geomorfológica de São Paulo realizado pelo IPT (1981), se encontra no domínio geomorfológico do Planalto Ocidental, que ocorre por toda a porção centro-oeste do Estado de São Paulo. A **Figura 06** mostra a geomorfologia regional, no Município e em seus entornos, de acordo com o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981). Do mapa, observa-se que na área do município a única unidade de relevo que ocorre é a de Colinas Amplas, mais bem caracterizada a seguir.



**Figura 06:** Mapa Geomorfológico do Município de Águas de Santa Bárbara (IPT, 1981).

### 7.3.1. Colinas Amplas

As Colinas Amplas são um tipo de relevo de degradação, em planaltos dissecados, em que predominam baixas declividades (até 15%) e amplitudes locais inferiores a 100 metros.

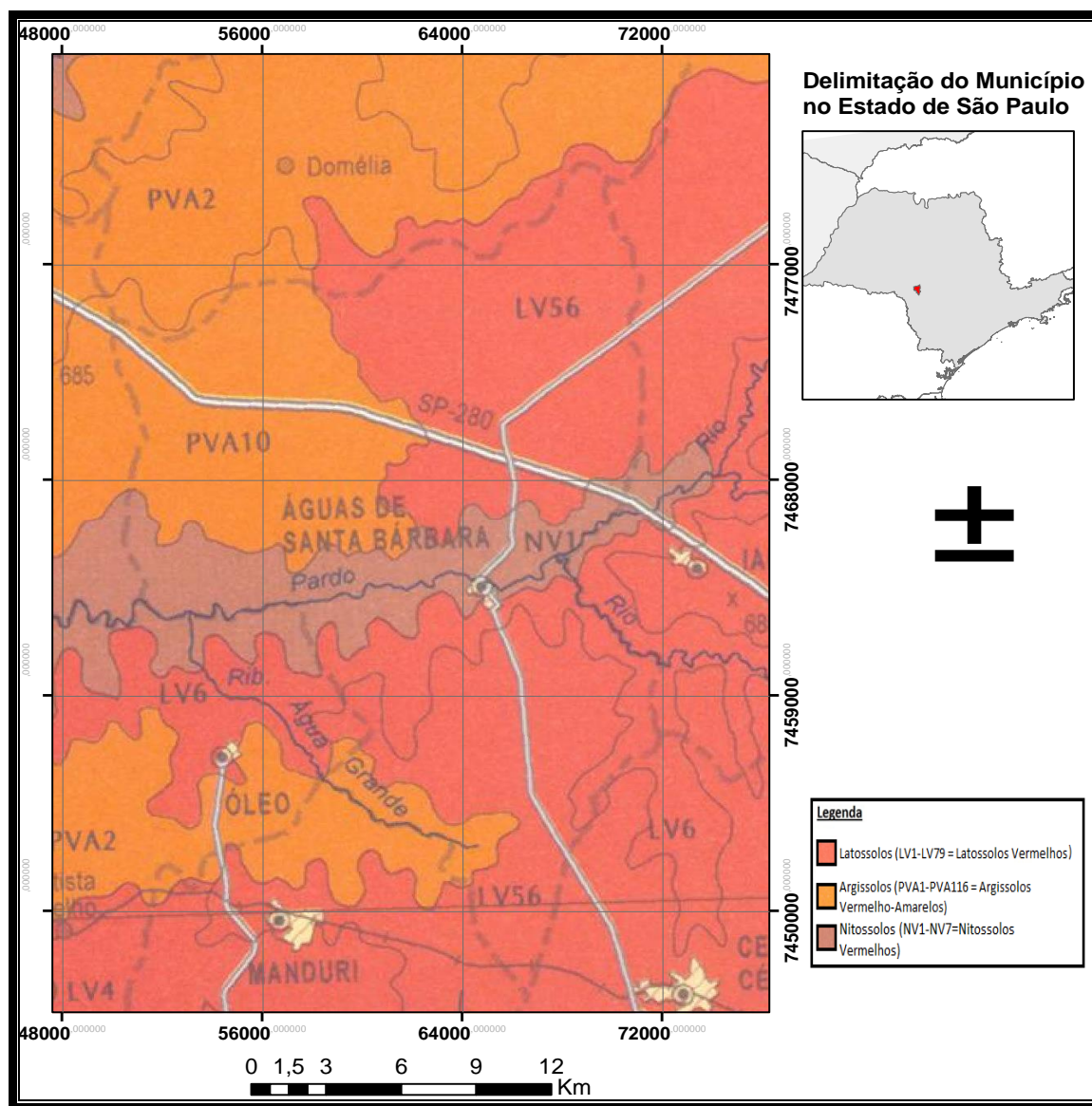
São características dessa unidade interflúvios com área superior a 4km<sup>2</sup>, topos extensos e aplainados, vertentes com perfis retilíneos a convexos. Possuem drenagem de baixa intensidade com padrão sub dendrítico, vales abertos, planícies aluviais interiores restritas, presença eventual de lagoas perenes ou intermitentes.

#### 7.4. Aspectos Pedológicos

Os solos podem ser entendidos como produtos da ação combinada de cinco fatores: o clima, o relevo, os organismos vivos (inclusive o ser humano), o material de origem e o tempo. A ação conjunta desses fatores é responsável pela grande diversidade de solos na paisagem, tornando-se assim importante o reconhecimento por meio de um sistema de classificação.

A classificação é um procedimento indispensável para a execução do levantamento pedológico, que é básico não só para a pesquisa, mas também no manejo agrícola ou não agrícola das terras.

No Mapeamento Pedológico do Estado de São Paulo (Oliveira *et al.*, 1999), os solos do Município de Águas de Santa Bárbara foram identificados e classificados de acordo com o **Quadro 10** e com a **Figura 07**.



**Figura 07:** Mapa Pedológico do Município de Águas de Santa Bárbara e arredores (modificado de Oliveira *et al.*, 1999).

Dentre essas unidades (LV, PVA e NV) ocorrem diversas subdivisões, mas no Município de Águas de Santa Bárbara ocorrem apenas as associações LV-6, LV-56, PVA-2, PVA-10 e NV-1, de acordo com o Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (**Figura 07**), que estão caracterizadas (**Quadro 10**).

**Quadro 10:** Descrição das associações pedológicas que ocorrem no Município de Águas de Santa Bárbara.

Solo Predominante	Associação Pedológica	Descrição
LV	LV-6	Latossolos Vermelhos eutróféricos e distroféricos relevo plano e suave ondulado + Nitossolos Vermelhos eutróféricos relevo suave ondulado e ondulado ambos A moderado e A chernozêmico textura argilosa.
	LV-56	Latossolos Vermelhos distróficos + Latossolos Vermelhos-Amarelos distróficos ambos A moderado textura média relevo plano e suave ondulado.
PVA	PVA-2	Argissolos Vermelhos-Amarelos eutróficos abruptos ou não A moderado textura arenosa/média e média relevo suave ondulado e ondulado.
	PVA-10	Argissolos Vermelhos-Amarelos eutróficos + Argissolos Vermelhos distróficos e eutróficos ambos textura arenosa/média e média relevo suave ondulado + Latossolos Vermelhos distróficos textura média relevo plano todos A moderado.
NV	NV-1	Nitossolos Vermelhos eutróféricos + Latossolos Vermelhos eutróféricos ambos A moderado textura argilosa relevo suave ondulado e ondulado.

Os Latossolos Vermelhos (LV) apresentam cores vermelhas acentuadas (**Figura 07**), devido aos teores mais altos e à natureza dos óxidos de ferro presentes no material originário em ambientes bem drenados, e características de cor, textura e estrutura uniformes em profundidade (EMBRAPA, 1999).

Por serem profundos e porosos ou muito porosos, apresentam condições adequadas para um bom desenvolvimento radicular em profundidade, principalmente se forem eutróficos (de fertilidade alta). No entanto, o potencial nutricional dos solos será bastante reduzido se forem álicos, pois existe a "barreira química" do alumínio que impede o desenvolvimento radicular em profundidade. Se o solo for ácrico, existe também uma "barreira química", mas neste caso, sendo mais relacionados aos baixos valores da soma de bases (especialmente cálcio) do que à saturação por alumínio, que não é alta nos solos ácricos. Além destes aspectos, são solos que, em condições naturais, apresentam baixos níveis de fósforo (EMBRAPA, *op. cit.*).

Os Latossolos Vermelhos podem ser classificados no terceiro nível categórico do SiBCS como demonstrado na **Tabela 01**, onde são relacionadas as características destas classes de solo e as implicações para uso e manejo.



Os Latossolos Vermelho-Amarelos (LVA) são identificados em extensas áreas dispersas em todo o território nacional associados aos relevos, plano, suave ondulado ou ondulado. Ocorrem em ambientes bem drenados, sendo muito profundos e uniformes em características de cor, textura e estrutura em profundidade.

São muito utilizados para agropecuária apresentando limitações de ordem química em profundidade ao desenvolvimento do sistema radicular se forem álicos, distróficos ou ácricos. Em condições naturais, os teores de fósforo são baixos, sendo indicada a adubação fostatada. Outra limitação ao uso desta classe de solo é a baixa quantidade de água disponível às plantas.

Os Latossolos Vermelho-Amarelos podem ser classificados no terceiro nível categórico do SiBCS como demonstrado na **Tabela 01**, onde são relacionadas as características das classes de solo e as implicações para uso e manejo.

**Tabela 01:** Terceiro nível de classificação dos Latossolos Vermelhos.

Terceiro Nível	Características
Perféricos	Altos teores de ferro; baixos teores de nutrientes nos solos indicando a necessidade de adubação e correção da acidez para o uso agrícola.
Acriféricos	Altos teores de ferro; baixos teores de nutrientes nos solos indicando a necessidade de adubação e correção da acidez para o uso agrícola.
Ácricos	Pobreza nutricional, sendo necessário adubação e correção da acidez para o uso agrícola.
Aluminoféricos	Solos de baixa fertilidade; toxidez de alumínio e alto teor de ferro.
Distroféricos	Solos de baixa fertilidade e altos teores de ferro.
Distróficos	Solos de baixa fertilidade.
Eutroféricos	Solos de alta fertilidade e com altos teores de ferro.
Eutróficos	Solos de alta fertilidade.

A classe dos Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA) está presente em todo o território nacional, do Amapá ao Rio Grande do Sul, constituindo a classe de solo das mais extensas no Brasil, ao lado dos Latossolos.

Ocorrem em áreas de relevos mais acidentados e dissecados do que os relevos nas áreas de ocorrência dos Latossolos.

Os Argissolos Vermelho-Amarelos podem ser classificados no terceiro nível categórico do SiBCS como demonstrado na **Tabela 02**, onde são relacionadas as características destas classes de solo e as implicações para uso e manejo.

**Tabela 02:** Terceiro nível de classificação dos Argissolos Vermelho-Amarelos.

Terceiro nível	Características
Alíticos	Solos de baixa fertilidade; Teores muito elevados de alumínio no solo afetando significativamente o desenvolvimento de raízes; atividade de argila igual ou maior do que 20 cmolc/kg de argila.
Alumínicos	Teores muito elevados de alumínio no solo afetando significativamente o desenvolvimento de raízes; atividade de argila menor do que 20 cmolc/kg de argila.
Ta Distróficos	Solos com argila de alta atividade e de baixa fertilidade.
Distróficos	Solos de baixa fertilidade.
Eutróficos	Solos de alta fertilidade.

Nitossolos Vermelhos (NV) possuem cores vermelhas e vermelho-escuras, argilosos e muito argilosos, estrutura em blocos fortemente desenvolvidos, derivados de rochas básicas e ultrabásicas, com diferenciação de horizontes pouco notável. Corresponde ao que se denominava anteriormente de Terra Roxa Estruturada.

Apresentam alto risco de erosão devido aos relevos acidentados a que estes solos estão associados. Abstraindo-se o relevo, são aptos a todos os usos agropastoris e florestais adaptados às condições climáticas.

Ocorrem em extensas áreas encontradas nos planaltos basálticos que se estendem desde São Paulo até o Rio Grande do Sul. Além destas ocorrências principais, podem ser identificados, com certa amplitude espacial, nos estados de Minas Gerais, Goiás, Tocantins, Mato Grosso e Mato grosso do Sul e em pequenas áreas na cidade de Altamira, no Pará.

Os Nitossolos Vermelhos podem ser classificados no terceiro nível categórico do SiBCS como Alíticos, Alumínicos, Distroféricos, Distróficos, Eutroféricos ou

Eutróficos. Na **Tabela 03** são relacionadas as características destas classes de solo e as implicações para uso e manejo.

**Tabela 03:** Terceiro nível de classificação dos Nitossolos Vermelhos.

Terceiro nível	Características
Alíticos	Solos de baixa fertilidade; Teores muito elevados de alumínio no solo afetando significativamente o desenvolvimento de raízes; atividade de argila maior ou igual a 20 cmolc/kg de argila.
Alumínicos	Teores muito elevados de alumínio no solo afetando significativamente o desenvolvimento de raízes; atividade de argila menor do que 20 cmolc/kg de argila.
Distroférricos	Solos de baixa fertilidade e altos teores de ferro nos horizontes superficiais.
Distróficos	Solos de baixa fertilidade.
Eutroférricos	Solos de alta fertilidade e com altos teores de ferro.
Eutróficos	Solos de alta fertilidade.

## 7.5. Mapa Base Digital

Foi elaborada a Base Cartográfica Planialtimétrica e Hidrográfica, do Município de Águas de Santa Bárbara, **Desenho 01 - Anexo II**, deste Relatório, em função das cartas temáticas na escala 1:50.000, que são compostas pelas Folhas Topográficas do IBGE:

- Folha de Santa Barbara do Rio Pardo SF-22-Z-B-IV-4 (IBGE 1973);
- Folha de Óleo SF-22-Z-B-IV-3 (IBGE 1973);
- Folha de Cerqueira Cesar SF-22-Z-D-I-2 (IBGE 1973); e
- Folha de Turvinho SF-22-Y-Z-B-IV-2 (IBGE 1973).

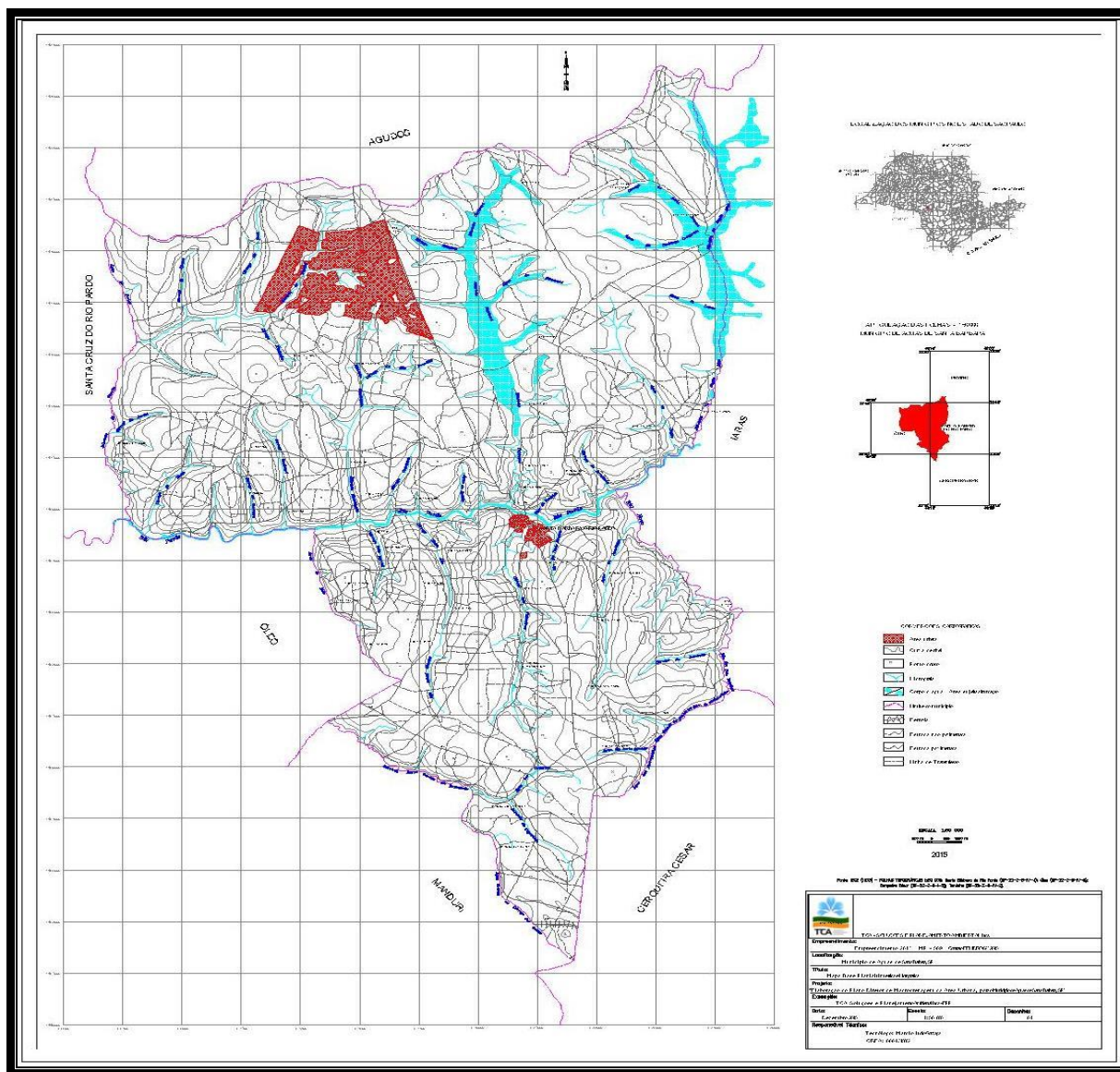
Para elaboração da Base Planialtimétrica, foram utilizados os programas CAD: MicroStation com os módulos IrasB (para o georreferenciamento), IGeovec (para a vetorização), e SIG. Para conversão dos produtos cartográficos impressos em papel, para o formato digital *raster* (ou matricial), foi realizada a escanização, ou

varredura de dados, via scanner monocromático, formato A0, com planejamento dos valores utilizados, com alguns testes para definição dos parâmetros ideais e gravação de cópia de segurança (*back-up*) dos arquivos *raster*.

Para geração da grade, foi utilizada a tecnologia CAD, de grade vetorial, na projeção UTM, para auxiliar no georreferenciamento dos arquivos *raster* gerados, que passam a ter imagens com uma projeção e escala. O controle de qualidade do georreferenciamento verificado obedeceu ao Padrão de Exatidão Cartográfico – PEC, definido nas Normas da Cartografia Nacional.

Na migração para ambiente SIG, onde os dados vetoriais foram convertidos do ambiente CAD para o ambiente SIG, o principal cuidado foi respeitar a projeção original do dado. Foi associação aos dados alfanuméricos aos dados vetoriais e verificado a articulação desses dados na junção das folhas topográficas que abrangem a área de estudo.

A **Figura 08** ilustra esta Base Cartográfica Planialtimétrica e Hidrográfica do Município de Águas de Santa Bárbara.



Fonte: TCA Soluções e Planejamento Ambiental LTDA – EPP, (2015).

**Figura 08:** Mapa Base Planialtimétrico e Hidrográfico do Município de Águas de Santa Bárbara.

## 7.6. Mapa de Declividades

Conforme mencionado anteriormente, um dos principais elementos do meio físico estudado durante o monitoramento em pauta é a capacidade de escoamento das



águas superficiais sobre o terreno. Essa característica é associada diretamente às formas e declividades do relevo, assim foi confeccionado um Mapa de Declividades do Município de Águas de Santa Bárbara, **Desenho 02 - Anexo II**, deste Relatório, abrangendo todo o território da Área de Estudo.

A confecção desse mapa foi possível por meio do desenvolvimento da Base Cartográfica Planialtimétrica e Hidrográfica digital, que foi elaborada a partir da topografia na escala 1:50.000 contida nas Folhas Topográficas do IBGE de Santa Barbara do Rio Pardo, Óleo, Cerqueira Cesar e Turvinho.

A partir desta Base Planialtimétrica digital, com curvas de nível equidistantes de 20 m, os dados do arquivo digital foram exportados para o Sistema de Informação Geográfica – SIG *Arcinfo*, versão para o ambiente *Windows*, onde foi gerado o Modelo Digital de Elevação do Terreno e, posteriormente delimitadas as Classes de Declive que foram assim identificadas conforme apresentado na **Tabela 04** e no **Gráfico 03**.

Definidas as classes de declives a serem individualizadas no estudo, partiu-se para confecção final do Mapa de Declividades, o qual é apresentado em escala 1:50.000, **Desenho 02 - Anexo II**, deste Relatório e ilustrada na **Figura 09**, que apresenta o mesmo em escala reduzida, de modo a facilitar o acompanhamento das caracterizações que se seguem.



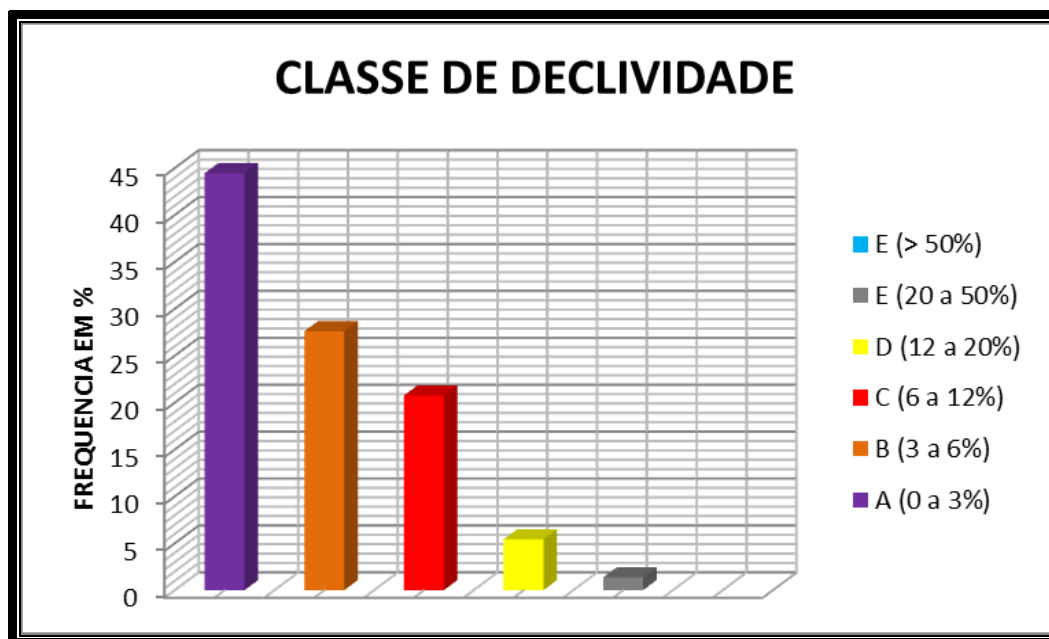
**Figura 09:** Mapa de Declividades do Município de Águas de Santa Bárbara SP.

**Tabela 04:** Área (em km<sup>2</sup> e %) ocupado por cada classe de declividade que predominam nas terras do Município de Águas de Santa Bárbara.

Classe de Declividade	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
<b>A (0 a 3%)</b>	183,19	44,45
<b>B (3 a 6%)</b>	112,72	27,60
<b>C (6 a 12%)</b>	84,79	20,75
<b>D (12 a 20%)</b>	22,11	5,41
<b>E (20 a 50%)</b>	5,66	1,38
<b>Total Município</b>	408,47	100,00

Fonte: TCA Soluções e Planejamento Ambiental LTDA – EPP, (2015).

**Gráfico 03:** Distribuição das Classes de Declividades do Município de Águas de Santa Bárbara SP.



Fonte: TCA Soluções e Planejamento Ambiental LTDA – EPP, (2015).

Essa distribuição sintetizada na **Tabela 04**, onde são apresentadas as frequências de ocorrência em termos de área em quilômetros quadrados e a respectiva porcentagem em relação ao território municipal é detalhada a seguir.

- **Classe A ( [0 a 3%[ ) predomina em 183,19 km<sup>2</sup> (44,45% das terras do Município de Águas de Santa Bárbara)**

Compreende áreas planas ou quase planas, onde o escoamento superficial (deflúvio) é lento ou muito lento. Essa classe não oferece dificuldade ao uso de máquinas agrícolas.

A erosão hídrica não é significativa, exceto em vertentes muito longas e com solos altamente suscetíveis à erosão.

- **Classe B ( ]3 a 6%[ ) predomina em 112,72 km<sup>2</sup> (27,60 % das terras do Município de Águas de Santa Bárbara)**

Os terrenos dessa classe têm declives suaves, onde geralmente o deflúvio é lento ou médio.

Nessa classe o trabalho mecanizado usual é de fácil operação. Geralmente práticas simples de conservação do solo são suficientes (cultivo em nível ou plantio direto), exceto em solos erodíveis (arenosos) com comprimento de rampa muito longo.

- **Classe C ( ]6 a 12%[ ) predomina em 84,79 km<sup>2</sup> (20,75 % das terras do Município de Águas de Santa Bárbara)**

A **classe C** engloba terrenos inclinados em relevo geralmente ondulado. O deflúvio é médio ou rápido. O declive normalmente não prejudica o uso de máquinas agrícolas. Em alguns casos, a erosão hídrica pode ser controlada com práticas simples. Porém, normalmente são necessárias práticas complexas de conservação do solo (terraceamento, plantio direto), para que seja cultivado intensamente.

- **Classe D ( ] 12 a 20%[ ) predomina em 22,11 km<sup>2</sup> (5,41 % das terras do Município de Águas de Santa Bárbara)**

A **classe D** compreende terrenos inclinados em relevo ondulado. Geralmente o escoamento superficial é rápido para a grande maioria dos solos. O uso de

máquinas agrícolas é parcialmente prejudicado. A erosão hídrica compromete o cultivo intenso.

- **Classe E ( ] 20% a 50% ] ) predomina em 5,66 km<sup>2</sup> (1,38 % das terras do Município de Águas de Santa Bárbara)**

A **classe E** constitui terrenos muito inclinados a fortemente inclinados, onde o escoamento superficial é muito rápido. Nessa classe, a grande maioria dos solos, é extremamente suscetível à erosão, e os terrenos devem ser utilizados somente para cultivos perenes, pastagens e, principalmente, reflorestamentos.

A maior parte das máquinas agrícolas pode ser usada, mas com dificuldades. Há sérios impedimentos ao uso, exigindo práticas muito complexas (projetos de drenagem), e devem ser mantidos preferencialmente como áreas de preservação ambiental.

A partir da análise do Mapa de Declividades do Município de Águas de Santa Bárbara é possível notar que as classes de declive estabelecidas durante o estudo apresentam distribuição relativamente equilibrada com exceção da Classe A ( [0 a 3% ] ) que atinge 44,45 %. A variação observada entre as frequências das classes vai de 44,45 % Classe A ( [0 a 3% ] ), 27,60 % Classe B ( ]3 a 6% [ ), 20,75 % Classe C ( ]6 a 12% [ ), 5,41 % Classe D ( ] 12 a 20% ] ) e 1,38 % Classe E ( ] 20% a 50% ] ).

## **7.7. Uso e Ocupação do Solo**

A caracterização do uso e ocupação considera o conhecimento da utilização das terras pelo homem e a presença de vegetação natural, alterada ou não.

A metodologia adotada para a elaboração do Mapa de Uso e Ocupação do Solo consistiu na aquisição, processamento e interpretação visual de imagem, digital ETM+ (Enhanced Thematic Mapper) do satélite Landsat-5 TM, com posterior conferência em campo do mapa elaborado e refinamento das descrições.

Posteriormente, a imagem foi transferida para o programa Spring, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (CÂMARA et al. 1996), juntamente

com a base cartográfica, para a elaboração do Mapa de Uso e Ocupação das Terras do Município de Águas de Santa Bárbara, que é apresentado na escala 1:50.000 no **Desenho 03 - Anexo II**, deste Relatório formato digital e ilustrado na **Figura 10**.

A identificação das categorias de uso e ocupação existentes do Município de Águas de Santa Bárbara foi realizada a partir da interpretação da imagem de satélite e de observações de campo, as quais consistiram na verificação da interpretação preliminar da imagem de satélite na escala 1:50.000, com detalhamento das descrições realizadas.

Cabe ressaltar que a metodologia utilizada, foi adotada por estar completamente condizente com o escopo dos trabalhos propostos, porém há uma limitação no que tange à delimitação fiel das manchas de uso e consequentemente do cálculo preciso da área ocupada por cada uma delas e sua relação estatística com a área total do município.

Para uma delimitação com maiores detalhes, seriam necessários maiores levantamentos de campo com o fechamento georreferenciado de cada tipologia de uso ao longo do Município, atividade esta que não consta do atual escopo e, se desejada futuramente, deverá ser objeto de estudo e contrato específico. Neste contexto, a identificação de cada categoria ou tipologia de uso para fins deste trabalho foi elaborada considerando sua resposta espectral imageada.

Este método utiliza como parâmetros de individualização a tonalidade, a textura fotográfica, o porte da vegetação (presença de sombra lateral) e outros aspectos associados, tais como a presença de carreadores, estrutura e a forma das glebas, limites e outras evidências que fazem convergir para a melhor definição de cada categoria de uso e ocupação.

Porém, entre a época da tomada das imagens e o levantamento de campo podem ter ocorrido mudanças nas categorias de uso e ocupação, principalmente em relação às áreas preparadas para plantio ou em pousio. A escala de mapeamento é compatível com os propósitos do projeto e da resolução da imagem, mas não permite contemplar toda a diversidade existente como pequenas propriedades ou glebas.



Na seqüência dos trabalhos, elaborou-se uma legenda com 07 (sete) categorias de uso e ocupação, as quais são referenciadas às suas respectivas áreas na **Tabela 05**.

A conceituação das categorias de uso e ocupação das terras, apresentadas a seguir, reproduz parcialmente trabalhos anteriores sobre o assunto, como IPT (1987). As definições foram originalmente extraídas de SERRA FILHO et al. (1974) e CHIARINI et al. (1976).

**Tabela 05:** Grupos e categorias de uso e ocupação o solo e suas respectivas áreas.

CATEGORIAS DE USO E OCUPAÇÃO	Área	
	km²	%
Área Urbana	13,92	3,41
Campo Antrópico	306,79	75,11
Corpos D'Água	1,05	0,26
Culturas Temporárias	6,80	1,66
Mata	38,37	9,39
Reflorestamento	41,54	10,16
<b>Total Município</b>	<b>408,47</b>	<b>100,00</b>

Fonte: TCA Soluções e Planejamento Ambiental LTDA – EPP, (2015).



### 7.7.1. Categorias de Uso e Ocupação das Terras

A seguir, são descritas as categorias de uso e ocupação das terras predominantes no Município de Águas de Santa Bárbara, agrupadas segundo o porte da vegetação.

#### **a) Mata**

Nesse grupo estão incluídos a vegetação nativa de porte arbóreo, as capoeiras e as matas ciliares, descritas individualmente a seguir.

Durante a classificação digital da imagem e, posteriormente durante os levantamentos de campo foi observado que no Município de Águas de Santa Bárbara ocorrem inúmeras manchas de vegetação nativa em estágio de regeneração natural, apresentando diversos portes e estágios sucessionais, porém, a todo este tipo de cobertura vegetal, incluindo-se aqui as matas ciliares enquadraram-se na categoria “Mata”, que corresponde ao maior tipo de uso em termos de frequência no município. Como resultado da classificação digital da imagem de satélite, portanto recente, as manchas identificadas como “Mata” representaram 9,39% da área do Município.

Os levantamentos de campo indicaram uma certa variação negativa neste valor devido ao aumento da área coberta por pastagens e culturas, porém, que não pode ser determinada nesta escala de trabalho e não interfere no escopo do contrato firmado, sendo apresentada apenas com caráter informativo.

#### **b) Campo Antrópico**

Abrange as pastagens artificiais ou plantios de forrageiras para pastoreio, em diversos níveis de tecnificação e manejo, além das pastagens de vegetação espontânea que sobrevivem aos desmatamentos, podendo ou não ser melhoradas com espécies de gramíneas exóticas. Por vezes, podem ser caracterizadas como campo antrópico.

A ocorrência desta categoria de uso também se mostrou bastante abrangente no município, podendo ser observada em todos os seus quadrantes associadas aos demais tipos de uso.

Como resultado da classificação digital, as manchas identificadas como “Pastagem” representaram 75,11 % da área do Município.

#### **c) Culturas Temporárias**

Esta categoria de uso das terras corresponde à atividade agrícola no município, correspondendo a 1,66 % da área do Município.

#### **d) Área Urbana**

Esta categoria representa a mancha de ocupação urbana na Bacia. Como resultado da classificação digital, as manchas identificadas como “Área Urbana” representaram 3,41 % da área do Município.

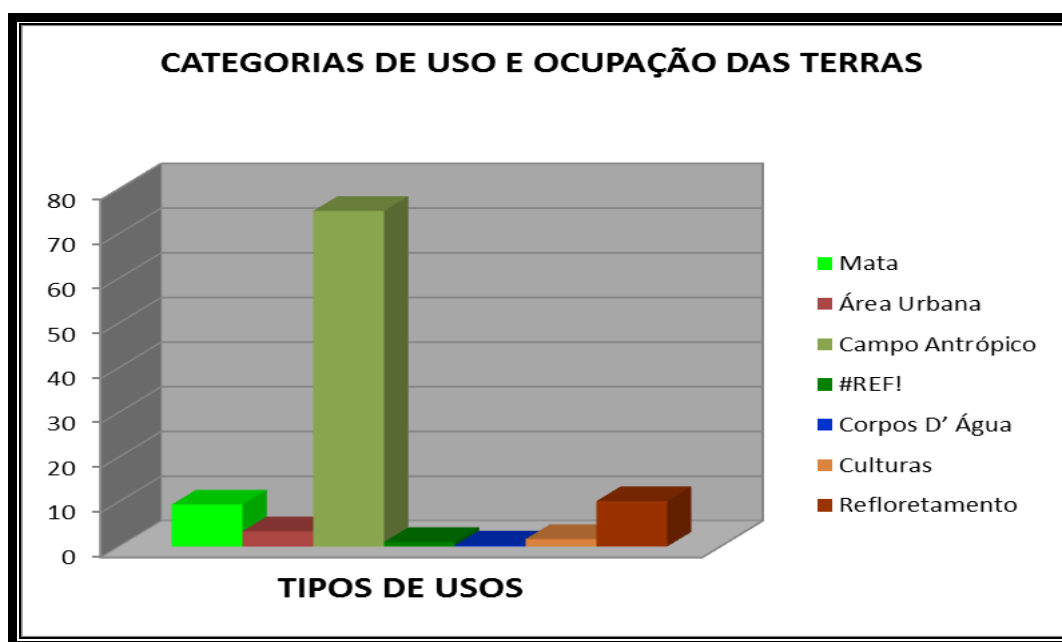
#### **e) Espelho D'água**

Os espelhos d'água observáveis na escala de mapeamento, que representam 0,26 %, são os reservatórios e os cursos d'água de maior ordem.

### **7.7.2. Distribuição das Categorias de Uso e Ocupação das Terras**

O Mapa de Uso e Ocupação das Terras do Município de Águas de Santa Bárbara mostra que todas as categorias de uso podem ocorrer em todos os seus quadrantes geográficos, observando-se o predomínio de áreas da categoria de uso Campo Antrópico que está distribuída em 306,79 km<sup>2</sup>, seguida das áreas de Reflorestamento que ocupam 41,54 km<sup>2</sup>, área Matas que ocupam 38,37 km<sup>2</sup>, Urbana que ocupam 13,92 km<sup>2</sup>, Culturas Temporárias que ocupam 6,80 km, e por ultimo Corpos d'água 1,05 km<sup>2</sup>, conforme pode ser observado a seguir no **Gráfico 06** de barras.

**Gráfico 04:** Distribuições das categorias de uso do Município de Águas de Santa Bárbara SP.



Fonte: TCA Soluções e Planejamento Ambiental LTDA – EPP, (2015).

## 7.8. Mapa das Principais Sub Bacias do Município de Águas de Santa Bárbara

Em cima da Base Cartográfica Planialtimétrica e Hidrográfica, foi elaborado o Mapa das Principais Sub Bacias Hidrográficas do Município de Águas de Santa Bárbara, que estão apresentadas no **Desenho 04 - Anexo II**, deste Relatório, **Figura 11**, para avaliação da disponibilidade hídrica.





### 7.8.1. Recursos Hídricos Superficiais no Município de Águas de Santa Bárbara

Devido a pouca disponibilidade de informações hidrológicas para a região, utilizaram-se os dados de “Regionalização hidrológica do Estado de São Paulo”,



definidos pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE (1994), a fim de avaliar a Potencialidade dos Recursos Hídricos Superficiais do Município de Águas de Santa Bárbara.

O estudo do DAEE baseou-se em totais anuais precipitados de 444 postos pluviométricos (para a elaboração da carta de isoietas médias anuais do Estado), nas séries de descargas mensais observadas em 219 estações fluviométricas e nas séries históricas de vazões diárias de 88 postos fluviométricos.

A análise conjunta dos parâmetros estudados para a obtenção dessas variáveis hidrológicas possibilitou identificar 21 regiões hidrológicamente homogêneas no Estado de São Paulo. Assim, devido à posição geográfica no Estado, a Bacia do Município de Águas de Santa Bárbara enquadra-se na Região Hidrológica “J”.

Por meio desse estudo pode-se estimar a:

- Vazão média de longo período;
- Vazão mínima de duração variável, associada à probabilidade de ocorrência;
- Curva de permanência de vazões;
- Volume armazenado intra-anual necessário para atender a uma dada demanda, sujeito a um risco conhecido; e
- Vazão mínima de sete dias associada à probabilidade de ocorrência.

A vazão média plurianual é o resultado da multiplicação da vazão específica média plurianual pela respectiva área da bacia de contribuição, ou seja:

$$q_m = Q_{esp} * A$$

Onde:

$q_m$ : é a vazão média de plurianual (l/s);

$Q_{esp}$ : a vazão específica média plurianual (l/s/km<sup>2</sup>); e

A: a área de contribuição da bacia hidrográfica (km<sup>2</sup>).

A vazão específica ( $Q_{esp}$ ) é o obtido pela da equação:

$$Q_{esp} = a + b \cdot P_{média}$$

Onde:

$P_{média}$ : é a precipitação média de uma série histórica (mm) de **1.434,37 mm**;

a e b: parâmetros da relação linear entre a vazão específica e o total anual médio precipitado na bacia hidrográfica.

Para a Região **J**, **a** e **b** valem -29,47 e 0,315, respectivamente.

A vazão mínima de sete dias de duração, associada à probabilidade de ocorrência de 10 anos ( $Q_{7,10}$ ), é a solicitação mais frequente sobre vazões mínimas. Essa vazão é utilizada com muita assiduidade como indicador da disponibilidade hídrica natural em um curso de água, e é obtida pela seguinte equação:

$$Q_{7,10} = C_{7,m} \cdot X_{10} \cdot (A + B) \cdot q_m$$

Onde:

$C_{7,m}$ : é a relação entre a média das vazões mínimas anuais de sete dias consecutivos e a média das vazões mínimas anuais de um mês;

$X_{10}$ : fator relativo à probabilidade de sucesso para um período de dez anos;

A e B: parâmetros da reta de regressão.

Conforme a localização do município de Águas de Santa Bárbara no Estado de São Paulo, os valores de  $X_{10}$ , **A** e **B**, correspondem a **0,708**, **0,4741** e **0,0342**, respectivamente.

Para o cálculo da vazão mínima de “d” meses de duração associada à uma probabilidade de ocorrência (1/T), utiliza-se a equação:

$$Q_{d,T} = X_T \cdot (A + B) \cdot q_m,$$

vez que os parâmetros  $X_T$ , **A** e **B** são conhecidos para todo o Estado de São Paulo. Para aplicar os dados da “Regionalização Hidrológica do Estado de São Paulo” na avaliação da disponibilidade hídrica superficial do Município de Águas de Santa Bárbara, foram utilizadas as 12 sub-bacias, que estão apresentadas no **Desenho 04 - Anexo III**, deste Relatório.

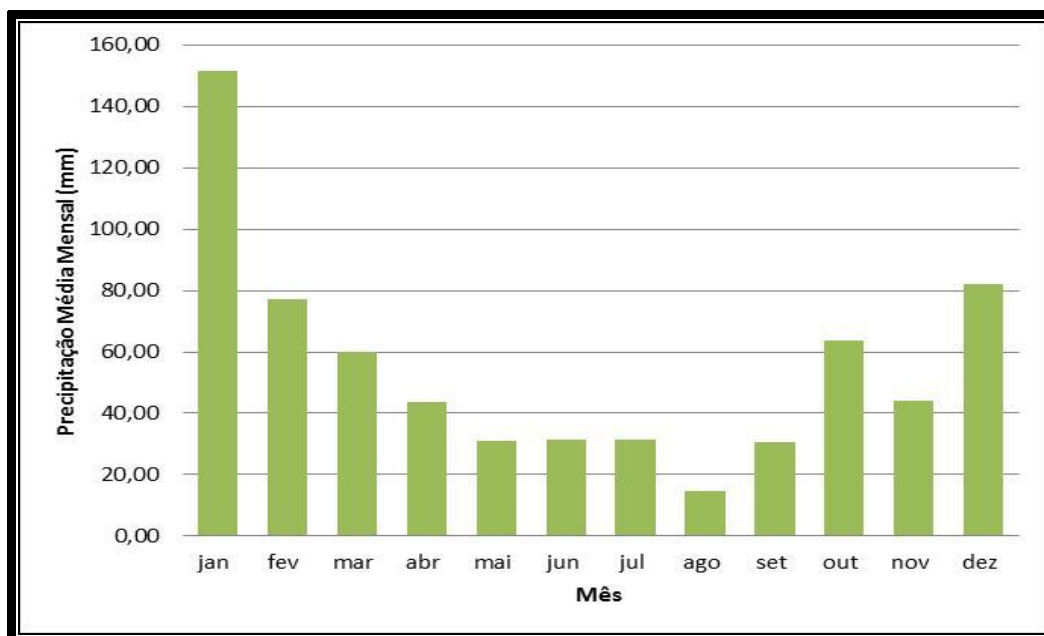
No **Anexo I** deste Relatório apresentamos os resultados obtidos para as sub bacias componentes deste estudo.

### 7.9. Aspectos Climáticos e Hidrológicos

Segundo o Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura – CEPAGRI ([www.cpa.unicamp.br](http://www.cpa.unicamp.br)), o clima da região é caracterizado por temperatura média anual de 20,30°C, oscilando entre mínima média de 14,10°C e máxima média de 26,50°C. A precipitação média anual é de 1.356,20 mm.

O **Gráfico 05** a seguir possibilita uma análise temporal das características das chuvas, apresentando a distribuição das mesmas ao longo do ano, bem como os períodos de maior e menor ocorrência.

**Gráfico 05:** Precipitação média mensal no período de 2004 a 2014 – Posto Avaré.



Fonte: Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas – CIIAGRO, (2015). Notas: Dados de 01/2004 até 03/2014.

As inúmeras equações de chuvas existentes por toda a parte são exemplos de sua importância e do interesse pelo seu conhecimento por engenheiros, tentando equacionar o fenômeno precipitação, sendo ferramenta indispensável para os projetos de obras hidráulicas de diversos fins, mas, principalmente, para a drenagem urbana. Porém, para sua determinação há a necessidade de séries de dados pluviográficos de boa qualidade e extensão.

No Brasil, os dados pluviográficos são mais raros que os pluviométricos e também mais difíceis de medir, pois a maioria dos registros ainda se encontra armazenada nas prateleiras dos órgãos responsáveis pela medição esperando alguém que faça a leitura dos pluviogramas.

Aparelhos mais modernos com *data loggers* ainda são novidades no Brasil, e, em sua maioria, possuem séries curtas de leituras, inferiores a 15 anos de extensão. Este tipo de problema dificulta a elaboração de novas equações de chuvas e/ou atualização das já existentes. Por esses motivos, entre outros, muitos estudos já

foram realizados com o intuito de determinar as relações entre chuvas de diferentes durações, que poderiam utilizar os dados pluviométricos em substituição aos dados pluviográficos, suprindo-se, desta forma, a carência das leituras dos pluviogramas. Entre os trabalhos que consideram uma relação entre as precipitações diárias com precipitações de menores durações destacam-se os trabalhos de HERSFIELD (1961), BELL (1969), UEHARA et al. (1980), CHEN (1983), CETESB (1986), HERNANDEZ (1991), GENOVEZ et al. (1994), etc.

Um exemplo dessas relações encontra-se no estudo publicado por CETESB (1986). Esse estudo foi baseado na publicação do DNOS de 1957, intitulado “Chuvas Intensas no Brasil” em que foi aplicada a metodologia descrita pelo U. S. Weather Bureau, obtendo as relações apresentadas na **Tabela 06**, obtidas a partir de informações pluviométricas.

E mais recentemente um estudo realizado por Martinez Júnior e Magni, estudo realizado no Convênio entre o DAEE-SP e a USP (1999), revisaram algumas e apresentaram novas equações, totalizando 30 equações de chuvas no estado de São Paulo.

A grande crítica atribuída aos valores desses coeficientes apresentados pela CETESB (1986) é devido a que os valores representam uma média nacional. O Brasil é um País com dimensões continentais e com diferentes climas, com distintos processos físicos que provocam as chuvas.

Neste contexto, as chuvas das diferentes regiões brasileiras possuem características distintas, que vão desde a umidade, às diferentes altitudes, o que provocam diferentes mecanismos de desencadeiam as precipitações intensas. Desta forma, coeficientes regionais são mais aceitos que os nacionais, por respeitarem as características regionais.

**Tabela 06:** Relação entre as alturas pluviométricas – valores médio obtidos do estudo de DNOS.

Relação entre alturas pluviométricas	VALORES			
	Obtidos do estudo do DNOS (médios)	Adotados pelo U. S. Weather Bureau	Adotados em Denver	Genovez et al. (1994)
(01) 05 min/30 min	0.34	0.37	0.42	
(02) 10 min/30 min	0.54	0.57	0.63	0.49
(03) 15 min/30 min	0.70	0.72	0.75	
(04) 20 min/30 min	0.81		0.84	
(05) 25 min/30 min	0.91		0.92	
(06) 30 min/1 hora	0.74	0.79		0.78
(07) 01 h/24 horas	0.42			0.50
(08) 06 h/24 horas	0.72			0.80
(09) 08 h/24 horas	0.78			
(10) 10 h/24 horas	0.82			
(11) 12 h/24 horas	0.85			0.89

OBS: (a) valor obtido nos EUA para T = 2 anos

Como as precipitações podem ser geradas por diferentes fenômenos, além de sofrerem influências da topografia, clima e localização geográfica, as séries históricas pluviométricas no estado de São Paulo são, geralmente, compostas de diferentes populações. Esta mistura de fenômenos é tanto mais pronunciada quanto maior for a duração da chuva (ZUFFO, 1993). Para cada faixa de duração das precipitações existe um tipo de chuva predominante. As precipitações intensas de curta duração, em geral de até duas horas de duração, são mais homogêneas que as de durações maiores, pois, nessa faixa de até 2 horas, os fenômenos mais expressivos são predominantemente de precipitações convectivas. Isso proporciona uma acentuação das inter-relações entre as precipitações de diferentes durações, nessa faixa de duração, possibilitando seu equacionamento, como salientado em GENOVEZ e ZUFFO (2000).

Observa-se que dados pluviométricos de 1 dia de duração são em geral inferiores aos dados pluviográficos de 24 horas, para aparelhos instalados na mesma estação meteorológica. SHERMAN (sdt) estudando registros de pluviômetros e pluviógrafos na cidade de Boston (USA), para o período de 1902 a 1926, observou que as precipitações adotadas como a de 1 dia não correspondia a uma de 24 horas de



duração. O mais importante, entretanto, é que as relações médias entre os registros pluviométricos e pluviográficos, que obteve para as durações pluviométricas, assumidas como sendo de 1 a 6 dias, não foram iguais às correspondentes pluviográficas. Em geral as durações reais das chuvas diárias atribuídas pelos pluviômetros eram, em média, de 25 a 45% inferiores às de registro.

Como a duração de uma precipitação é um fenômeno aleatório, pode suceder em qualquer intervalo de tempo e, portanto, a frequência e o número desses intervalos móveis podem ser investigados por meio de considerações probabilísticas. Desta forma, WEISS (1964), utilizando uma análise teórica probabilística, determinou as relações entre precipitações médias, obtidas de intervalos móveis e as precipitações médias obtidas de intervalos fixos observáveis. Obteve um fator de conversão de chuva diária para chuva de 24 horas igual a:

$$f = 1,143$$

Um estudo realizado pelo Instituto Astronômico e Geofísico da USP procurou estabelecer uma relação entre a precipitação de 1 dia e 24 horas. Foram analisadas séries anuais que contemplaram o período de 1928 a 1965, obtidas dos dois postos pluviométricos e pluviográficos observados, simultaneamente em São Paulo. Observou-se que as alturas pluviométricas de 24 horas e 1 dia guardam uma relação média de 14%, independente do período de retorno e praticamente coincidente com o valor adotado pelo U. S. Weather Bureau que corresponde a 1,13 (CETESB, 1986). Ambos os trabalhos obtiveram as relações empiricamente e chegaram, praticamente, ao mesmo valor do trabalho teórico de WEISS (1964).

ZUFFO et al. (1994) para poderem aplicar o método GRADEX a duas bacias rurais de pequena área no estado de São Paulo, que possuíam tempos de concentrações inferiores a 1 dia, e como não dispunham de dados pluviográficos, utilizaram o **fator de conversão** da chuva diária para chuva de 24 horas proposta por WEISS (1964). Desta forma, estatisticamente, converteram as chuvas de 1 dia em chuvas de 24

horas de duração, que tecnicamente são diferentes. Com as precipitações “convertidas” aplicaram os coeficientes de fragmentação de chuvas de 24h em chuvas de menores durações, conforme utilizaram os valores apresentados pela CETESB (1986) baseados nos estudos do DNOS (1957). Com esse procedimento, conseguiram vencer a carência de informações pluviográficas e obtiveram bons resultados.

É preciso salientar que os estudos do DNOS (1957) utilizados pela CETESB (1986) para a determinação das relações entre chuvas de 24 h com chuvas de menores durações além de serem muito antigos também representam 102 postos pluviográficos de todo o Brasil, que é um País de dimensões continentais. Isso implica que as precipitações das diferentes regiões brasileiras podem ser provocadas por mecanismos, predominantemente, diferentes das demais regiões. No Sudeste brasileiro as principais precipitações são provocadas pelas chuvas frontais, e convectivas, diferentemente do litoral do Sudeste que é predominantemente orográfica e convectiva, o que faz com que o litoral de São Paulo seja uma das regiões de maior índice pluviométrico do País.

Essas relações não substituem os dados pluviográficos, indicam apenas uma relação aproximada entre durações de precipitação. Essas relações não substituem os dados pluviográficos, indicam apenas uma relação aproximada entre durações de precipitação. E por ser uma relação média será tanto mais representativa quando mais fiel for à região a que serão utilizadas. Assim sendo, essas relações deveriam ser determinadas para regiões menores e que possuíssem uma homogeneidade hidrológica. Por exemplo, o litoral paulista representaria uma região homogênea cuja precipitação predominante é a orográfica. Desta forma, seus coeficientes médios que relacionariam chuvas de 24h com chuvas de menores durações seriam válidos somente para o litoral paulista, não podendo ser extrapolados para as chuvas do sertão nordestino brasileiro que apresenta uma das menores taxas pluviométricas do Brasil.

### 7.9.1. Equação de Chuvas Intensas a ser Utilizada em Águas de Santa Barbará

O Município de Águas de Santa Barbará não possui equação de chuvas intensas desenvolvida. Para a utilização de parâmetros locais de chuvas intensas, foi necessário um estudo hidrológico regional.

Para a caracterização da região hidrológica em estudo, inseriu-se a cidade no Mapa de Regionalização Hidrológica, publicado pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE. Para a região em estudo, pode-se considerar comportamento semelhante às observadas nos regimes de chuvas intensas para a cidade de Piraju. Desta forma, para o cálculo das intensidades de precipitações pluviométricas foram utilizadas as equações propostas pelos engenheiros Francisco Martinez Júnior e Néelson Luiz Goi Magni, apresentadas na publicação “Equações de Chuvas Intensas do Estado de São Paulo, Edição Revisada Out/1999 – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - USP” para a cidade de Piraju por se tratar de localidades com clima e regime pluviométrico semelhantes, conforme segue:

- **Relação Intensidade – Duração – período de retorno para a cidade de Piraju:**

Nome da estação: Jurumirim – E6-006M

Coordenadas geográficas: Lat. 23°13’S; Long. 49°14’W

Altitude: 571 m

Período de dados utilizados: 1972-82; 1984-97 (25 anos)

$$i_{t,T} = 37,3614 (t+30)^{-0,8660} + 10,0167 (t+60)^{-0,8427} \cdot [-0,4766 - 0,8977 \ln \ln(T/T-1)]$$

*Nota: Equação apresentada em formato de aplicação no software Excel.- Condição:  $10 \leq t \leq 1440$*

Onde:

i: intensidade da chuva, correspondente à duração t e período de retorno T, em mm/min;

t: duração da chuva em minutos; e

T: período de retorno em anos.

**Nota:** Será adotado para este projeto que o tempo de duração da chuva é igual ao tempo de concentração da bacia contribuinte.

### 7.9.2. Balanço Hídrico Climático

Este item tem como objetivo apresentar o cálculo do balanço de radiação da superfície e o cálculo da evaporação e evapotranspiração média mensal pelos métodos de Penman, Tanque Classe A e Thornthwaite-Camargo a partir de dados fornecidos da estação meteorológica de Manduri, operada pelo Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas – CIIAGRO, que foi criado com a finalidade de operacionalizar e disponibilizar informações climáticas com base nos parâmetros agrometeorológicos e previsão do tempo.

Para este estudo foram utilizados os softwares World e Excel da Microsoft, AutoCAD R-14 da Autodesk e o SH-2.0 do GPRH-UFV.

#### 7.9.2.1. Descrição Sumária

As condições climáticas influenciam praticamente todas as atividades humanas. Na agricultura, pode-se avaliar a necessidade de irrigação e a melhor época de semeadura, conhecendo-se o clima da região. O clima também afeta a formação e a dinâmica dos diferentes ecossistemas, sendo uma ferramenta importante para o estudo, o planejamento e a gestão ambiental. Particularmente aos hidrólogos e hidráulicos é de suma importância conhecer a perda d'água em rios, canais e reservatórios desde os estudos preliminares, de viabilidade até o projeto executivo de dimensionamento de reservatórios.

O processo pelo qual a água líquida passa para o estado de vapor em condições naturais é chamado *evaporação*. A *transpiração* é o processo de perda d'água para atmosfera na forma de vapor, decorrente das ações físicas e fisiológicas dos vegetais. Ambas são componentes naturais do ciclo hidrológico pelas quais a água precipitada pela chuva e pela neve, retorna a atmosfera.

As condições básicas para a ocorrência do mecanismo são:

- Existência de uma fonte de energia que pode ser de radiação solar (principal fonte), calor sensível da atmosfera ou da superfície evaporante; e
- Existência de uma diferença de pressão de saturação do vapor a temperatura da superfície e a pressão de vapor do ar.

Os fatores que podem influenciar meteorologicamente no sistema são, em ordem de importância: temperatura de superfície, umidade do ar, vento, pressão atmosférica além das influências inerentes a superfície evaporante, a saber: tamanho da superfície evaporante, estado da área vizinha, salinidade da água, umidade do solo, composição e textura do solo, etc.

O conjunto evaporação do solo mais a transpiração das plantas é chamado de *evapotranspiração*. A perda d'água observada por evaporação e transpiração de uma superfície natural que esteja totalmente coberta e que o teor de umidade esteja próximo à capacidade de campo é chamada de evapotranspiração potencial e essa mesma perda d'água nas condições reinantes (atmosféricas e umidade do solo) é chamada de evapotranspiração real.

A Terra recebe no topo da atmosfera um fluxo de energia proveniente do sol (radiação solar). Este processo apresenta grande regularidade, dependente exclusivamente da latitude do local em estudo, da distância Sol-Terra e do período do ano que se estuda. O balanço de radiação é a contabilização entre o recebimento e a devolução de radiação por esta superfície. A **Figura 12** mostra de forma simplificada como acontece o balanço de radiação.

Radiação solar absorvida é a contabilização entre o recebimento e a devolução de radiação solar, sendo assim chamado de balanço de radiação de ondas curtas ( $Q_{oc}$ ), representada pela equação 1:

$$Q_{oc} = Q_g - Q_r \quad (1)$$

Onde:

$Q_{oc}$  é o balanço de radiação de ondas curtas, em cal/cm<sup>2</sup>\*dia;

$Q_g$  é a radiação solar global, em cal/cm<sup>2</sup>\*dia;

$Q_r$  é a radiação solar refletida, em cal/cm<sup>2</sup>\*dia.

A contabilização entre a contraradiação e a radiação terrestre, é conhecida como a emissão ou irradiação efetiva terrestre e representa o balanço de radiação de ondas longas ( $Q_{ol}$ ):

$$Q_{ol} = Q_{cr} - Q_s \quad (2)$$

Onde:

$Q_{ol}$  é o balanço de radiação de ondas longas em cal/cm<sup>2</sup>\*dia;

$Q_{cr}$  é a contraradiação terrestre, em cal/cm<sup>2</sup>\*dia

$Q_s$  é a radiação terrestre, em cal/cm<sup>2</sup>\*dia.

A soma dos balanços de radiação de ondas curtas e longas é denominada balanço de radiação ( $Q$ ) e mensura o total de radiação que é absorvido pela superfície terrestre e que será usado na geração dos fenômenos meteorológicos.

$$Q = Q_{oc} + Q_{ol} \quad (3)$$



O balanço de radiação e suas componentes podem ser estimados a partir de outras variáveis meteorológicas. Angstrom propôs a seguinte equação que estima a radiação solar, a partir da insolação diária:

$$Q_g = Q_o * \left( a + \frac{b * n}{N} \right) \quad (4)$$

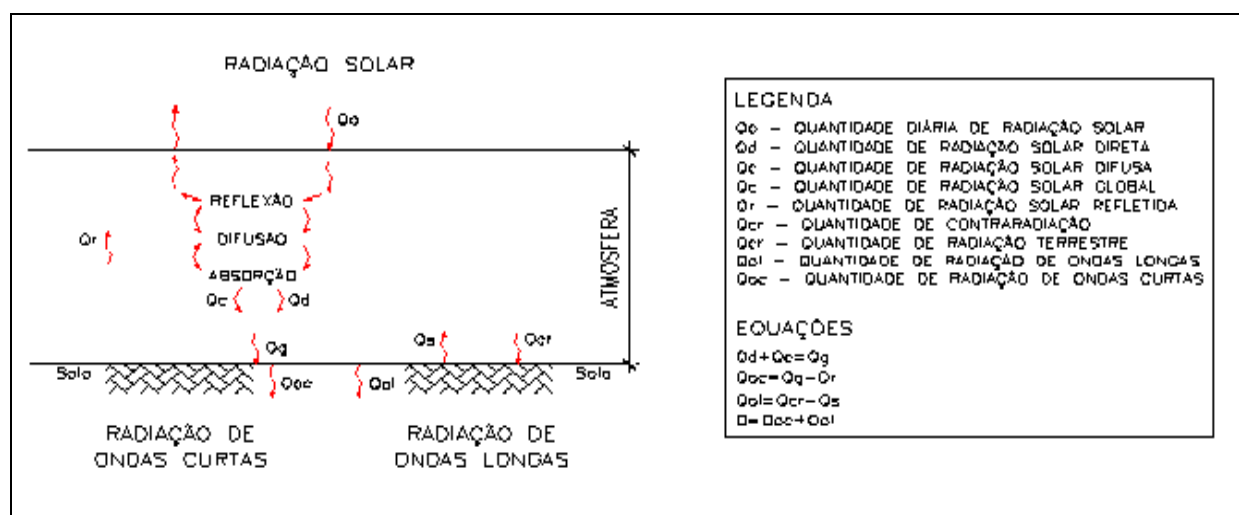
Onde:

$Q_o$  é a radiação solar em uma superfície horizontal no topo da atmosfera, em  $\text{cal/cm}^2 \cdot \text{dia}$ ;

$n$  é a insolação diária, em hs;

$N$  é número diário possível de horas de brilho do sol; e

$a$  e  $b$  são constantes de Angstrom, determinadas para algumas localidades.



**Figura 12:** Balanço de Radiação Solar.

A estimativa da radiação solar refletida é realizada utilizando uma fração constante da radiação solar global.

$$Q_r = r \cdot Q_g \quad (5)$$

Onde:

$r$  é poder refletor da superfície (albedo).

A radiação absorvida pode ser também obtida pela equação a seguir:

$$Q_{oc} = (1-r) \cdot Q_g \quad (6)$$

Da mesma forma a equação abaixo fornece a estimativa da radiação terrestre diária:

$$Q_s = 1440 \cdot \sigma \cdot T_a^4 \quad (7)$$

Onde:

1440 é a transformação de unidades;

$\sigma$  é constante de Stefan-Boltzmann ( $0,827 \cdot 10^{-10}$ ), em  $\text{cal/cm}^2 \cdot \text{min} \cdot ^\circ\text{K}^4$

$T_a$  é a temperatura média do ar.

O balanço de radiação de ondas longas é estimado pela equação abaixo:

$$Q_{ol} = 1440 \cdot \sigma \cdot T_a^4 \cdot (0,09\sqrt{e} - 0,56) \cdot \left( 0,1 + 0,9 \cdot \frac{n}{N} \right) \quad (8)$$

Onde:

“ $e$ ” é tensão atual média diária de vapor d’água na atmosfera, em mmHg.

Quando não dispomos dos dados de “e”, obtemos através da equação a seguir:

$$e = \frac{es * f}{100} \quad (9)$$

Onde:

es é a tensão de saturação, em mmHg;

f é valor da umidade relativa do ar na região, em %.

### 7.9.3. Cálculo do Balanço Hídrico

#### 7.9.3.1. Balanço de Radiação de Ondas Curtas

Para a estimativa do balanço de radiação de ondas curtas utilizando a equação (4).

Para a obtenção da estimativa da radiação  $Q_o$ , utilizamos a tabela de radiação solar diária em uma superfície horizontal no topo da atmosfera (em  $\text{cal/cm}^2 \cdot \text{dia}$ ) e interpolamos o valor referente a Longitude do posto em estudo ( $22^\circ 54' \text{ S}$ ).

O Número possível de horas de brilho de sol no 15º dia do mês fornece o valor de N para cada mês, interpolando o valor correspondente à Latitude do posto.

Com base na tabela do número de horas de insolação mensal, obtem-se o número de horas de insolação diária (dividindo valor mensal pelo número de dias do mês interessado), e utilizando a equação (4) podemos calcular  $Q_g$ .

Utilizando os valores tabelados de albedo de algumas superfícies, podemos obter “r” que é o poder refletor da superfície (albedo).

O cálculo da radiação solar absorvida ( $Q_{oc}$ ) é obtido a partir da equação (6).

### **7.9.3.2. Balanço de Radiação de Ondas Longas**

Para a estimativa do balanço de radiação de ondas longas serão utilizadas as equações (7), (8) e (9), os parâmetros locais além dos valores já calculados de  $n$  e  $N$  e a constante de Stefan-Boltzmann.

Utilizando os valores tabelados de emissão diária de radiação de um corpo negro em função da temperatura; entrando com o dado da temperatura média do ar obtemos o valor de  $Q_s$ :

Para a obtenção da emissão efetiva terrestre ( $Q_{ol}$ ) utilizamos primeiramente os dados da tensão de saturação do vapor d'água no ar (mmHg).

Utilizando a equação (9), calculamos "e" (tensão atual média diária de vapor d'água, em mmHg).

Podemos agora calcular a emissão efetiva terrestre ( $Q_{ol}$ ) através da equação (8).

O cálculo da contraradiação ( $Q_{cr}$ ) é obtido através da equação (2).

Finaliza-se o balanço de radiação de ondas longas utilizando a equação (3).

### **7.9.4. Cálculo da Estimativa da Evaporação**

Existem muitos estudos visando à determinação da taxa de evaporação de uma superfície líquida ou sólida. A evaporação não considera as variações de armazenamento de energia no sistema, reflete exclusivamente a disponibilidade energética da atmosfera em promover a evaporação.

#### **7.9.4.1. Método de Penman**

Com o objetivo de se obter melhor aproximação para a evaporação, Penman propôs um método que combina os efeitos de balanço de energia e aerodinâmico. Penman também propôs que o fluxo de calor no solo pode ser desprezado, face aos demais termos, quando aplicados para períodos de um dia ou mais.

A expressão proposta pro Penman é a seguinte:

$$E_p = \frac{1}{59} \cdot \frac{\frac{\Delta}{\gamma} \cdot Q + E_a}{\frac{\Delta}{\gamma} + 1} \quad (10)$$

Onde:

$E_p$  é a evaporação potencial diária, em mm/dia;

$\Delta$  é a tangente á curva de pressão de saturação do vapor;

$\gamma$  é a constante psicométrica;

$E_a$  é o poder evaporante diário do ar, em cal/cm<sup>2</sup>\*dia; e

1/59 transformação de energia na altura equivalente de água evaporada.

O poder evaporante do ar à sombra ( $E_a$ ) segundo Penman é expresso por:

$$E_a = 20,65 \cdot \left( K + \frac{U_2}{160} \right) \cdot (e_s - e) \quad (11)$$

Onde:

$K$  é o fator de rugosidade da superfície

$U_2$  é a velocidade do vento percorrido diário a 2,00 m de altura, em km/dia.

O valor da velocidade do vento está em função da altura em que foi feita a medição.

Para converter a velocidade  $U_2$  para a altura desejada utilizamos a equação abaixo:

$$\frac{U_2}{U_1} = \left( \frac{Z_2}{Z_1} \right)^{1/7}, \quad (12)$$

Onde:

$U_1$  velocidade do vento na altura medida, em km/dia; e

$Z_1$  e  $Z_2$  alturas de medição da velocidade do vento, em m.

Utilizando os valores de  $\Delta/y$  em função da temperatura do ar em °C, temos:

$$23^\circ \rightarrow 2,6$$

$$24^\circ \rightarrow 2,6$$

Portanto, não havendo necessidade de interpolação,  $\Delta/y=2,60^\circ\text{C}$

É necessário recalcular o valor do balanço de radiação (Q), utilizando os valores tabelados de albedo de algumas superfícies, tendo como superfície a água ( $r=5\%$ ).

Podemos assim calcular, utilizando as equações (11) e (10) respectivamente, o poder evaporante do ar à sombra ( $E_a$ ) e a evaporação potencial diária  $E_p$ .

#### 7.9.4.2. Método do Tanque Classe A

Um dos evaporímetros mais difundidos no mundo, e principalmente mais usado na rede de estações meteorológicas do Brasil é o tanque classe A.

Através da medida de evaporação no tanque classe A pode-se estimar a evaporação potencial na superfície desejada, através da equação a seguir:

$$E_p = m \cdot E_{tca} \quad (13)$$

Onde:

$E_p$  é a evaporação potencial, em mm/dia;

$M$  é o fator mensal de proporcionalidade;

$E_{tca}$  é a evaporação do tanque classe A.

Utilizando os fatores mensais de conversão da evaporação medida no tanque classe A em evaporação potencial, para o estado de São Paulo.

Utilizando os dados referentes ao posto meteorológico de Mandurí, obtemos a evaporação mensal.



Aplicando a equação (13) pode-se estimar a evaporação potencial na superfície desejada.

Para se estimar a evaporação de um reservatório na região de estudo a partir da evaporação potencial ( $E_p$ ) utilizamos a equação:

$$E_l = \eta * E_p \quad (14)$$

Onde:

$\eta$  é o fator mensal de conversão da evaporação potencial em evaporação de um lago.

Com os fatores mensais de conversão da evaporação potencial em evaporação do tanque classe A, determina-se o valor de  $\eta$  para cada mês.

#### 7.9.5. Cálculo da Estimativa da Evapotranspiração

Informações confiáveis sobre evapotranspiração real (ETR) são escassas e de difícil obtenção. Já a evapotranspiração potencial (ETP), pode ser obtida através de modelos baseados em leis físicas e relações empíricas de forma rápida e suficientemente precisas. Várias teorias relacionam ETR e ETP. Serão apresentados os métodos de Penman, de Thornthwaite-Camargo e do tanque classe A.

##### 7.9.5.1. Método de Penman

É o método analítico mais utilizado e envolve o cálculo do balanço de radiação e do transporte vertical turbulento do vapor d'água.

Tomando-se o valor obtido pela equação (3) do balanço de radiação e adotando o fator de rugosidade da superfície  $K=1$  e aplicando-se a equação (11), e a equação (10) obtém a evapotranspiração potencial.

#### 7.9.5.2. Método de Thornthwaite-Camargo

Thornthwaite correlacionou dado de evapotranspiração potencial, medida em evaporímetros com dados de temperatura média mensal e comprimento do dia.

A equação desenvolvida por Thornthwaite é bastante complexa para uso prático, mas pode ser facilmente aplicada com o auxílio do monograma adaptado por Camargo. Como a temperatura do ar é um elemento medido em postos meteorológicos com bastante precisão, Camargo substituiu o índice de calor pela temperatura média anual, construindo um monograma com:

- Temperatura média anual, em °C
- Temperatura média mensal, em °C

A relação empírica fica da seguinte forma:

$$ETP = p \cdot ETN \quad (15)$$

Onde:

ETP é a evapotranspiração potencial mensal, em mm/mês;

p é o fator de ajustamento da ETP determinada pelo monograma; e

ETN é a evapotranspiração mensal determinada pelo monograma, em mm/mês.

Partindo-se dos valores dos fatores de ajustamento da evapotranspiração potencial mensal obtida pelo monograma de Thornthwaite-Camargo, para cada mês, temos:

Depois de identificado as temperaturas médias anual e mensal de cada mês e utilizando o monograma de Thornthwaite-Camargo e com os dados das temperaturas médias acima, obtêm-se a ETN.

Aplicando a equação (15), obtêm-se a evapotranspiração potencial.

### **7.9.5.3. Método do Tanque Classe A**

A evapotranspiração potencial pode ser estimada através da evaporação medida no tanque classe A, através da equação abaixo:

$$ETP = q \cdot ET \quad (16)$$

Onde:

ETP é a evapotranspiração potencial diária, em mm/mês;

q é o fator de conversão do tanque classe A; e

ET é a evaporação medida no tanque, em mm/mês.

Utilizando o fator de conversão da evaporação do tanque classe A em evapotranspiração potencial e com os dados da umidade relativa do ar, o valor da velocidade do vento percorrido a 2,00m e considerando que o tanque está circundado por grama obtemos a evapotranspiração potencial.

### **7.9.6. Balanço Hídrico**

Com base nos valores médios mensais de precipitação e de evapotranspiração potencial, foi realizado o balanço hídrico climático para uma capacidade de água disponível no solo de 100mm, segundo metodologia proposta por Thornthwaite e Mather.

O resultado do balanço hídrico anual a partir de dados fornecidos da estação meteorológica de Manduri, operada pelo Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas – CIIAGRO indicou um valor de precipitação pluvial total de 2.051,50 mm, evapotranspiração potencial de 1.097,00 mm e evapotranspiração real de 1.008,50 mm, com déficit de água médio no solo de 7,03 mm e excesso da ordem médio de 86,92 mm.

**BALANÇO HÍDRICO - THORNTWHAITE - MATHER**

Município: Águas de Santa Bárbara

Período: 1995 - 2009

COLUNA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mês	P (mm)	ETP (mm)	P-ETP (mm)	NEG ACUM. (mm)	ARM VAL (mm)	ARM ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	ESC (mm)
Jan	501.20	121.00	380.20	0.00	100.00	0.00	121.00	0.00	380.20	215.65
Fev	138.00	116.00	22.00	0.00	100.00	0.00	116.00	0.00	22.00	118.83
Mar	24.50	113.00	-88.50	0.00	100.00	0.00	24.50	88.50	0.00	59.41
Abr	103.90	76.00	27.90	0.00	100.00	0.00	76.00	0.00	27.90	43.66
Mai	95.10	59.00	36.10	0.00	100.00	0.00	59.00	0.00	36.10	39.88
Jun	60.60	41.00	19.60	0.00	100.00	0.00	41.00	0.00	19.60	29.74
Jul	213.80	49.00	164.80	0.00	100.00	0.00	49.00	0.00	164.80	97.27
Ago	62.00	62.00	0.00	0.00	100.00	0.00	62.00	0.00	0.00	48.63
Set	188.70	86.00	102.70	0.00	100.00	0.00	86.00	0.00	102.70	75.67
Out	192.90	100.00	92.90	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	92.90	84.28
Nov	233.60	139.00	94.60	0.00	100.00	0.00	139.00	0.00	94.60	89.44
Dez	237.20	135.00	102.20	0.00	100.00	0.00	135.00	0.00	102.20	51.10
<b>TOTAIS</b>	<b>2051.50</b>	<b>1097.00</b>	<b>954.50</b>	<b>0.00</b>	<b>1200.00</b>	<b>0.00</b>	<b>1008.50</b>	<b>88.50</b>	<b>1043.00</b>	<b>953.56</b>
<b>MÉDIAS</b>	<b>170.96</b>	<b>91.42</b>	<b>79.54</b>	<b>0.00</b>	<b>100.00</b>	<b>0.00</b>	<b>84.04</b>	<b>7.38</b>	<b>86.92</b>	<b>79.46</b>

**LEGENDA:**

P - Precipitação média mensal observada na estação, em mm;

ETP - Evapotranspiração Potencial, em mm;

NEG. ACUM. - Negativo acumulado, em mm;

ARM VAL - Valor do armazenamento, em mm;

ARM ALT - Valor de alteração no armazenamento, em mm;

ETR - Evapotranspiração real, em mm;

DEF - Totais mensais de deficiência de água;

EXC - Totais mensais de excedente de água;

ESC - Totais mensais de escoamento de água tanto superficial quanto profunda.

**CONSIDERAÇÕES:**

O método de Thornthwaite-mather considera que a disponibilidade de água no solo decresce com a diminuição do armazenamento, o qual é levado em conta no cálculo da evapotranspiração real.

Para o cálculo da coluna 4 é necessário se conhecer o valor do armazenamento de um mês. Para definir o armazenamento de um mês, pelo qual será iniciado o cálculo, adota-se o seguinte critério: Em regiões úmidas, o armazenamento de um mês será máximo quando for o último de uma série de meses consecutivos com (P-ETP) positivo cuja soma seja maior ou igual à capacidade de armazenamento.

Para o preenchimento da coluna 5 recorreu-se à tabela auxiliar, com o valor do armazenamento residual de água no solo, em função do valor negativo acumulado de (P-ETP) para 100mm de capacidade de armazenamento.

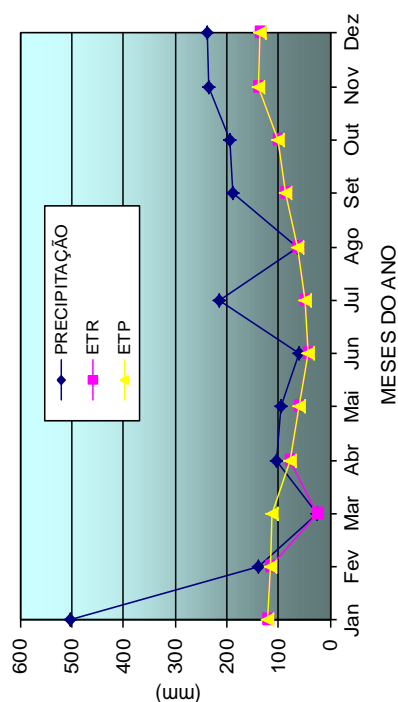
# GRÁFICOS DO BALANÇO HÍDRICO - THORNTHWAITE - MATHER

ELABORAÇÃO: Diego Cidade

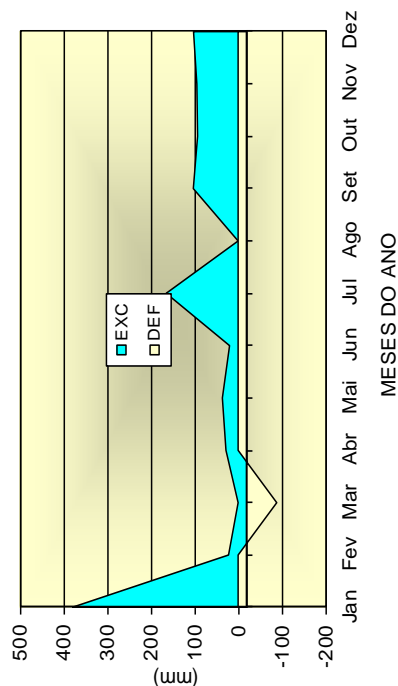
Município: Águas de Santa Bárbara

Período: 1995 - 2009

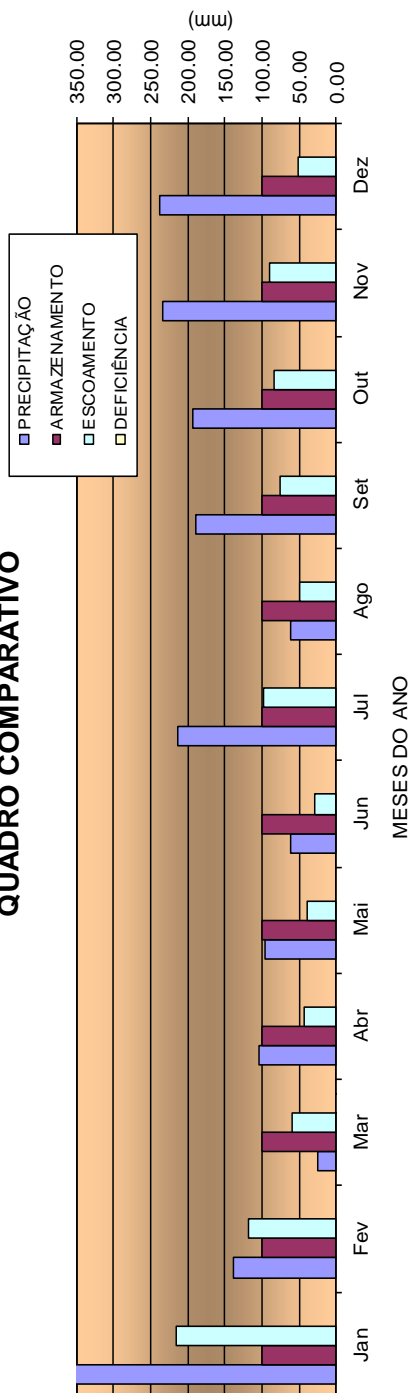
## BALANÇO HÍDRICO MENSAL



## EXTRATO DO BALANÇO HÍDRICO MENSAL



## QUADRO COMPARATIVO



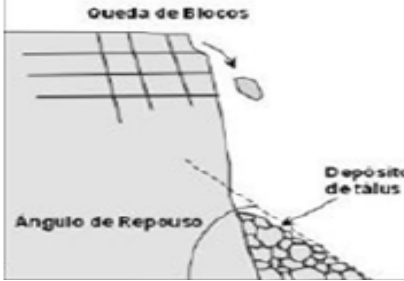
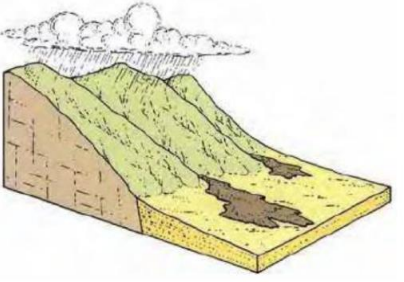
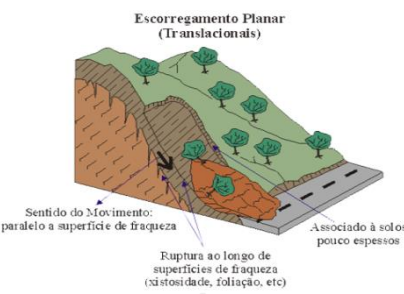
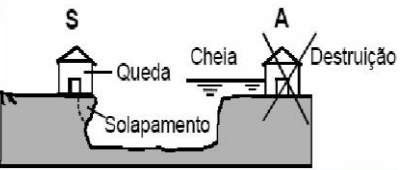
## **8. ANÁLISE DE PROCESSOS GEODINÂMICOS**


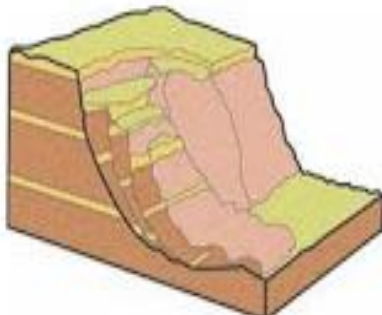
Este trabalho adota como base conceitual e metodológica para avaliação de risco e desastres aquela apresentada em UN-ISDR (2004 e 2009) e Tominaga *et al* (2009). No presente estudo são tratados os perigos de escorregamentos, inundação, solapamento de margens de córregos e feições erosivas.

### **8.1. Escorregamentos**

Os escorregamentos, também conhecidos como deslizamentos, são processos de movimentos de massa envolvendo materiais que recobrem as superfícies das vertentes ou encostas, tais como solos, rochas e vegetação. Estes processos ocorrem nas regiões montanhosas e serranas. Tais movimentos envolvem o deslocamento de rocha e/ou solo vertente abaixo, espalhando-se em direção à jusante (Costa & Baker 1984).



Processo	Características	Ilustração
<b>ESCORREGAMENTOS COM VELOCIDADE MÉDIA A ALTA E SUPERFÍCIE DE RUPTURA RASA</b>	Quedas	<p>Sem planos de deslocamento; Movimento. Tipo queda livre ou em plano inclinado; Velocidade muito alta (vários m/s); Material rochoso; Pequenos a médios volumes; Geometria variável: lascas, placas, blocos, etc. (inclui os processos de rolamento de matacão e tombamento).</p> 
	Corridas	<p>Muitas superfícies de deslocamento (internas e externas à massa em movimentação); Movimento semelhante ao de um líquido viscoso; Desenvolvimento ao longo das drenagens; Velocidade média a alta; Mobilização de grandes volumes de solo, rocha, detritos e água; Extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas;</p> 
	Escorregamentos planares rasos	<p>Poucos planos de deslocamento (externos) ; Velocidade média (m/h) a alta (m/s); Pequenos a grandes volumes de material (superfície de ruptura situada até 3,5 m de profundidade, mas depende da posição na encosta do início do escorregamento); Materiais variáveis (solo, vegetação, material de aterro, rocha inconsolidada); Frequentemente deixam cicatrizes sem vegetação na encosta e depósitos irregulares na base.</p> 
	Queda de taludes marginais de canais fluviais	<p>Ocorrem ao longo dos taludes marginais de canais de rios; Resultam do solapamento dos marginais de um canal pela ação erosiva da água no aprofundamento ou alargamento do canal; Muitas vezes associados com fenômenos de enchentes e inundações.</p> <p>Situações de Risco Riscos: a) ação direta das águas - A b) solapamento das margens - S</p> 

Processo		Características	Ilustração
ESCORREGAMENTOS COM VELOCIDADE MÉDIA A BAIXA E SUPERFÍCIE DE RUPTURA PROFUNDA	Rastejo	Vários planos de deslocamento (internos); Velocidades muito baixas a baixas (cm/ano) e decrescentes, sazonais ou indeterminadas; Materiais diversos: solo, depósitos, rocha alterada / fraturada; Geometria indefinida.	
	Escorregamentos translacionais / rotacionais profundos	Movimento de uma massa relativamente intacta sobre um plano relativamente mais profundo quanto comparado com os escorregamentos rasos planares; Geometria e materiais variáveis: planares (translacionais) e circulares (rotacionais); Os escorregamentos translacionais normalmente apresentam controle estrutural dado por superfícies de fraqueza como foliação, juntas e falhas; pode ocorrer mais de um plano de ruptura (forma em cunha); Frequentemente é formado pela coalescência de muitos escorregamentos menores.	

Fonte: Modificado de Brasil 2004, (Varnes 1978).

**Figura 13:** Tipos e características dos processos escorregamentos.

## 8.2. Erosão

A Erosão é o processo de desagregação e remoção de partículas do solo ou de fragmentos e partículas de rochas pela ação combinada da gravidade com a água, vento, gelo e/ou organismos, como plantas e animais (IPT 1986).

O processo erosivo causado pela água das chuvas ocorre na maior parte da superfície da terra, principalmente nas regiões de clima tropical, onde as chuvas atingem índices pluviométricos elevados. A erosão é agravada pela concentração das chuvas num determinado período do ano que, normalmente na Região Sudeste do Brasil, corresponde à primavera e ao verão.

De uma maneira geral, em quase todo solo removido pela erosão, há necessidade da presença da água sobre o terreno. Esta água que cai sob forma de chuva exerce ação erosiva sobre o solo. Estando desprotegido de vegetação ou mesmo das

práticas conservacionistas, o solo sofre uma ação de desagregação com o impacto da gota de chuva, que depois o arrasta, principalmente nos primeiros minutos da chuva. A quantidade de solo removido depende muito das características do solo, da declividade do terreno e da intensidade da chuva. Assim, os fatores naturais intervenientes no fenômeno da erosão podem ser sintetizados na interação entre clima, cobertura vegetal, topografia e tipo de solo (Santoro 2009).

A ação humana interfere na dinâmica natural do sistema ambiental, normalmente acelerando a velocidade de mudança da condição natural. A degradação acelerada das terras é indicativa de uso e manejo mal conduzido que comprometem a sua manutenção, bem como o seu potencial para usos futuros. A erosão acelerada do solo provoca a perda de materiais, em especial de nutrientes e de matéria orgânica, desorganizando sua estrutura e levando a degradação deste importante recurso natural.

São diversas as proporções e tipos de erosão, sintetizadas em Amaral & Gutjahr (2011):

- A erosão laminar acontece quando a água escoar pela superfície do terreno, transportando as partículas de solo, sem formar canais definidos. É como se fossem retiradas camadas do solo superficial a cada chuva. Esse fenômeno é evidenciado pelas enxurradas barrentas, que caracterizam que a água está transportando grandes quantidades de partículas de solo.
- A erosão linear é aquela causada pela concentração do escoamento da água na superfície. São formados pequenos canais no terreno, que se tornam caminhos preferenciais da água de chuva. Ao longo do tempo e de acordo com a intensidade das chuvas esses canais vão gradualmente se aprofundando. A evolução da erosão linear é denominada de acordo com seu estágio:
  - os sulcos são pequenos canais;
  - as ravinas são canais mais largos e mais profundos; e

- as boçorocas são o estágio mais avançado, quando a erosão já se aprofundou tanto que atingiu o lençol freático e grandes profundidades.

Nas áreas rurais, a erosão avança agressivamente nos setores em terrenos, sem a proteção da cobertura vegetal e das camadas superficiais do solo, tornam-se vulneráveis à ação das chuvas e do escoamento superficial das águas pluviais, propiciando a instalação da erosão acelerada. Associados aos aspectos da implantação destes empreendimentos, a escolha de locais geotecnicamente inadequados, traçado inadequado do sistema viário e sistemas de drenagem mal concebidos e mal executados aceleram a ocorrência dos processos erosivos (Santoro 2000).

As formas de intervenção humana (condicionantes antrópicos) que propiciam a erosão acelerada incluem: desmatamento; movimento de terra; concentração do escoamento superficial das águas; uso inadequado dos solos agrícolas.

Resumidamente a erosão em áreas rurais é provocada pelos seguintes fatores:

- a) Solos compactados, nos quais não há boa absorção da água que esco superficialmente com mais energia.
- b) Falta de práticas conservacionistas, como o plantio em nível e o terraceamento em áreas declivosas ou a implementação destas práticas de forma inadequada;
- c) Pastagens mal manejadas, que com a má distribuição dos bebedouros e cochos, favorecem a ocorrência de trilhas, nas quais a água se concentra quando chove causando a erosão em sulco;
- d) Estradas mal planejadas, que direcionam o fluxo de água para as áreas à jusante causando erosão;

- e) Solos sem cobertura vegetal, ou com cobertura escassa, nos quais além de ocorrer menor infiltração de água, esta atinge o solo diretamente, provocando maior desagregação das partículas.
- f) Uso excessivo de arações e/ou gradagens superficiais e sempre nas mesmas profundidades no processo de preparo do solo provoca a desestruturação da camada arável, transformando-a em duas camadas distintas: uma superficial pulverizada e outra subsuperficial compactada; e
- g) Capinas e cultivos mecânicos no controle de ervas invasoras no período de chuvas intensas, deixando o solo mais exposto.

### **8.3. Inundação e Enchentes**

Inundações e enchentes são eventos naturais que ocorrem com periodicidade nos cursos d'água, frequentemente deflagrados por chuvas fortes e rápidas ou chuvas de longa duração (Amaral & Ribeiro 2009). São, portanto, problemas geoambientais derivados de fenômenos ou perigos naturais de caráter hidrometeorológico ou hidrológico. Além de inundação e enchente existem também os conceitos de alagamento e enxurrada, usualmente empregados em áreas urbanas. Estes quatro tipos de processos são descritos a seguir.

Inundação é um processo de extravasamento das águas de um curso d'água para suas áreas marginais (planícies de inundação) que ocorre quando a vazão a ser escoada é superior à capacidade de descarga da calha do rio (Cerri 1999).

As enchentes correspondem às elevações do nível normal de água de um rio, atingindo a cota máxima do canal, porém sem o extravasamento da água para fora do canal principal.

De acordo com Castro (2003), as inundações podem ser graduais ou bruscas. As inundações graduais ocorrem quando o nível d'água eleva-se de forma lenta e previsível, mantêm-se em situação de cheia durante algum tempo, e a seguir escoam-se gradualmente. Aparentemente, essa inundação não é tão violenta, mas sua área de impacto é extensa.

## 9. CONCLUSÕES

Com base no exposto no presente Relatório é possível concluir preliminarmente que a área de estudo apresenta:

- Águas de Santa Bárbara tem sua sede no Comitê de Bacia Hidrográfica do Médio Paranapanema – CBH MP, está localizado na Região Administrativa de Sorocaba e sua Região de Governo é Avaré;
- Limita-se com os Municípios de Agudos, Iaras, Avaré, Cerqueira César, Manduri, Óleo e Santa Cruz do Rio Pardo. Possui uma área territorial de 408,47 Km<sup>2</sup>, a sua sede esta distante da Capital do Estado, a cerca de aproximadamente 300 Km;
- Esta nas Coordenadas Geográficas, Latitude 22°52'51''S e Longitude 49°14'20''O. O numero de habitantes residentes no município é de 5.598, com densidade demográfica de 13,7 hab/Km<sup>2</sup> e indicador IDH de 0,824.
- O Município de Águas de Santa Bárbara, de acordo com a Divisão Geomorfológica de São Paulo realizado pelo IPT (1981), se encontra no domínio geomorfológico do Planalto Ocidental, que ocorre por toda a porção centro-oeste do Estado de São Paulo;
- De acordo com o mapa geológico do Estado de São Paulo (DAEE/UNESP, 1984), é possível observar que o Município de Águas de Santa Bárbara está inserido no contexto geológico dos depósitos sedimentares e vulcânicos da Bacia do Paraná, Sobrepostos a esses depósitos encontram-se as rochas sedimentares da Bacia do Bauru e os sedimentos inconsolidados recentes (cenozoicos);
- A partir da análise do Mapa de Declividades do Município de Águas de Santa Bárbara é possível notar que as classes de declive estabelecidas durante o estudo apresentam distribuição relativamente equilibrada com exceção da Classe A ([0 a 3%] ) que atinge 44,45 %. A variação observada entre as frequências das classes vai de 44,45 % Classe A ( [0 a 3%] ), 27,60 %



Classe B ( ]3 a 6%[ ), 20,75 % Classe C ( ]6 a 12%[ ), 5,41 % Classe D ( ] 12 a 20%[ ) e 1,38 % Classe E ( ] 20% a 50%[ ).;

- Predominam a Associação dos LATOSSOLOS VERMELHOS AMARELOS (LVA) e ARGISSOLOS VERMELHOS AMARELOS (PVA);
- Possibilidade da ocorrência de processos de assoreamento devido à já mencionada fragilidade superficial de parte dos solos em ocorrência, os quais podem ser meteorizados e suas partículas desagregadas carregadas para os corpos d'água;
- As atividades agropastoris estão favorecidas devido à presença de pastagens. Para essa atividade, é importante o cuidado com a conservação do solo, minimizando efeitos indesejados como a erosão e a perda de fertilidade;
- O Mapa de Uso e Ocupação das Terras do Município de Águas de Santa Bárbara mostra que todas as categorias de uso podem ocorrer em todos os seus quadrantes geográficos, observando-se o predomínio de áreas da categoria de uso Campo Antrópico que está distribuída em 306,79 km<sup>2</sup>, seguida das áreas de Reflorestamento que ocupam 41,54 km<sup>2</sup>, área Matas que ocupam 38,37 km<sup>2</sup>, Urbana que ocupam 13,92 km<sup>2</sup>, Culturas Temporárias que ocupam 6,80 km, e por ultimo Corpos d'água 1,05 km<sup>2</sup>; e
- Nas próximas fases de desenvolvimento deste Plano, serão estudados diferentes cenários de ocupação e impermeabilização dessas bacias, visando determinar os índices de deflúvio e os critérios de dimensionamento para os sistemas de drenagem.

São Paulo, 18 de janeiro de 2016.

---

Marcio Lucio Gonzaga  
Diretor de Desenvolvimento Técnico e Negócio  
CREA-SP N.º 0601315882

---

Engº Civil Gentil Balzan  
Responsável Técnico  
CREA 0601512472

## 10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALMEIDA, F. F. M. 1964. Fundamentos geológicos do relevo paulista. São Paulo: IGG. p.167-263 (Boletim 41).
- ALMEIDA, F.F.M. de. 1981. Síntese sobre a Tectônica da Bacia do Paraná. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA REGIONAL, 3, 1981, Curitiba. Atas... Curitiba: SBG. v. 1, p.1-20.
- BANCO DO NORDESTE. 1999. Guia do meio ambiente para o produtor rural. Fortaleza. Disponível on-line em URL:www.unilivre.org.br.
- BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. Piracicaba, Livroceres. 1985. 329p.
- BERTONI, J. E. A. Reflorestamento com essências nativas e a regeneração natural no cerrado. In: Congresso Nacional Sobre Essências Nativas, 2., São Paulo, 1992. Anais. São Paulo, Revista Do Instituto Florestal,1992. V. 3, p. 706-709.
- BITAR, O. Y. et al. 1995. A abordagem do meio físico em EIA através do estudo de processos: um método recomendado para obras em ambientes tropicais. Avaliação de Impactos, v. 1, n.2, p.35-45.
- CAETANO-CHANG, M.R.; WU, F.T.; BRIGHETTI, J.M.P. 1991. Caracterização eólica de arenitos da Formação Pirambóia, proximidades de São Pedro (SP). In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 2, 1991, São Paulo. Atas... São Paulo: SBG. v.2, p.53-58.
- CASTANHO FILHO E.P. & FEIJÓ, L.F.C.A. Política setorial de recursos naturais para o Estado de São Paulo: Contribuição à estratégia mundial para conservação. São Paulo, Coordenadoria da Pesquisa de Recursos Naturais, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, 1987. 131p.
- CERRI, L. E. da. 1992. Análise de riscos geológicos em planos de defesa civil. In: INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE

SÃO PAULO. Geologia de engenharia aplicada a problemas ambientais. São Paulo: IPT. p.233-54. (Apostila de Curso).

- CERRI, L. E. S., 1993. Riscos geológicos associados a escorregamentos: uma proposta para a prevenção de acidentes. Rio Claro. (Tese de Doutorado IGCE/Unesp - Rio Claro). p. 197.
- CHIARINI, J. et al. Uso atual das terras do Estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas – IAC, 1976. (Boletim Técnico, 37).
- CLARETO, C. R. 1997. Tratamento biológico de líquidos percolados gerados em aterros sanitários utilizando reator anaeróbio compartimentado. São Carlos. 118p. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- COMPANHIA DE PESQUISAS E RECURSOS MINERAIS – CPRM. 1980. Geologia do Bloco 46, Relatório Final. Consórcio CESP/IPT – PAULIPETRO. São Paulo.
- CORRÊA, A. L. A. 2000. Certificação segundo a ISO 14001: metodologia para revisão ambiental inicial. São Paulo, 346p. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- COUTINHO, L. M. 1978. O conceito de cerrado. São Paulo: Revista Brasileira de Botânica, 1, p. 17-24.
- DEAN, W. 1996. A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira. Trad. Cid Knipel Moreira. São Paulo: Companhia das Letras. 484p.
- DEMING, W.E. 1997. A nova economia para indústria, o governo e a educação. Qualitymark editora. Rio de Janeiro. 185p.
- DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE. 1976. Estudo das águas subterrâneas. Regiões administrativas 7, 8 e 9 (Bauru, São José do Rio Preto e Araçatuba). São Paulo, 3 vol.
- DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE. 1982. Estudo das águas subterrâneas. Região administrativa 4 - Sorocaba. São Paulo, 2 vol.

- DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE. 1984. Caracterização dos recursos hídricos no Estado de São Paulo. São Paulo: DAEE. 175p.
- DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE. 1990. Controle de erosão: bases conceituais e técnicas, diretrizes para planejamento urbano e regional; orientação para o controle de boçorocas urbanas. 2. ed. São Paulo: DAEE/IPT. 92 p.
- DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA – DAEE. Centro Tecnológico de Hidráulica e Recursos Hídricos – CTH. 1998. Banco de dados pluviométricos do Estado de São Paulo (atualizado até 1997). São Paulo. (CD Rom).
- DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL - DNPM. 2000. Cadastro Mineiro. URL: <http://www.dnpm.gov.br>.
- DONAIRE, D. 1995. Gestão ambiental na empresa. São Paulo. Editora Atlas. 134p.
- EITEN, G. A Vegetação do Estado de São Paulo. São Paulo, Instituto de Botânica. 1970.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.
- FIDERJ – Fundação Instituto de Desenvolvimento Econômico e Social do Rio de Janeiro, Diretoria de Geografia e Estatística. Indicações climatológicas do Estado de São Paulo. 1978.
- FERNANDES, E. 2000. O mito da zona rural. Disponível on-line em URL: [www.unilivre.org.br](http://www.unilivre.org.br).
- FERNANDES, L.A. 1992. A cobertura cretácea suprabasáltica no Paraná e Pontal do Paranapanema (SP): os grupos Bauru e Caiuá. São Paulo, 129p. (Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências -USP).

- FERNANDES, L.A. 1998. Estratigrafia e evolução geológica da parte oriental da Bacia Bauru (Ks, Brasil). São Paulo. (Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Geociências – USP).
- Fernandes, L.A., Coimbra, A.M. Registros de episódios sísmicos na parte superior da Formação Rio do Rasto no Paraná, Brasil. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 3, 1993, Rio de Janeiro. Atas... Rio de Janeiro: SBG/UERJ. p.271- 275. 1993.
- FERNANDES, L.A., COIMBRA, A.M. 1992. A cobertura cretácea suprabasáltica no Estado do Paraná e Pontal do Paranapanema (SP): os grupos Bauru e Caiuá. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, 1992, São Paulo. Boletim de Resumos Expandidos... São Paulo: SBG. v.2, p. 506-508.
- FERNANDES, L.A., COIMBRA, A.M. 1996. A Bacia Bauru (Cretáceo Superior, Brasil). Anais da Academia Brasileira de Ciências, 68(2), p. 195-205.
- FERRI, M.G. (coord.) 1977. IV Simpósio sobre cerrados: bases para utilização agropecuária. Belo Horizonte: Ed. Itatiaia/ São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo. 405p.
- FORNASARI FILHO, N. et al. 1996. O meio físico em instrumentos de gerenciamento ambiental sob a ótica da ISO 14000. Apostila de curso da Associação Brasileira de Geologia de Engenharia - ABGE. São Paulo. 48p.
- FÚLFARO, V.J. et al. 1982. Compartimentação e evolução tectônica da Bacia do Paraná. Revista Brasileira de Geociências, 12(4), p. 590-610.
- FURLANI, G. M. Estudo geomorfológico das boçorocas de Casa Branca. Dissertação de Mestrado. FFLCH, USP. São Paulo, SP. 1980.
- FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS – SEADE. Atlas SEADE da Economia Paulista. 2005. Disponível em:<<http://www.seade.sp.gov.br>>. Acesso em: 14 ago. 2009.
- FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS – SEADE. Desenvolvimento e Inclusão Social: Os Indicadores do Estado de São Paulo.



2006. Disponível em:<<http://www.seade.sp.gov.br>>. Acesso em 25 jul. 2007. 2007-7.

- FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS – SEADE. PAEP – Pesquisa de Atividade Econômica Paulista. 2003. Disponível em:<<http://www.seade.sp.gov.br>>. Acesso em 15 set. 2007. 2007-5
- FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS – SEADE. População e estatísticas vitais. Disponível em:<<http://www.seade.sp.gov.br>>. Acesso em: 14 ago. 2007. 2007-2
- FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS – SEADE. Sistema de informações dos municípios paulistas. 2005. Disponível em:<<http://www.seade.sp.gov.br>>. Acesso em: 14 ago. 2007. 2007-1
- FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS – SEADE. SP Demográfico – Resenha de Estatísticas Vitais do Estado de São Paulo – Ano 8 – N.º. 2 – Agosto - 2007. Disponível em:<<http://www.seade.sp.gov.br>>. Acesso em 25 jul. 2007. 2007-3
- FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANALISES DE DADOS - SEADE. Meio Ambiente: Unidades de Conservação. Anuário Estatístico do Estado de São Paulo. 2003. Fundação SEADE. Disponível em:<<http://www.seade.gov.br>>. Acesso em 09 set. 2007. 2007-8.
- FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE. 1991.Vocabulário básico de meio ambiente. 3a ed. Rio de Janeiro: Petrobrás. 246p.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. 1981a. Mapa Geológico do Estado de São Paulo. Escala 1:500.000. São Paulo. 2v. (IPT. Monografias, 6. Publicação, 1 184).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. 1981b. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. Escala 1:500.000. São Paulo. 2v. (IPT. Monografias, 5. Publicação, 1 183).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. 1987. Desempenho térmico de edificações habitacionais e

escolares: manual de procedimentos para avaliação. São Paulo (Publicação IPT 1732). 74 p.

- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. 1989. Compartimentação estrutural e evolução tectônica do Estado de São Paulo. São Paulo, IPT/SCTDE/Pró-Minério. (Relatório IPT no 27.394).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT, 1991. Orientações para o combate à erosão no Estado de São Paulo – Bacia do médio Tietê. Relatório no. 29.004. São Paulo. DAEE.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT, 1992. Geologia das folhas Campinas (SF.23-Y-A) e Ribeirão Preto (SF.23-V-C). São Paulo. 1992. (IPT. Relatório, 31 723).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT, 1997a. Base de dados geoambientais do Estado de São Paulo. CD-ROM.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. 2000. Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado. 2a edição. São Paulo. 370p. (IPT. Publicação 2622).
- LOMBARDI NETO, F. Plantio em nível. In Manual Técnico de Manejo e Conservação de Solo e Água Volume IV – Tecnologias disponíveis para controlar o escoamento superficial de solo e água. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral - CATI, 1994. 65p.
- LORENZI, H. Árvores Brasileiras, Manual de Identificação e cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil, Ed. Plantarum, Nova Odessa - SP, 1992.
- MACHADO, A. M.M., PARENTE, M. .M. T. 2000. Municipalização do turismo e agricultura familiar. Disponível on-line em URL: [www.bnaf.org.br](http://www.bnaf.org.br).
- MAPA DO ESTADO DE SÃO PAULO POLÍTICO RODOVIÁRIO, TURÍSTICO, ESTATÍSTICO E ESCOLAR, com a Divisão das Regiões Metropolitana e Administrativa – Edição 2012.

- OLIVEIRA, A.M.S. 1994. Depósitos tecnogênicos e assoreamento de reservatórios. Exemplo do reservatório de Capivara, Rio Paranapanema, SP/PR. 2 v. (Tese de Doutorado. Departamento de Geografia da FFLCH-USP).
- QSP – CENTRO DA QUALIDADE, SEGURANÇA E PRODUTIVIDADE PARA O BRASIL E AMÉRICA LATINA. 2000. Listagem das empresas certificadas. Disponível on-line para sócios do QSP em URL: [www.qsp.com.br](http://www.qsp.com.br).
- RADAMBRASIL, não publicado. Mapa de solos do Estado de São Paulo, escala 1:250.000.
- REBOUÇAS, A. C. 1976. Recursos hídricos subterrâneos da Bacia do Paraná - análise de pré-viabilidade. São Paulo. 143p. (Tese de Livre Docência apresentada ao Instituto de Geociências - USP).
- RICCOMINI, C. 1995. Tectonismo gerador e deformador dos depósitos sedimentares pós-gondvânicos da porção centro-oriental do estado de São Paulo e áreas vizinhas. São Paulo. 100p. (Tese de Livre Docência apresentada ao Instituto de Geociências - USP).
- RICCOMINI, C. 1997. Arcabouço estrutural e aspectos do tectonismo gerador e deformador da Bacia Bauru no estado de São Paulo. Revista Brasileira de Geociências, 27(2), p. 153-162.
- RIDENTE JR., 2000. Prevenção e controle da erosão urbana: bacia do córrego do Limoeiro e bacia do córrego do Cedro, municípios de Presidente Prudente e Álvares Machado, SP. Rio Claro. Dissertação de mestrado. Instituto de Geociências e Ciências Exatas - IGCE, Unesp, Rio Claro. 108p.
- Russo Júnior, M. 1980. Dados climáticos auxiliares para planejamento e projetos de sistemas de irrigação. São Paulo, CESP. 1980. 13p., mapas.
- ROCHA, G.A. et al. 1982. Tentativa de zoneamento das características hidráulicas e hidroquímicas do Aquífero Bauru. Encontro de Geologia & Hidrogeologia: o Grupo Bauru no Estado de São Paulo. São Paulo: SBG. p.37-56.

- RODRIGUES L. R. A. Espécies forrageiras para pastagens: gramíneas. In: Congresso Brasileiro De Pastagens, 8. Piracicaba, 1986. Anais. Piracicaba. FEALQ, 1986. p. 375 - 387.
- SALVADOR, J. L. G. & OLIVEIRA S. B. Reflorestamento ciliar de açudes. São Paulo. CESP. 1989. 14 p. Série divulgação e informação.
- SÃO PAULO. 1997b. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Aterros sanitários em valas. São Paulo: SMA. 40p. (Apostilas Ambientais).
- SÃO PAULO. 1999. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Leis, decretos, etc. - legislação estadual: controle de poluição ambiental - Estado de São Paulo (atualizado até dezembro, 1998). São Paulo: Cetesb, 1999. 498p. (Documentos/Secretaria do Meio Ambiente).
- SALOMÃO, F. X. T., 1994a. Processos erosivos lineares em Bauru (SP): regionalização cartográfica aplicada ao controle preventivo urbano e rural. São Paulo. 200 p. (Tese de Doutorado. FFLCH/USP).
- SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE - SMA. 1997. Cerrado: bases para conservação e uso sustentável das áreas de cerrado do Estado de São Paulo. São Paulo: SMA/ Documentos Ambientais. 113p. (Série PROBIO/SP).
- SECRETEARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE – SMA. 1997. Cerrado: Bases para a conservação e uso sustentável das áreas de cerrado do estado de São Paulo. Série PROBIO-SP.
- SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE - SMA. 1998. Atlas das Unidades de Conservação Ambiental do Estado de São Paulo, parte II – Interior. São Paulo. 32p. il., mapas.
- SECRETEARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE – SMA. 1999. Perfil ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo: SMA. (CD Rom).
- SERRA FILHO, R. et al. 1974. Levantamento da cobertura vegetal natural do Estado de São Paulo. São Paulo: SMA/ Instituto Florestal. p. 1-53. (Boletim Técnico, 11).

- THORNTHWAITE, C. W. & MATHER, J. R. 1955. The water balance. New Jersey. Laboratory of Climatology.
- VALLE, C. E. do. 1995. Qualidade ambiental: O desafio de ser competitivo protegendo o meio ambiente. Como se preparar para as normas ISO 14.000. Livraria Pioneira Editora. 117p.
- VICTOR, M. A. M. 1975. A devastação florestal. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura. 48 p.
- VIEIRA, A.J., MAINGUÉ, E. 1973. Geologia de semi-detalle do centro e nordeste do Paraná e centro-sul de São Paulo. Ponta Grossa: PETROBRÁS/DESUL. 49p. (Relatório PETROBRÁS/DESUL n. 425).
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). 1999. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – Brasília: Embrapa Produção de Informações; Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 412p.
- Oliveira, J.B.; Camargo, M.N.; Rossi, M. & Calderano Filho, B. 1999. Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida. Campinas, Instituto Agrônomo/EMBRAPA-Solos. Campinas. 64p.
- Petri, S. & Fúlfaro, V.J. 1983. In: Geologia do Brasil (Fanerozóico). São Paulo : USP. 631 p.
- Soares, P.C. 1972. O limite glacial – pós-glacial do Grupo Tubarão no Estado de São Paulo. In: *Anais Acad. Bras. Geoc.*, 44:333-341.

## **ANEXO I**

### **MEMORIAL DE CÁLCULO DA REGIONALIZAÇÃO HIDROLÓGICA**



## **CÓRREGO ÁGUA DO BUGRE**

## Resultados

Precipitação anual média (mm):	1300,4
Região hidrológica:	L
Região hidrológica (parâmetro C):	Z
Latitude:	22° 51' 22"
Longitude:	49° 11' 21"
Norte (m):	7471245,000
Este (m):	685777,000

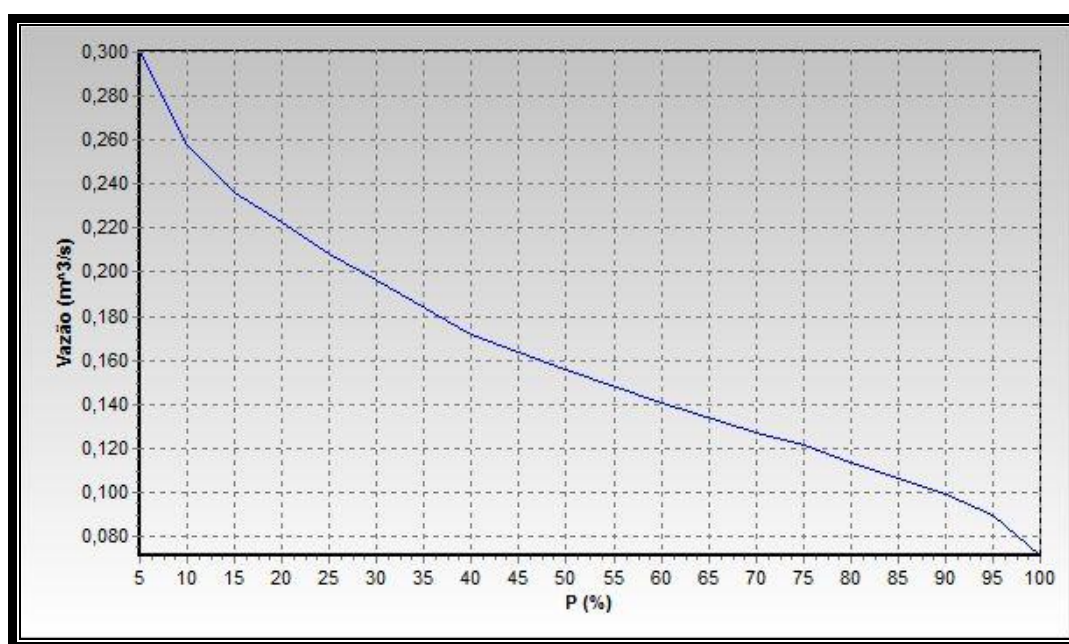
### Resultado 1: Vazão média de longo termo

Vazão média plurianual ( $m^3/s$ ): 0,170

### Resultado 2: Curva de Permanência

Vazão para "P (%)" de permanência ( $m^3/s$ ):

P (%)	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	75	80	85	90	95	100
Q ( $m^3/s$ )	0,301	0,258	0,236	0,223	0,208	0,197	0,172	0,155	0,140	0,127	0,122	0,113	0,107	0,099	0,090	0,071



## Resultado 3: Volume de regularização

Volume necessário para se regularizar "Qf" com risco "R (%)" de probabilidade de não atendimento em um ano qualquer ( $10^6 \text{ m}^3$ ):

Vazão firme "Qf" ( $\text{m}^3/\text{s}$ ):

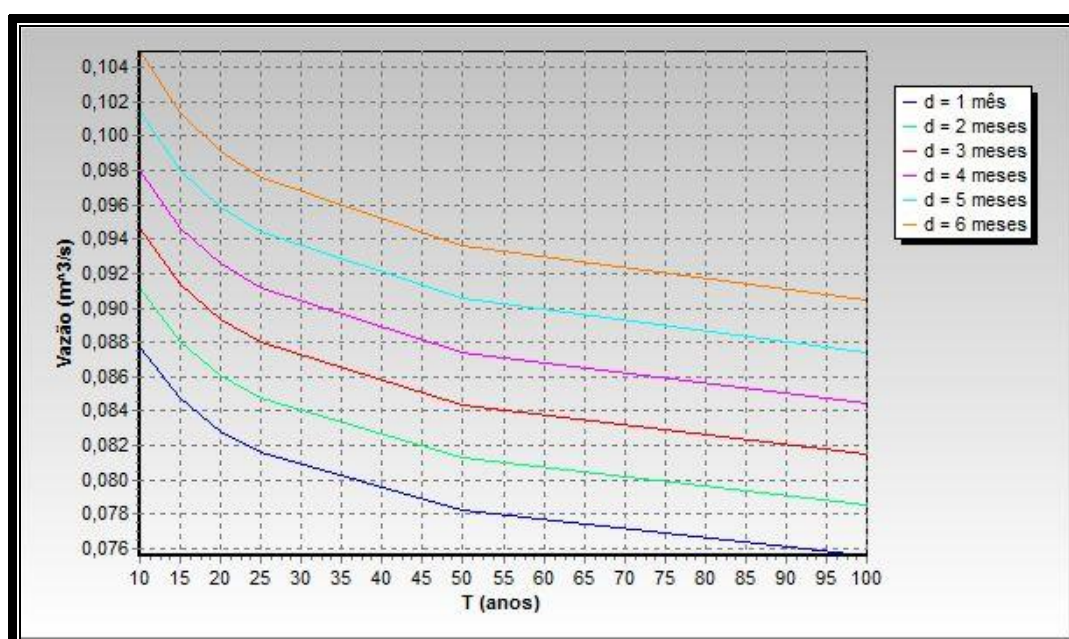
0,085

T (anos)	10	15	20	25	50	100
R (%) = 100 / T	10,00	6,67	5,00	4,00	2,00	1,00
Volume ( $10^6 \text{ m}^3$ )	0,000	0,002	0,006	0,009	0,020	0,034
Dur. crítica (meses)	0,095	0,532	0,817	1,021	1,589	2,075

## Resultado 4

Vazão mínima anual de "d" meses consecutivos com "T" anos de período de retorno ( $\text{m}^3/\text{s}$ ):

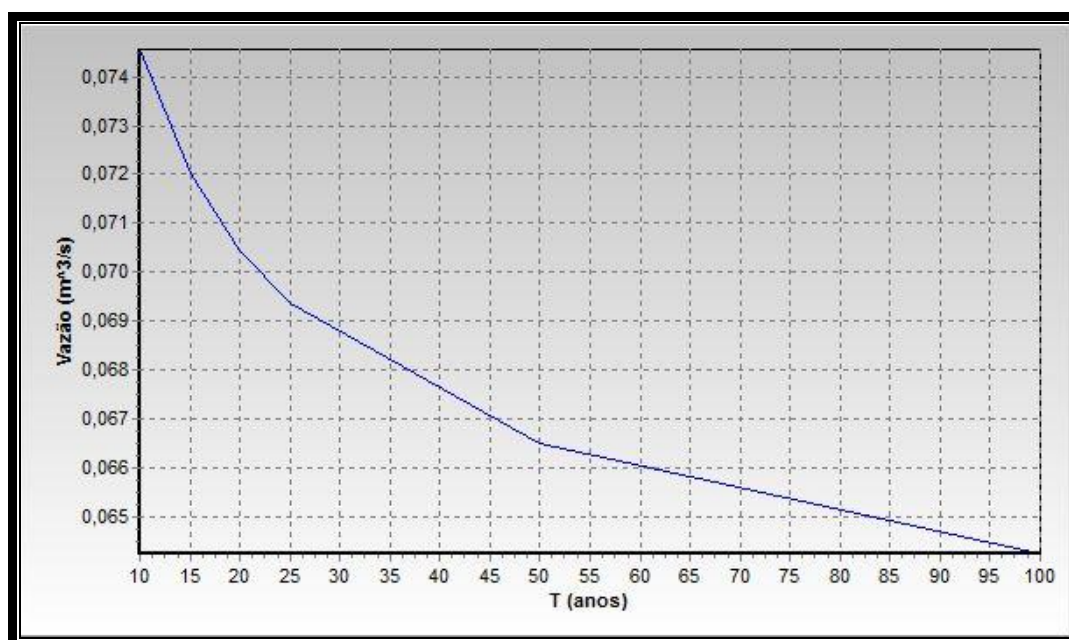
T (anos)	d = 1 mês	d = 2 meses	d = 3 meses	d = 4 meses	d = 5 meses	d = 6 meses
10	0,088	0,091	0,095	0,098	0,101	0,105
15	0,085	0,088	0,091	0,095	0,098	0,101
20	0,083	0,086	0,089	0,093	0,096	0,099
25	0,082	0,085	0,088	0,091	0,094	0,098
50	0,078	0,081	0,084	0,087	0,091	0,094
100	0,076	0,079	0,082	0,084	0,087	0,090



## Resultado 5: Q7,T

Vazão mínima anual de 7 dias consecutivos com "T" anos de período de retorno:  $Q_{7,T}$  (m<sup>3</sup>/s):

T (anos)	10	15	20	25	50	100
Q (m <sup>3</sup> /s)	0,075	0,072	0,070	0,069	0,067	0,064



## **CÓRREGO ÁGUA DO JACUTINGA**

## Resultados

Precipitação anual média (mm):	1300,7
Região hidrológica:	L
Região hidrológica (parâmetro C):	Z
Latitude:	22° 52' 50"
Longitude:	49° 12' 09"
Norte (m):	7468551,000
Este (m):	684389,000

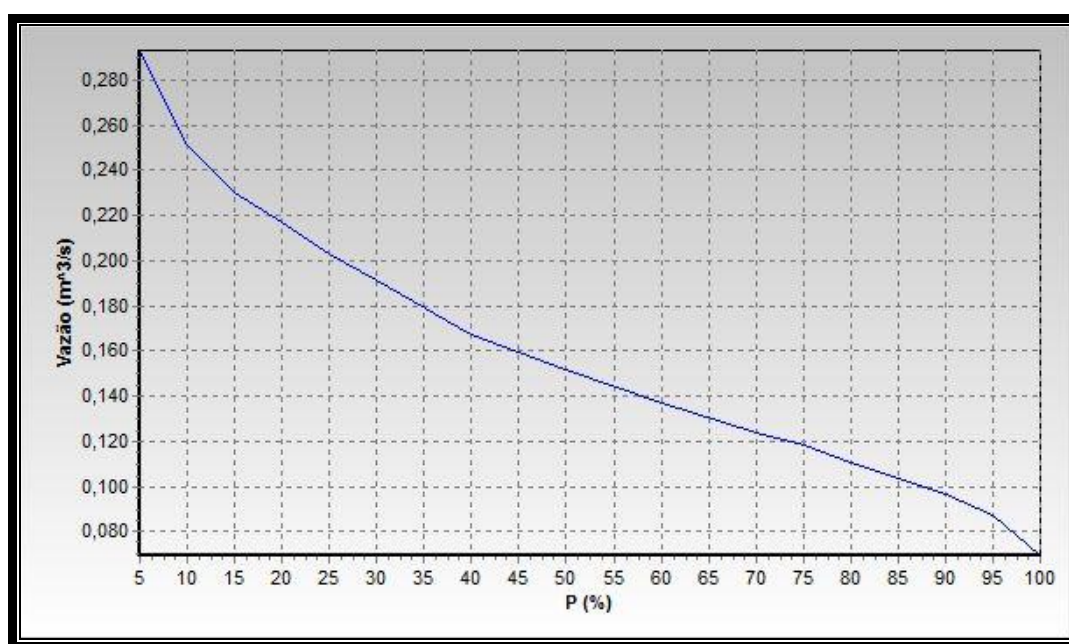
### Resultado 1: Vazão média de longo termo

Vazão média plurianual ( $m^3/s$ ): 0,166

### Resultado 2: Curva de Permanência

Vazão para "P (%)" de permanência ( $m^3/s$ ):

P (%)	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	75	80	85	90	95	100
Q ( $m^3/s$ )	0,293	0,251	0,230	0,217	0,203	0,192	0,168	0,151	0,137	0,124	0,119	0,110	0,104	0,097	0,087	0,070





## Resultado 3: Volume de regularização

Volume necessário para se regularizar "Qf" com risco "R (%)" de probabilidade de não atendimento em um ano qualquer ( $10^6 \text{ m}^3$ ):

Vazão firme "Qf" ( $\text{m}^3/\text{s}$ ):

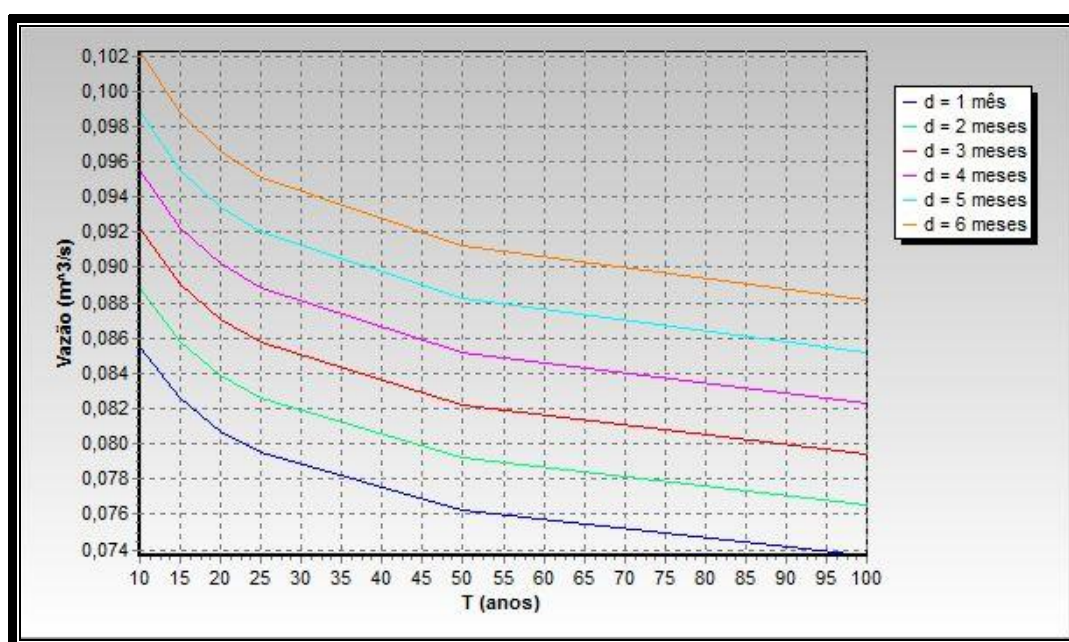
0,083

T (anos)	10	15	20	25	50	100
R (%) = 100 / T	10,00	6,67	5,00	4,00	2,00	1,00
Volume ( $10^6 \text{ m}^3$ )	0,000	0,002	0,006	0,009	0,020	0,033
Dur. crítica (meses)	0,095	0,532	0,817	1,021	1,589	2,075

## Resultado 4

Vazão mínima anual de "d" meses consecutivos com "T" anos de período de retorno ( $\text{m}^3/\text{s}$ ):

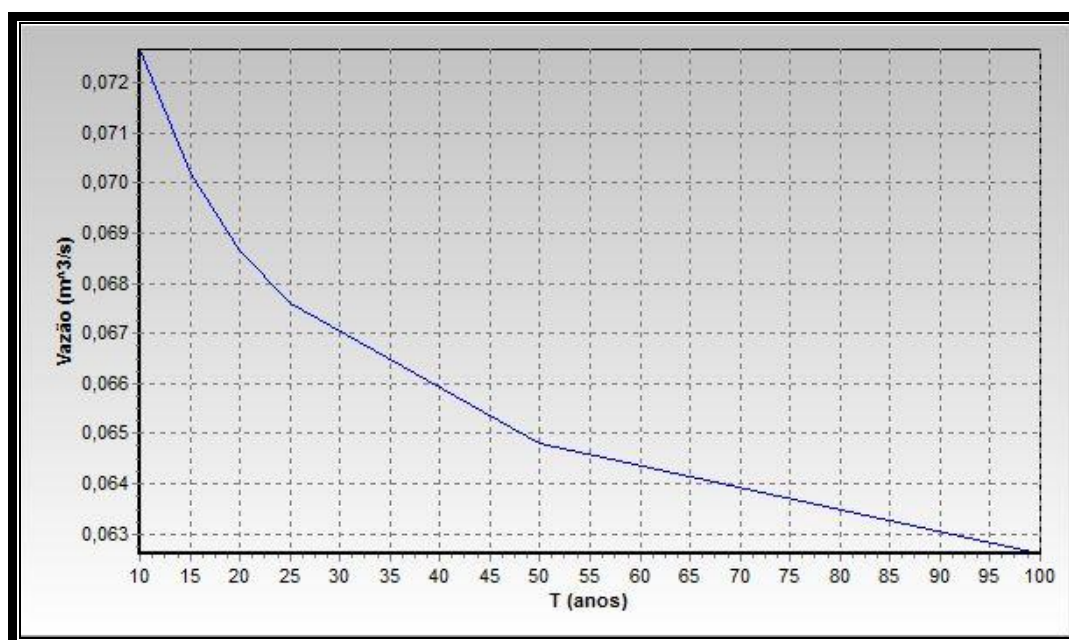
T (anos)	d = 1 mês	d = 2 meses	d = 3 meses	d = 4 meses	d = 5 meses	d = 6 meses
10	0,085	0,089	0,092	0,096	0,099	0,102
15	0,083	0,086	0,089	0,092	0,096	0,099
20	0,081	0,084	0,087	0,090	0,093	0,097
25	0,080	0,083	0,086	0,089	0,092	0,095
50	0,076	0,079	0,082	0,085	0,088	0,091
100	0,074	0,077	0,079	0,082	0,085	0,088



**Resultado 5: Q7,T**

Vazão mínima anual de 7 dias consecutivos com "T" anos de período de retorno:  $Q_{7,T}$  ( $m^3/s$ ):

T (anos)	10	15	20	25	50	100
Q ( $m^3/s$ )	0,073	0,070	0,069	0,068	0,065	0,063



## **CÓRREGO ARREPIADO**

## Resultados

Precipitação anual média (mm):	1300,5
Região hidrológica:	L
Região hidrológica (parâmetro C):	Z
Latitude:	22° 52' 17"
Longitude:	49° 12' 45"
Norte (m):	7469589,000
Este (m):	683373,000

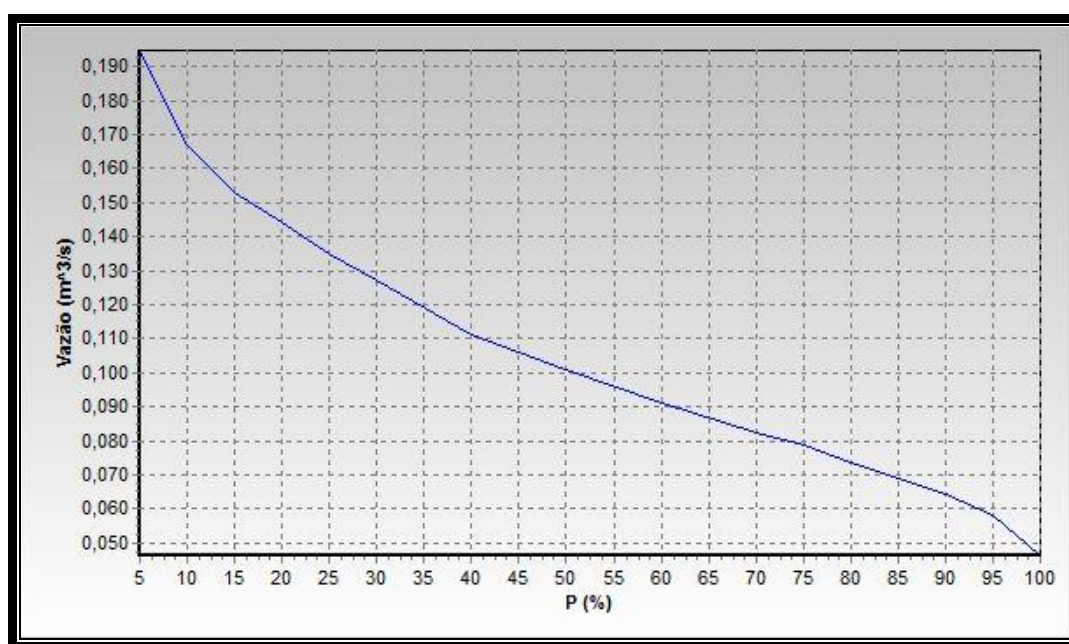
### Resultado 1: Vazão média de longo termo

Vazão média plurianual ( $m^3/s$ ): 0,110

### Resultado 2: Curva de Permanência

Vazão para "P (%)" de permanência ( $m^3/s$ ):

P (%)	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	75	80	85	90	95	100
Q ( $m^3/s$ )	0,195	0,167	0,153	0,144	0,135	0,127	0,111	0,101	0,091	0,082	0,079	0,073	0,069	0,064	0,058	0,046



## Resultado 3: Volume de regularização

Volume necessário para se regularizar "Qf" com risco "R (%)" de probabilidade de não atendimento em um ano qualquer ( $10^6 \text{ m}^3$ ):

Vazão firme "Qf" ( $\text{m}^3/\text{s}$ ):

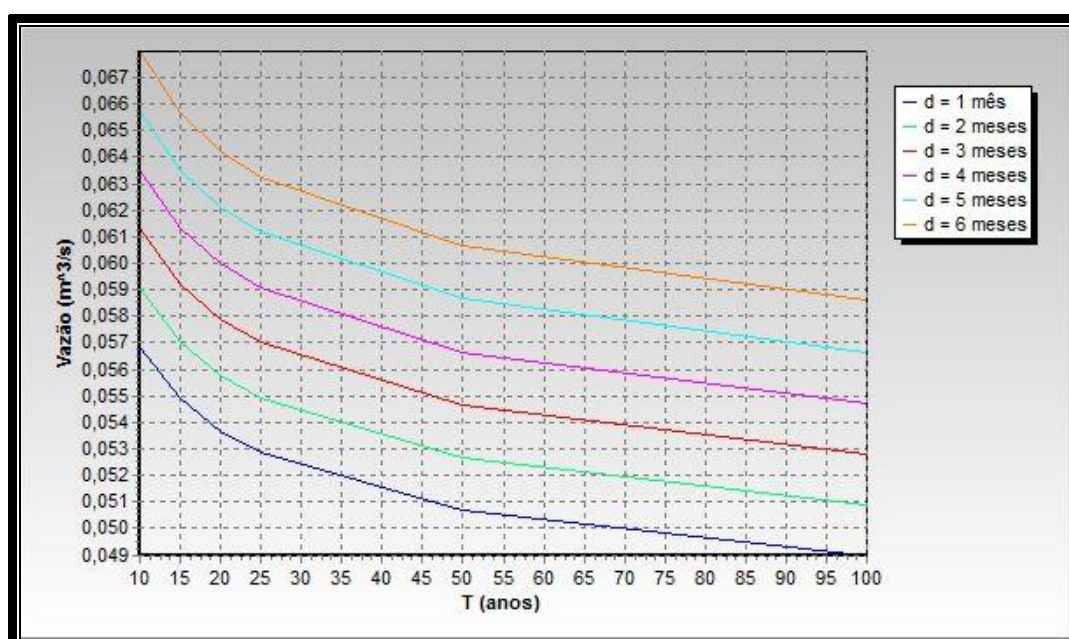
0,055

T (anos)	10	15	20	25	50	100
R (%) = 100 / T	10,00	6,67	5,00	4,00	2,00	1,00
Volume ( $10^6 \text{ m}^3$ )	0,000	0,002	0,004	0,006	0,013	0,022
Dur. crítica (meses)	0,095	0,532	0,817	1,021	1,589	2,075

## Resultado 4

Vazão mínima anual de "d" meses consecutivos com "T" anos de período de retorno ( $\text{m}^3/\text{s}$ ):

T (anos)	d = 1 mês	d = 2 meses	d = 3 meses	d = 4 meses	d = 5 meses	d = 6 meses
10	0,057	0,059	0,061	0,064	0,066	0,068
15	0,055	0,057	0,059	0,061	0,064	0,066
20	0,054	0,056	0,058	0,060	0,062	0,064
25	0,053	0,055	0,057	0,059	0,061	0,063
50	0,051	0,053	0,055	0,057	0,059	0,061
100	0,049	0,051	0,053	0,055	0,057	0,059

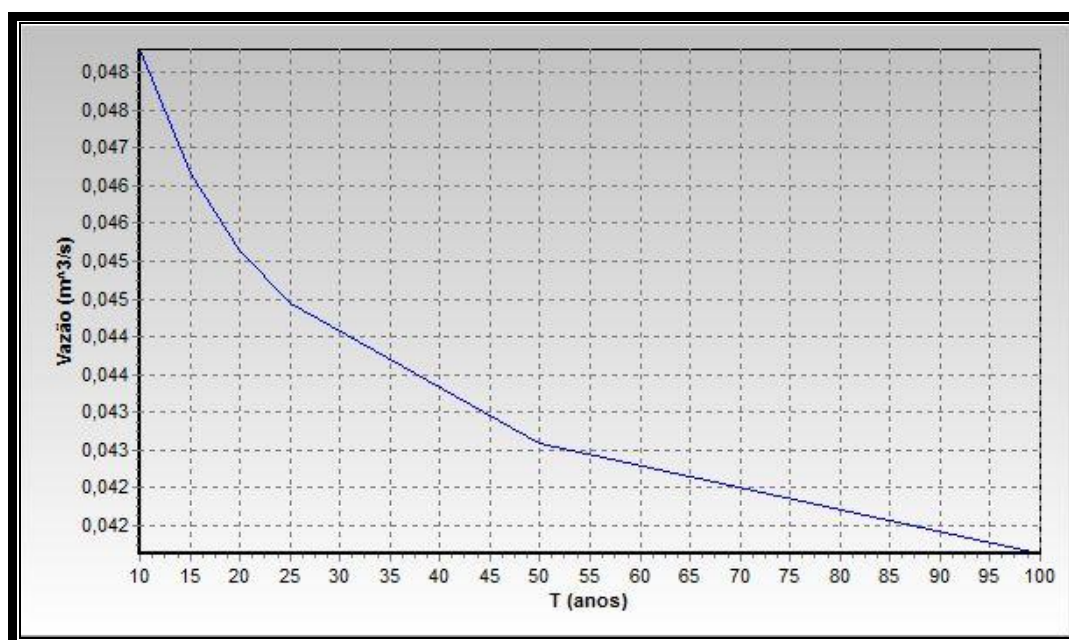




**Resultado 5: Q7,T**

Vazão mínima anual de 7 dias consecutivos com "T" anos de período de retorno:  $Q_{7,T}$  (m<sup>3</sup>/s):

T (anos)	10	15	20	25	50	100
Q (m <sup>3</sup> /s)	0,048	0,047	0,046	0,045	0,043	0,042





## **CÓRREGO CAÇAPAVA**

## Resultados

Precipitação anual média (mm):	1299,9
Região hidrológica:	L
Região hidrológica (parâmetro C):	Z
Latitude:	22° 52' 45"
Longitude:	49° 17' 01"
Norte (m):	7468811,000
Este (m):	676058,000

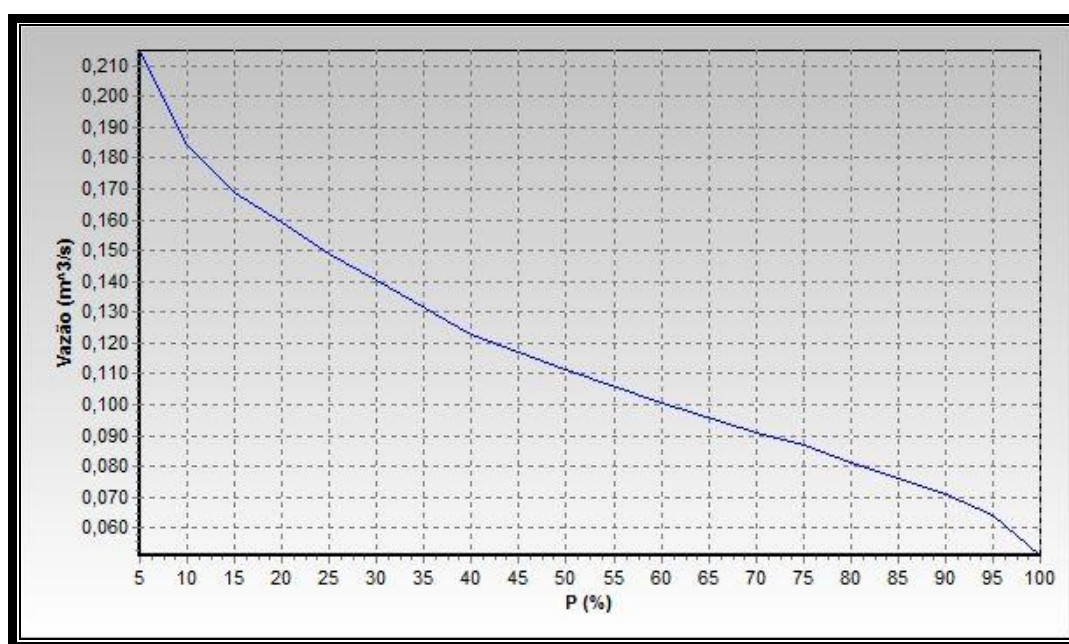
### Resultado 1: Vazão média de longo termo

Vazão média plurianual ( $m^3/s$ ): 0,121

### Resultado 2: Curva de Permanência

Vazão para "P (%)" de permanência ( $m^3/s$ ):

P (%)	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	75	80	85	90	95	100
Q ( $m^3/s$ )	0,215	0,184	0,169	0,159	0,149	0,141	0,123	0,111	0,100	0,091	0,087	0,081	0,076	0,071	0,064	0,051



## Resultado 3: Volume de regularização

Volume necessário para se regularizar "Qf" com risco "R (%)" de probabilidade de não atendimento em um ano qualquer ( $10^6 \text{ m}^3$ ):

Vazão firme "Qf" ( $\text{m}^3/\text{s}$ ):

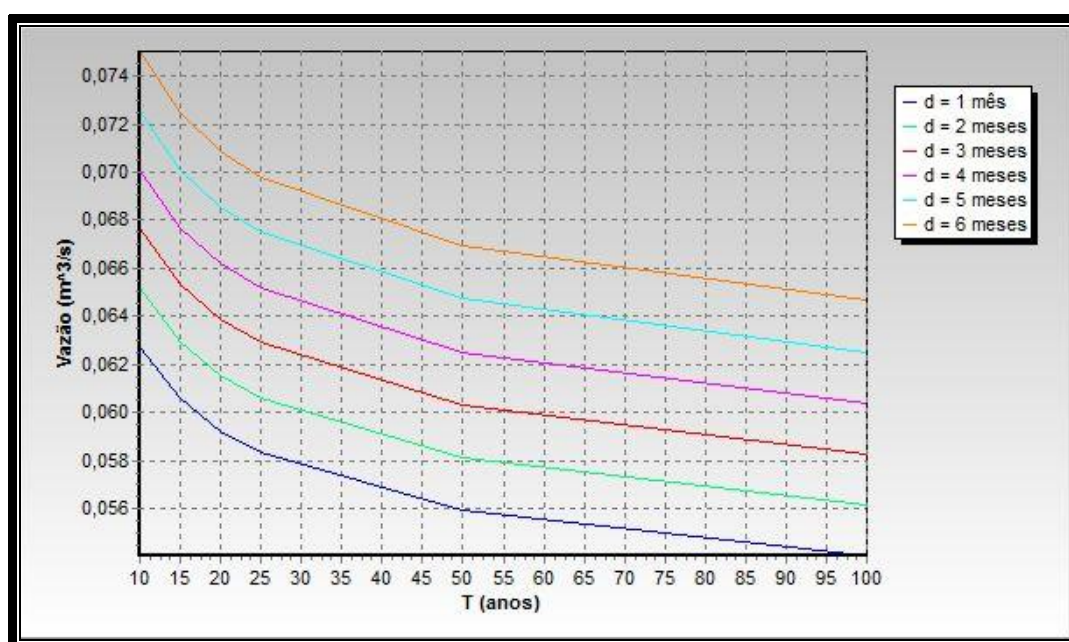
0,061

T (anos)	10	15	20	25	50	100
R (%) = 100 / T	10,00	6,67	5,00	4,00	2,00	1,00
Volume ( $10^6 \text{ m}^3$ )	0,000	0,002	0,004	0,006	0,015	0,024
Dur. crítica (meses)	0,095	0,532	0,817	1,021	1,589	2,075

## Resultado 4

Vazão mínima anual de "d" meses consecutivos com "T" anos de período de retorno ( $\text{m}^3/\text{s}$ ):

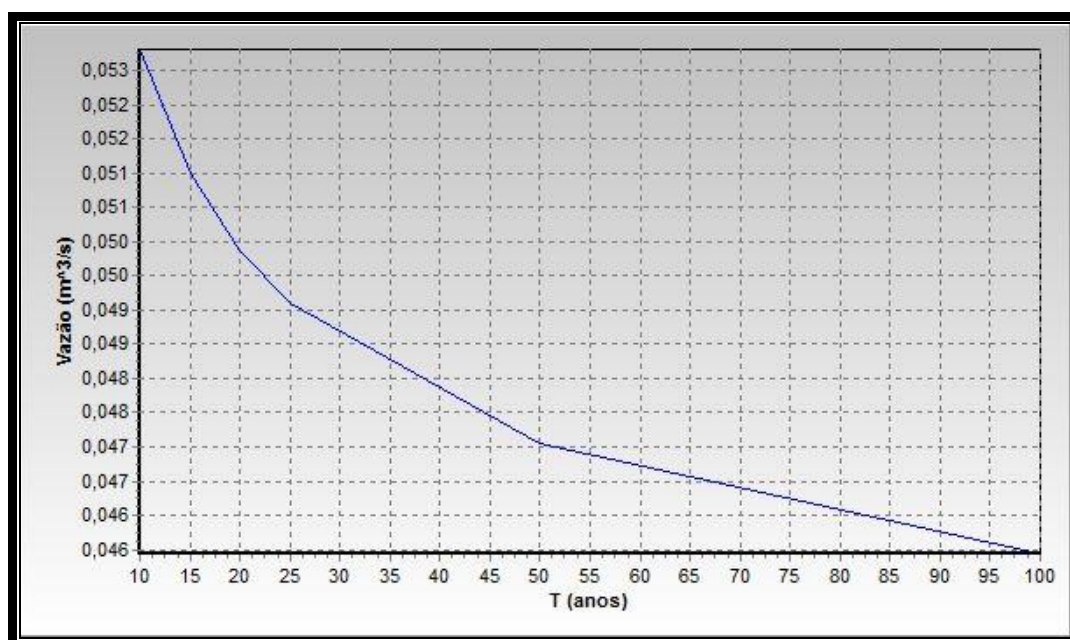
T (anos)	d = 1 mês	d = 2 meses	d = 3 meses	d = 4 meses	d = 5 meses	d = 6 meses
10	0,063	0,065	0,068	0,070	0,073	0,075
15	0,061	0,063	0,065	0,068	0,070	0,072
20	0,059	0,062	0,064	0,066	0,069	0,071
25	0,058	0,061	0,063	0,065	0,067	0,070
50	0,056	0,058	0,060	0,063	0,065	0,067
100	0,054	0,056	0,058	0,060	0,063	0,065



**Resultado 5: Q7,T**

Vazão mínima anual de 7 dias consecutivos com "T" anos de período de retorno:  $Q_{7,T}$  (m<sup>3</sup>/s):

T (anos)	10	15	20	25	50	100
Q (m <sup>3</sup> /s)	0,053	0,051	0,050	0,050	0,048	0,046



## **CÓRREGO CAPIVARI**

## Resultados

Precipitação anual média (mm):	1300,7
Região hidrológica:	L
Região hidrológica (parâmetro C):	Z
Latitude:	22° 52' 48"
Longitude:	49° 19' 11"
Norte (m):	7468765,000
Este (m):	672340,000

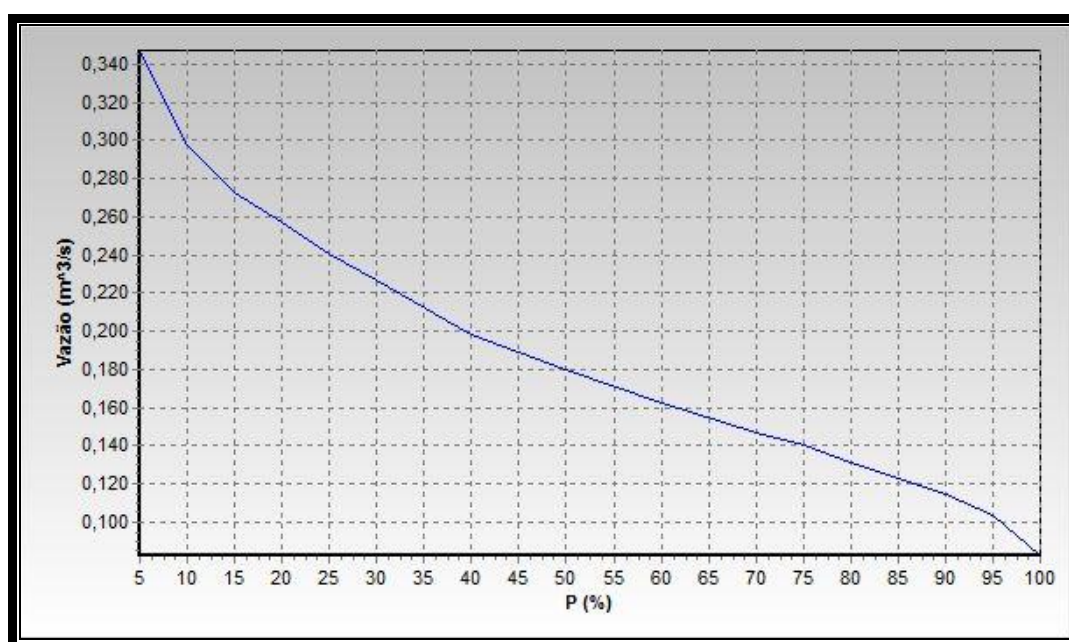
### Resultado 1: Vazão média de longo termo

Vazão média plurianual ( $m^3/s$ ): 0,196

### Resultado 2: Curva de Permanência

Vazão para "P (%)" de permanência ( $m^3/s$ ):

P (%)	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	75	80	85	90	95	100
Q ( $m^3/s$ )	0,347	0,298	0,273	0,257	0,240	0,227	0,199	0,180	0,162	0,147	0,141	0,131	0,123	0,114	0,103	0,082





## Resultado 3: Volume de regularização

Volume necessário para se regularizar "Qf" com risco "R (%)" de probabilidade de não atendimento em um ano qualquer ( $10^6 \text{ m}^3$ ):

Vazão firme "Qf" ( $\text{m}^3/\text{s}$ ):

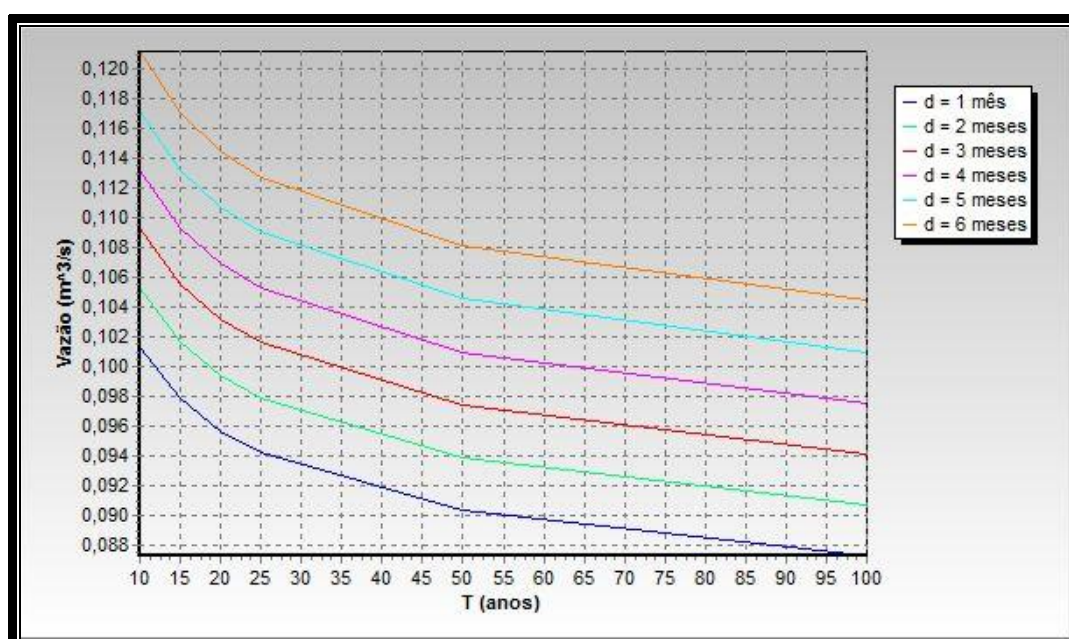
0,098

T (anos)	10	15	20	25	50	100
R (%) = 100 / T	10,00	6,67	5,00	4,00	2,00	1,00
Volume ( $10^6 \text{ m}^3$ )	0,000	0,003	0,007	0,010	0,024	0,039
Dur. crítica (meses)	0,095	0,532	0,817	1,021	1,589	2,075

## Resultado 4

Vazão mínima anual de "d" meses consecutivos com "T" anos de período de retorno ( $\text{m}^3/\text{s}$ ):

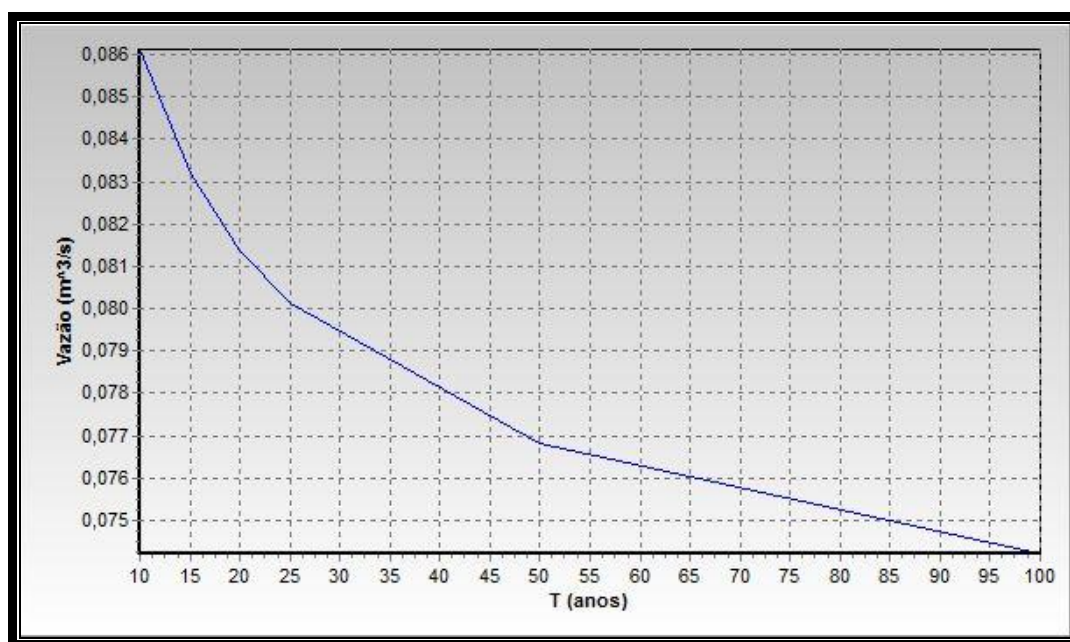
T (anos)	d = 1 mês	d = 2 meses	d = 3 meses	d = 4 meses	d = 5 meses	d = 6 meses
10	0,101	0,105	0,109	0,113	0,117	0,121
15	0,098	0,102	0,106	0,109	0,113	0,117
20	0,096	0,099	0,103	0,107	0,111	0,115
25	0,094	0,098	0,102	0,105	0,109	0,113
50	0,090	0,094	0,097	0,101	0,105	0,108
100	0,087	0,091	0,094	0,098	0,101	0,104



**Resultado 5: Q7,T**

Vazão mínima anual de 7 dias consecutivos com "T" anos de período de retorno:  $Q_{7,T}$  (m<sup>3</sup>/s):

T (anos)	10	15	20	25	50	100
Q (m <sup>3</sup> /s)	0,086	0,083	0,081	0,080	0,077	0,074



## **CÓRREGO DA AREIA BRANCA**

## Resultados

Precipitação anual média (mm):	1299,6
Região hidrológica:	L
Região hidrológica (parâmetro C):	Z
Latitude:	22° 46' 01"
Longitude:	49° 12' 42"
Norte (m):	7481134,000
Este (m):	683591,000

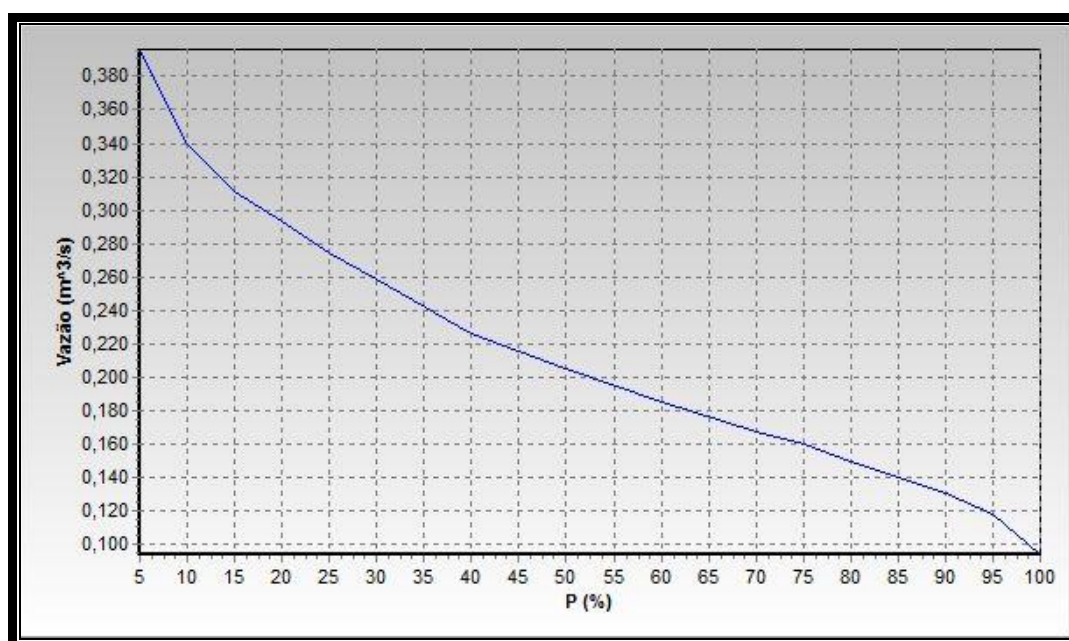
### Resultado 1: Vazão média de longo termo

Vazão média plurianual ( $m^3/s$ ): 0,224

### Resultado 2: Curva de Permanência

Vazão para "P (%)" de permanência ( $m^3/s$ ):

P (%)	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	75	80	85	90	95	100
Q ( $m^3/s$ )	0,396	0,340	0,311	0,293	0,274	0,259	0,227	0,205	0,185	0,167	0,160	0,149	0,141	0,130	0,118	0,094



## Resultado 3: Volume de regularização

Volume necessário para se regularizar "Qf" com risco "R (%)" de probabilidade de não atendimento em um ano qualquer ( $10^6 \text{ m}^3$ ):

Vazão firme "Qf" ( $\text{m}^3/\text{s}$ ):

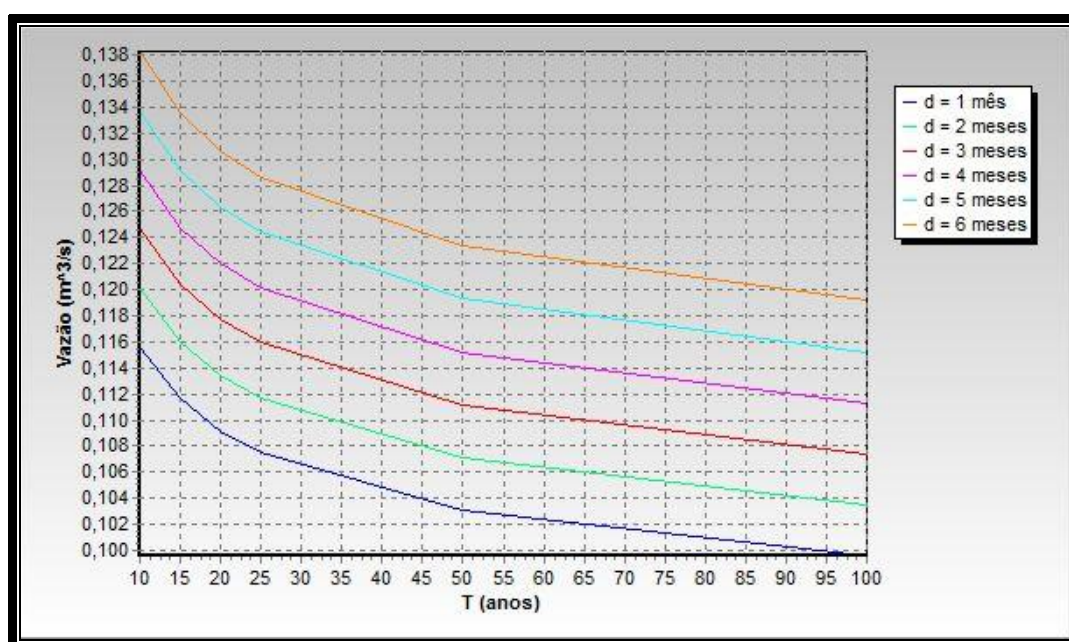
0,112

T (anos)	10	15	20	25	50	100
R (%) = 100 / T	10,00	6,67	5,00	4,00	2,00	1,00
Volume ( $10^6 \text{ m}^3$ )	0,000	0,003	0,008	0,012	0,027	0,044
Dur. crítica (meses)	0,095	0,532	0,817	1,021	1,589	2,075

## Resultado 4

Vazão mínima anual de "d" meses consecutivos com "T" anos de período de retorno ( $\text{m}^3/\text{s}$ ):

T (anos)	d = 1 mês	d = 2 meses	d = 3 meses	d = 4 meses	d = 5 meses	d = 6 meses
10	0,116	0,120	0,125	0,129	0,134	0,138
15	0,112	0,116	0,120	0,125	0,129	0,134
20	0,109	0,113	0,118	0,122	0,126	0,131
25	0,108	0,112	0,116	0,120	0,124	0,129
50	0,103	0,107	0,111	0,115	0,119	0,123
100	0,100	0,104	0,107	0,111	0,115	0,119

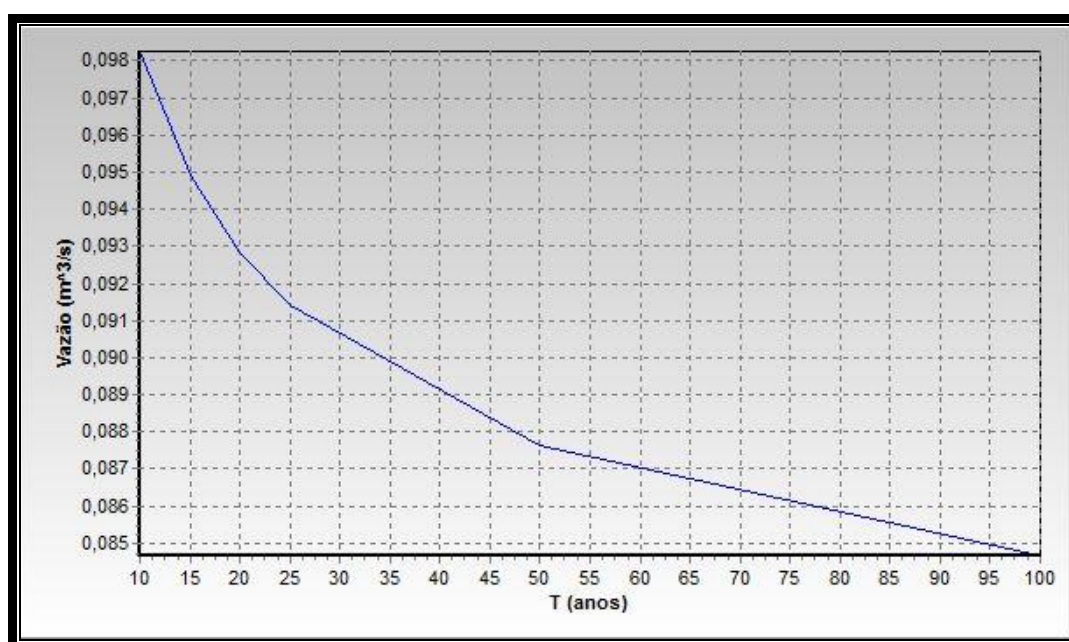




## Resultado 5: Q7,T

Vazão mínima anual de 7 dias consecutivos com "T" anos de período de retorno:  $Q_{7,T}$  (m<sup>3</sup>/s):

T (anos)	10	15	20	25	50	100
Q (m <sup>3</sup> /s)	0,098	0,095	0,093	0,091	0,088	0,085





## **CÓRREGO DA PONTE BRANCA**

## Resultados

Precipitação anual média (mm):	1300,2
Região hidrológica:	L
Região hidrológica (parâmetro C):	Z
Latitude:	22° 52' 52"
Longitude:	49° 13' 43"
Norte (m):	7468538,000
Este (m):	681705,000

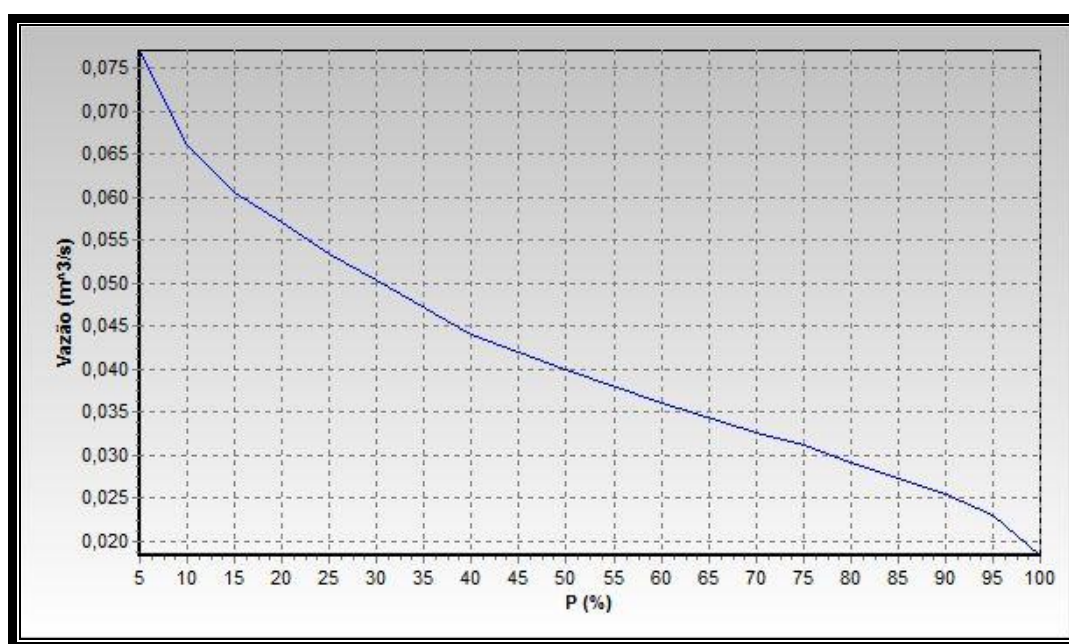
### Resultado 1: Vazão média de longo termo

Vazão média plurianual ( $m^3/s$ ): 0,044

### Resultado 2: Curva de Permanência

Vazão para "P (%)" de permanência ( $m^3/s$ ):

P (%)	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	75	80	85	90	95	100
Q ( $m^3/s$ )	0,077	0,066	0,061	0,057	0,053	0,050	0,044	0,040	0,036	0,033	0,031	0,029	0,027	0,025	0,023	0,018



## Resultado 3: Volume de regularização

Volume necessário para se regularizar "Qf" com risco "R (%)" de probabilidade de não atendimento em um ano qualquer ( $10^6 \text{ m}^3$ ):

Vazão firme "Qf" ( $\text{m}^3/\text{s}$ ):

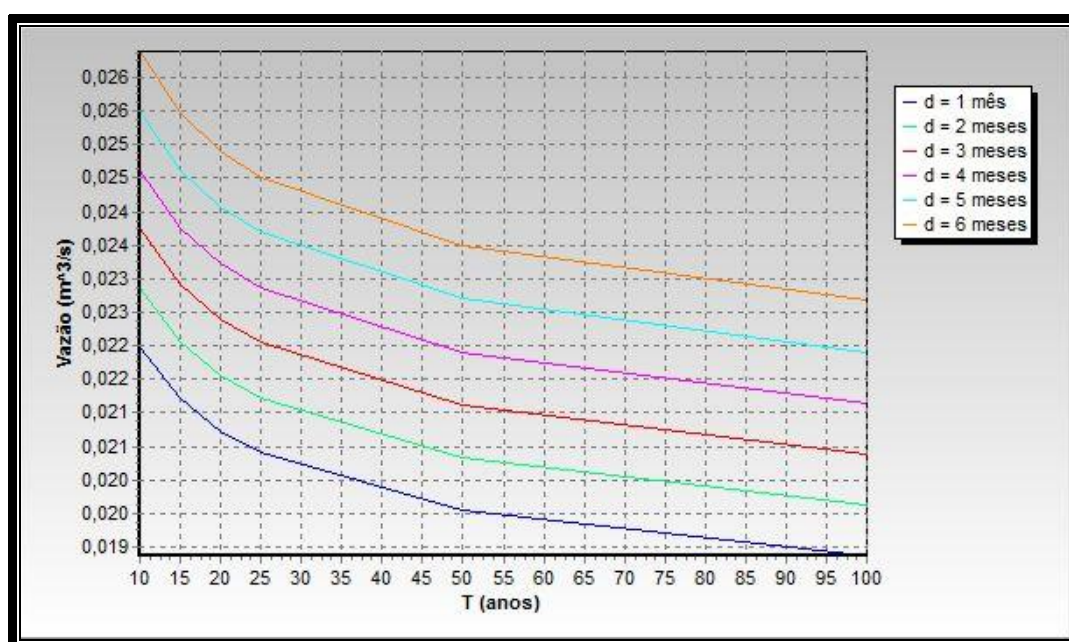
0,022

T (anos)	10	15	20	25	50	100
R (%) = 100 / T	10,00	6,67	5,00	4,00	2,00	1,00
Volume ( $10^6 \text{ m}^3$ )	0,000	0,001	0,001	0,002	0,005	0,009
Dur. crítica (meses)	0,095	0,532	0,817	1,021	1,589	2,075

## Resultado 4

Vazão mínima anual de "d" meses consecutivos com "T" anos de período de retorno ( $\text{m}^3/\text{s}$ ):

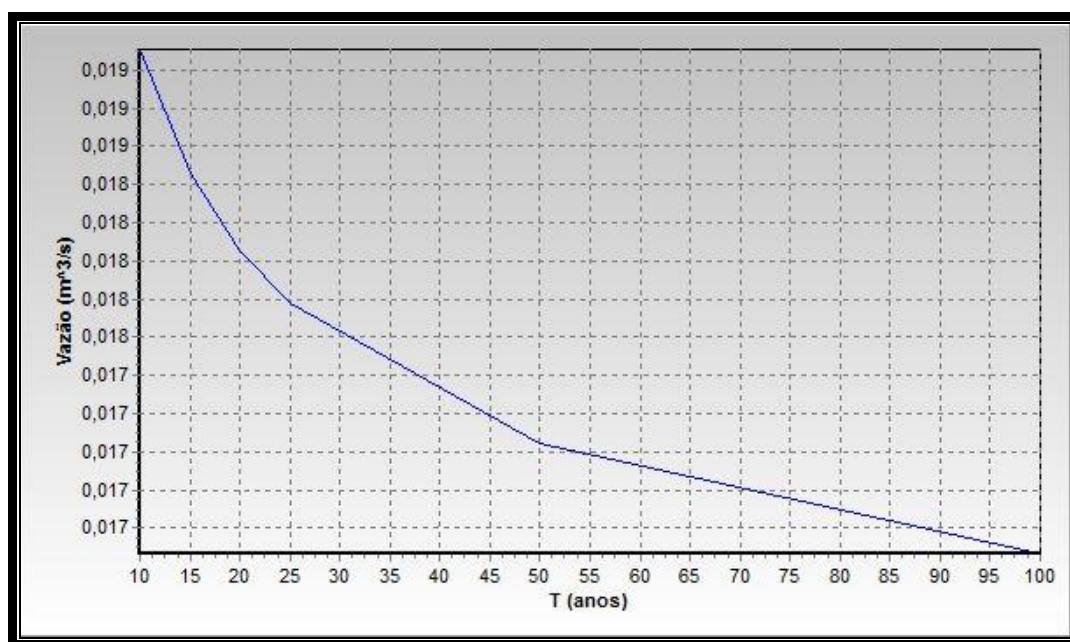
T (anos)	d = 1 mês	d = 2 meses	d = 3 meses	d = 4 meses	d = 5 meses	d = 6 meses
10	0,022	0,023	0,024	0,025	0,026	0,027
15	0,022	0,023	0,023	0,024	0,025	0,026
20	0,021	0,022	0,023	0,024	0,025	0,025
25	0,021	0,022	0,023	0,023	0,024	0,025
50	0,020	0,021	0,022	0,022	0,023	0,024
100	0,019	0,020	0,021	0,022	0,022	0,023



**Resultado 5: Q<sub>7,T</sub>**

Vazão mínima anual de 7 dias consecutivos com "T" anos de período de retorno:  $Q_{7,T}$  (m<sup>3</sup>/s):

T (anos)	10	15	20	25	50	100
Q (m <sup>3</sup> /s)	0,019	0,018	0,018	0,018	0,017	0,016



## **CÓRREGO DAS PALMEIRAS**

## Resultados

Precipitação anual média (mm):	1300,4
Região hidrológica:	L
Região hidrológica (parâmetro C):	Z
Latitude:	22° 51' 22"
Longitude:	49° 11' 21"
Norte (m):	7471245,000
Este (m):	685777,000

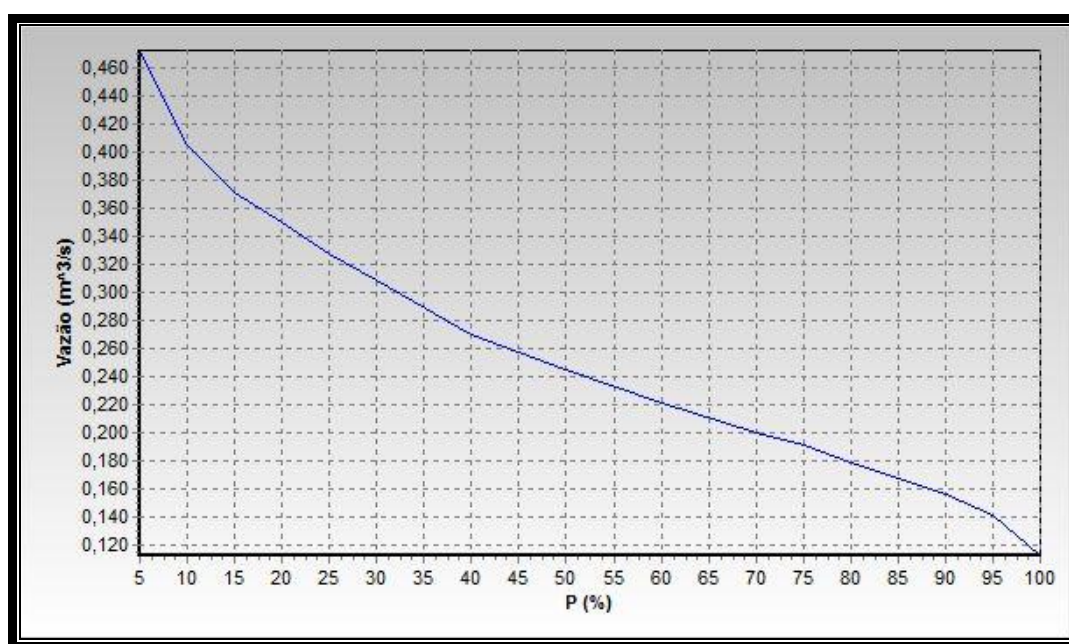
### Resultado 1: Vazão média de longo termo

Vazão média plurianual ( $m^3/s$ ): 0,267

### Resultado 2: Curva de Permanência

Vazão para "P (%)" de permanência ( $m^3/s$ ):

P (%)	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	75	80	85	90	95	100
Q ( $m^3/s$ )	0,473	0,405	0,372	0,350	0,327	0,310	0,270	0,245	0,221	0,200	0,192	0,178	0,168	0,156	0,141	0,112





## Resultado 3: Volume de regularização

Volume necessário para se regularizar "Qf" com risco "R (%)" de probabilidade de não atendimento em um ano qualquer ( $10^6 \text{ m}^3$ ):

Vazão firme "Qf" ( $\text{m}^3/\text{s}$ ):

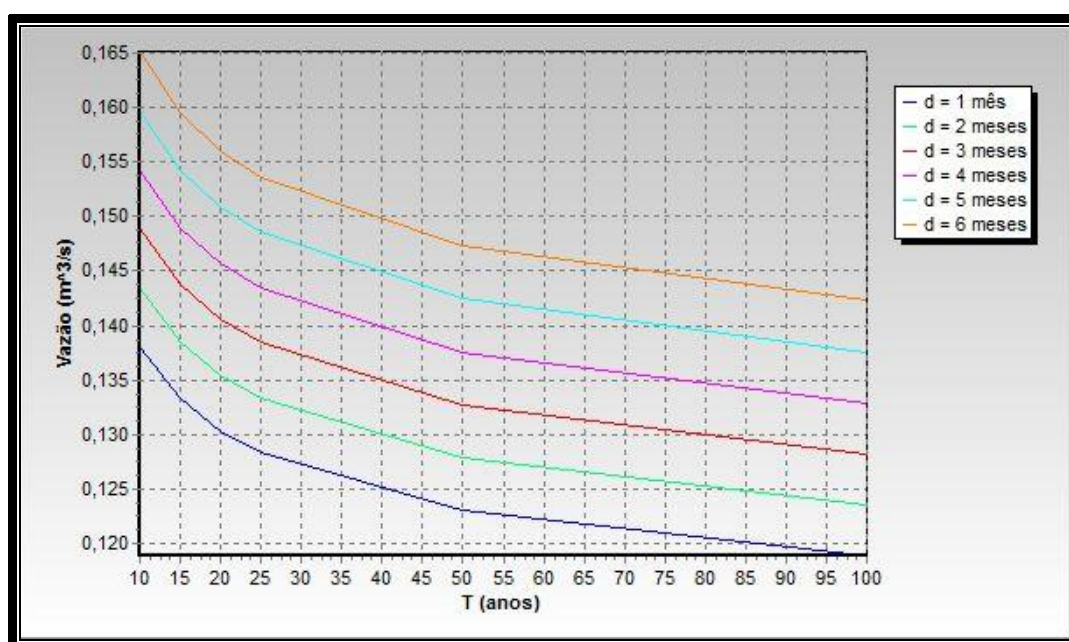
0,134

T (anos)	10	15	20	25	50	100
R (%) = 100 / T	10,00	6,67	5,00	4,00	2,00	1,00
Volume ( $10^6 \text{ m}^3$ )	0,000	0,004	0,009	0,014	0,032	0,053
Dur. crítica (meses)	0,095	0,532	0,817	1,021	1,589	2,075

## Resultado 4

Vazão mínima anual de "d" meses consecutivos com "T" anos de período de retorno ( $\text{m}^3/\text{s}$ ):

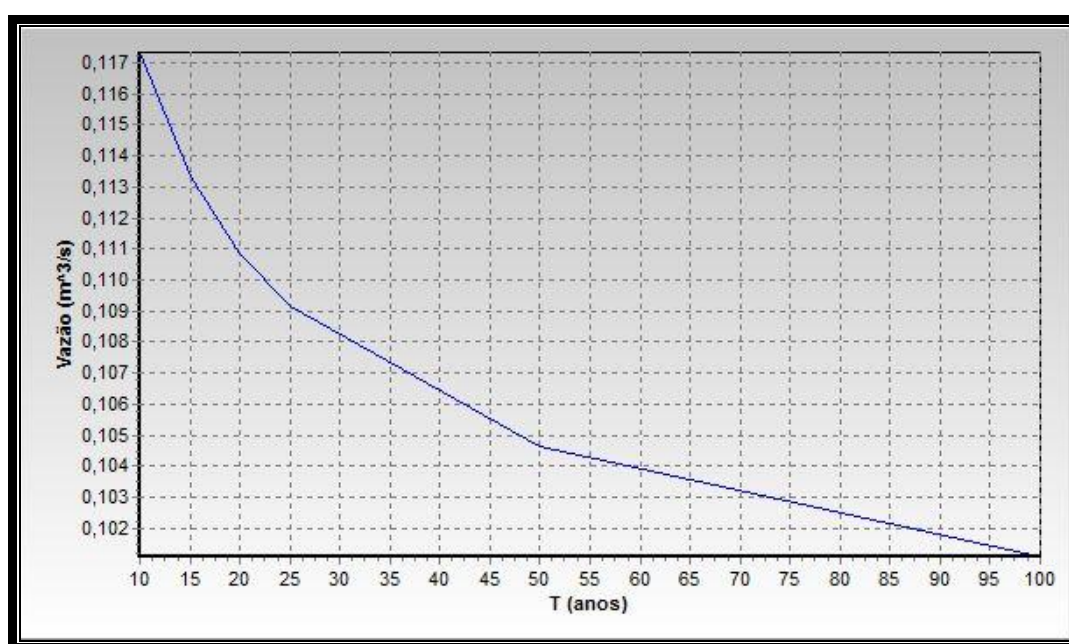
T (anos)	d = 1 mês	d = 2 meses	d = 3 meses	d = 4 meses	d = 5 meses	d = 6 meses
10	0,138	0,143	0,149	0,154	0,160	0,165
15	0,133	0,139	0,144	0,149	0,154	0,159
20	0,130	0,136	0,141	0,146	0,151	0,156
25	0,128	0,133	0,138	0,144	0,149	0,154
50	0,123	0,128	0,133	0,138	0,142	0,147
100	0,119	0,124	0,128	0,133	0,138	0,142



## Resultado 5: Q<sub>7,T</sub>

Vazão mínima anual de 7 dias consecutivos com "T" anos de período de retorno: Q<sub>7,T</sub> (m<sup>3</sup>/s):

T (anos)	10	15	20	25	50	100
Q (m <sup>3</sup> /s)	0,117	0,113	0,111	0,109	0,105	0,101



## **CÓRREGO DO MATÃO**

## Resultados

Precipitação anual média (mm):	1301,0
Região hidrológica:	L
Região hidrológica (parâmetro C):	Z
Latitude:	22° 53' 14"
Longitude:	49° 21' 53"
Norte (m):	7468001,000
Este (m):	667736,000

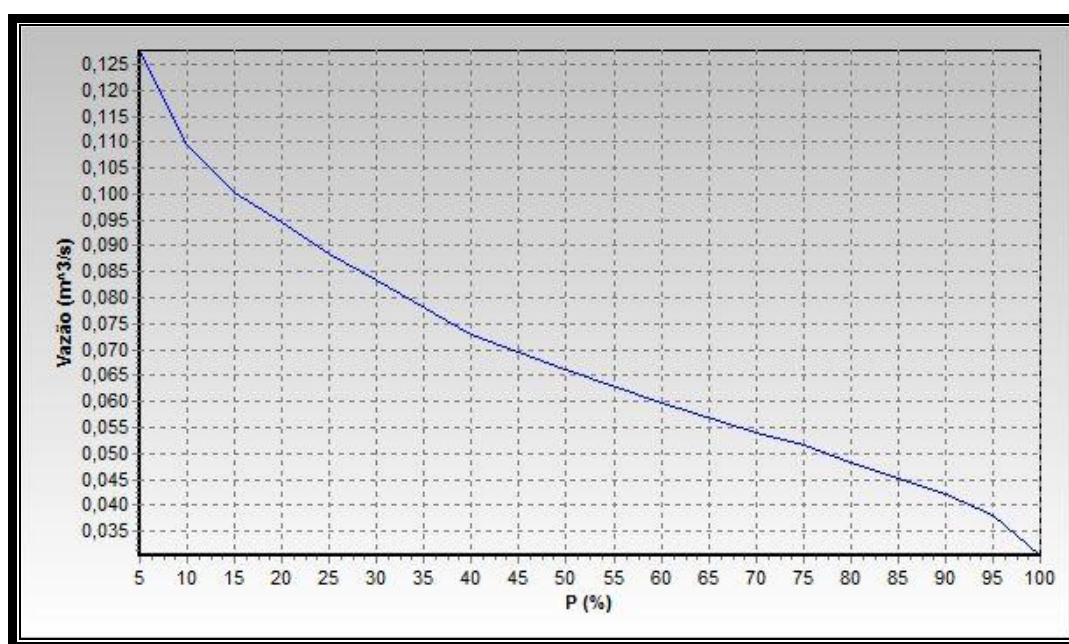
### Resultado 1: Vazão média de longo termo

Vazão média plurianual ( $m^3/s$ ): 0,072

### Resultado 2: Curva de Permanência

Vazão para "P (%)" de permanência ( $m^3/s$ ):

P (%)	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	75	80	85	90	95	100
Q ( $m^3/s$ )	0,128	0,109	0,100	0,095	0,088	0,084	0,073	0,066	0,060	0,054	0,052	0,048	0,045	0,042	0,038	0,030



## Resultado 3: Volume de regularização

Volume necessário para se regularizar "Qf" com risco "R (%)" de probabilidade de não atendimento em um ano qualquer ( $10^6 \text{ m}^3$ ):

Vazão firme "Qf" ( $\text{m}^3/\text{s}$ ):

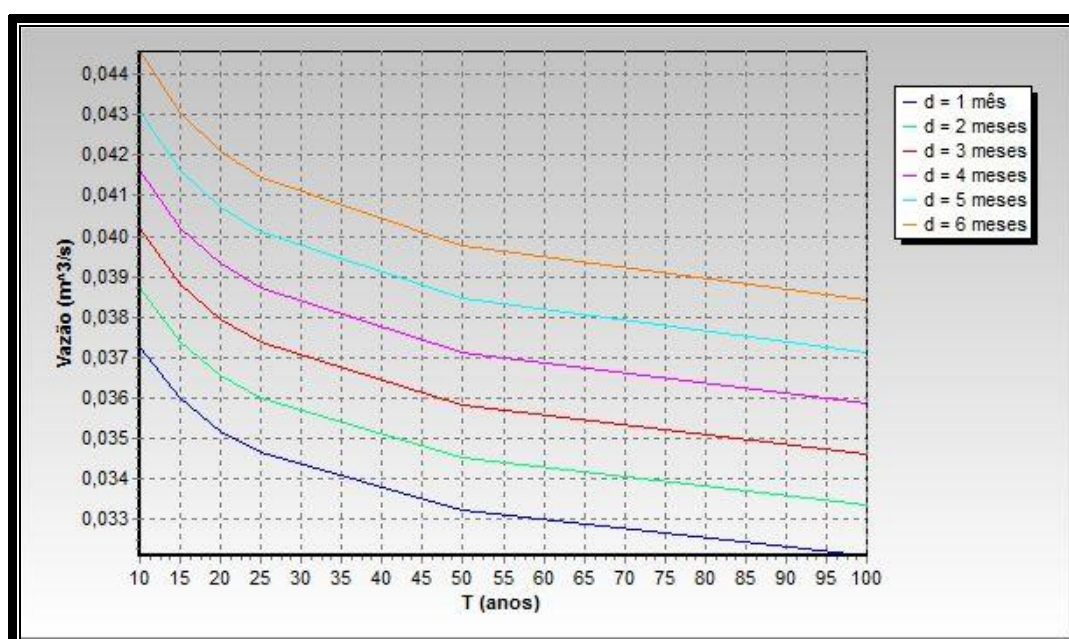
0,036

T (anos)	10	15	20	25	50	100
R (%) = 100 / T	10,00	6,67	5,00	4,00	2,00	1,00
Volume ( $10^6 \text{ m}^3$ )	0,000	0,001	0,002	0,004	0,009	0,014
Dur. crítica (meses)	0,095	0,532	0,817	1,021	1,589	2,075

## Resultado 4

Vazão mínima anual de "d" meses consecutivos com "T" anos de período de retorno ( $\text{m}^3/\text{s}$ ):

T (anos)	d = 1 mês	d = 2 meses	d = 3 meses	d = 4 meses	d = 5 meses	d = 6 meses
10	0,037	0,039	0,040	0,042	0,043	0,045
15	0,036	0,037	0,039	0,040	0,042	0,043
20	0,035	0,037	0,038	0,039	0,041	0,042
25	0,035	0,036	0,037	0,039	0,040	0,041
50	0,033	0,035	0,036	0,037	0,038	0,040
100	0,032	0,033	0,035	0,036	0,037	0,038

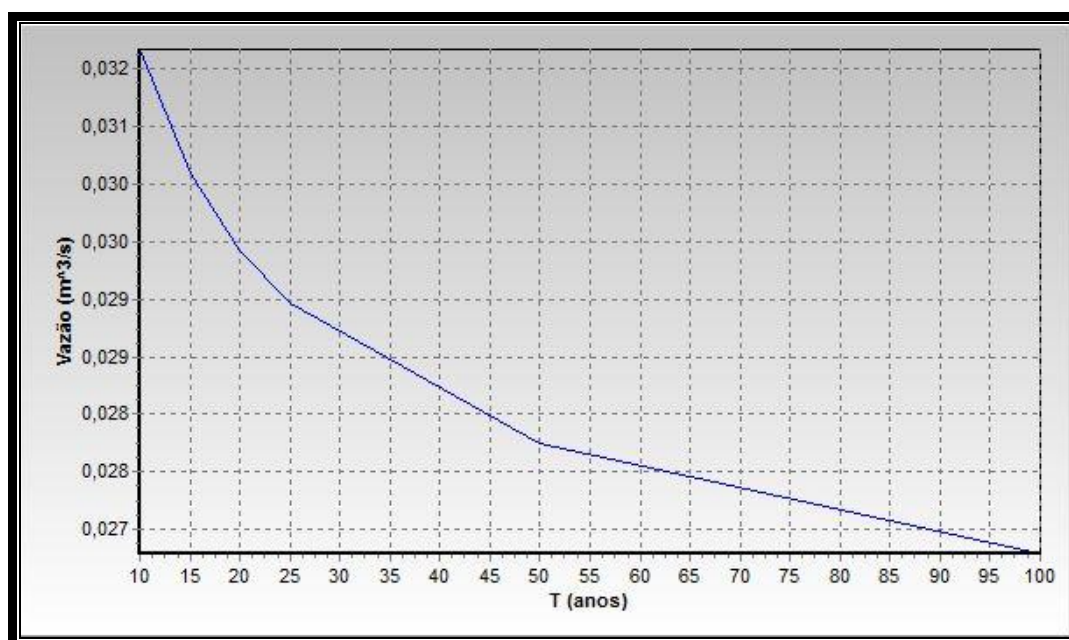




## Resultado 5: Q7,T

Vazão mínima anual de 7 dias consecutivos com "T" anos de período de retorno:  $Q_{7,T}$  (m<sup>3</sup>/s):

T (anos)	10	15	20	25	50	100
Q (m <sup>3</sup> /s)	0,032	0,031	0,030	0,029	0,028	0,027





## **CÓRREGO MONTE ALTO**

## Resultados

Precipitação anual média (mm):	1299,9
Região hidrológica:	L
Região hidrológica (parâmetro C):	Z
Latitude:	22° 52' 46"
Longitude:	49° 16' 38"
Norte (m):	7468765,000
Este (m):	676728,000

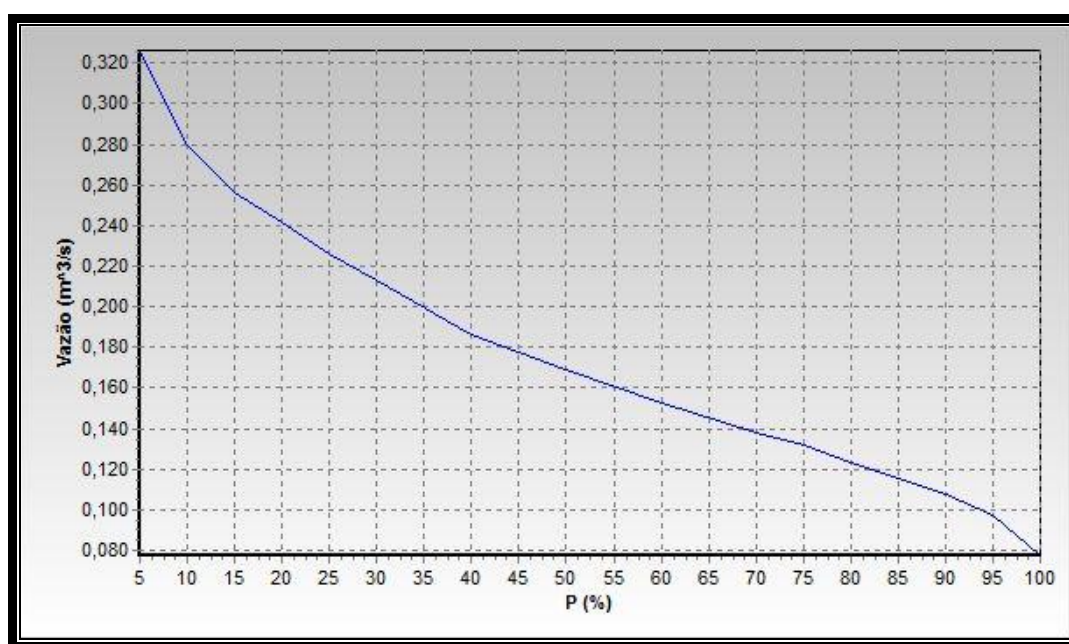
### Resultado 1: Vazão média de longo termo

Vazão média plurianual ( $m^3/s$ ): 0,184

### Resultado 2: Curva de Permanência

Vazão para "P (%)" de permanência ( $m^3/s$ ):

P (%)	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	75	80	85	90	95	100
Q ( $m^3/s$ )	0,326	0,280	0,256	0,242	0,226	0,213	0,187	0,169	0,152	0,138	0,132	0,123	0,116	0,107	0,097	0,077



## Resultado 3: Volume de regularização

Volume necessário para se regularizar "Qf" com risco "R (%)" de probabilidade de não atendimento em um ano qualquer ( $10^6 \text{ m}^3$ ):

Vazão firme "Qf" ( $\text{m}^3/\text{s}$ ):

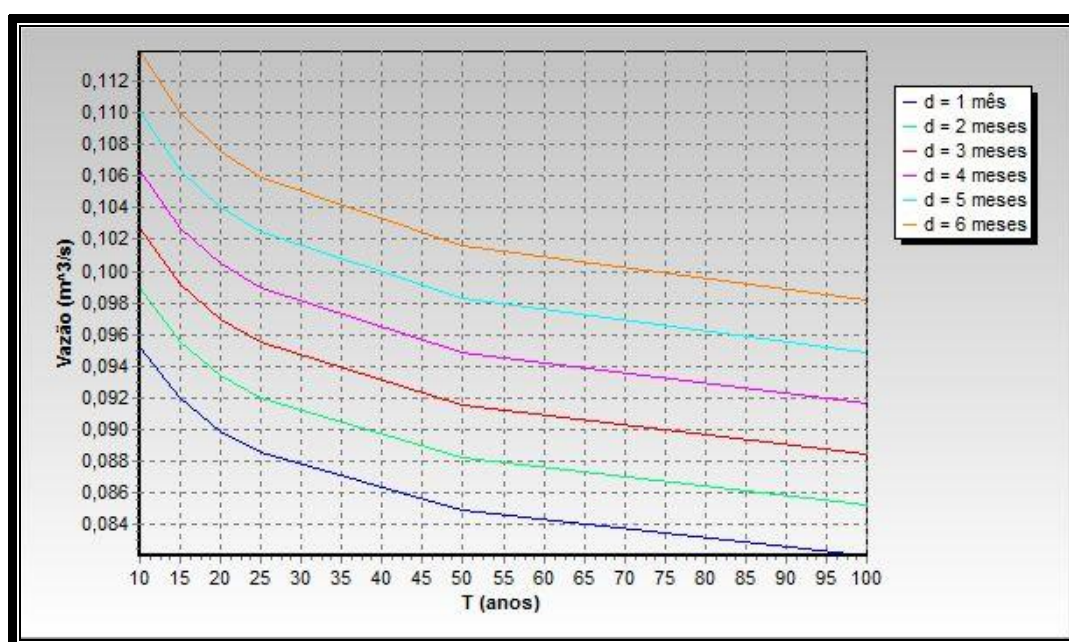
0,092

T (anos)	10	15	20	25	50	100
R (%) = 100 / T	10,00	6,67	5,00	4,00	2,00	1,00
Volume ( $10^6 \text{ m}^3$ )	0,000	0,003	0,006	0,010	0,022	0,036
Dur. crítica (meses)	0,095	0,532	0,817	1,021	1,589	2,075

## Resultado 4

Vazão mínima anual de "d" meses consecutivos com "T" anos de período de retorno ( $\text{m}^3/\text{s}$ ):

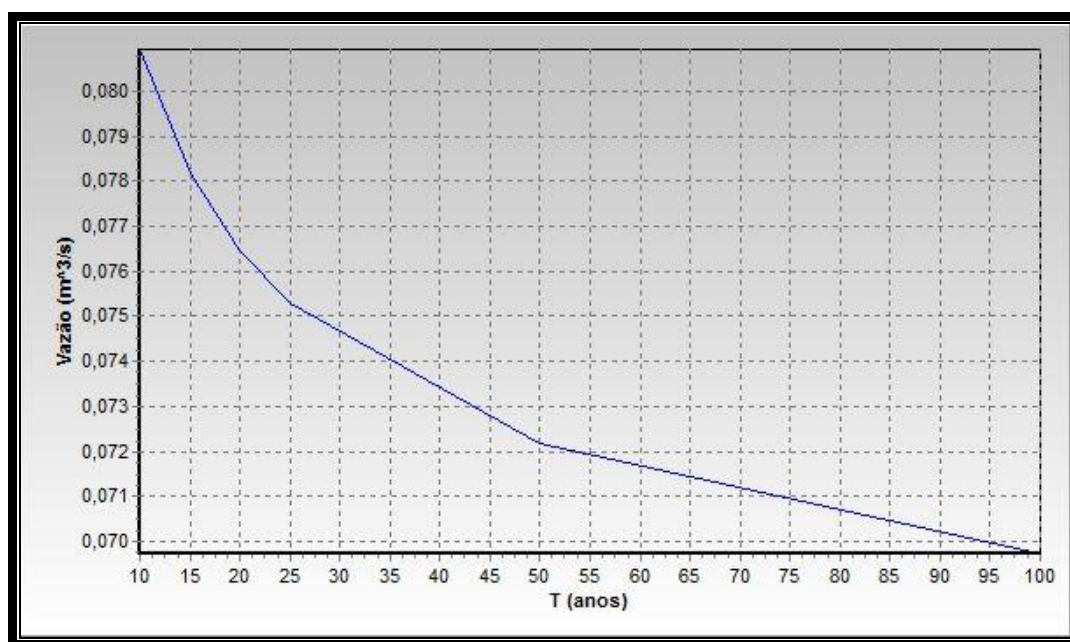
T (anos)	d = 1 mês	d = 2 meses	d = 3 meses	d = 4 meses	d = 5 meses	d = 6 meses
10	0,095	0,099	0,103	0,106	0,110	0,114
15	0,092	0,096	0,099	0,103	0,106	0,110
20	0,090	0,093	0,097	0,101	0,104	0,108
25	0,089	0,092	0,096	0,099	0,102	0,106
50	0,085	0,088	0,092	0,095	0,098	0,102
100	0,082	0,085	0,088	0,092	0,095	0,098



## Resultado 5: Q<sub>7,T</sub>

Vazão mínima anual de 7 dias consecutivos com "T" anos de período de retorno:  $Q_{7,T}$  (m<sup>3</sup>/s):

T (anos)	10	15	20	25	50	100
Q (m <sup>3</sup> /s)	0,081	0,078	0,076	0,075	0,072	0,070



## **CÓRREGO TRÊS BARRAS**

## Resultados

Precipitação anual média (mm):	1300,1
Região hidrológica:	L
Região hidrológica (parâmetro C):	Z
Latitude:	22° 52' 56"
Longitude:	49° 17' 34"
Norte (m):	7468493,000
Este (m):	675119,000

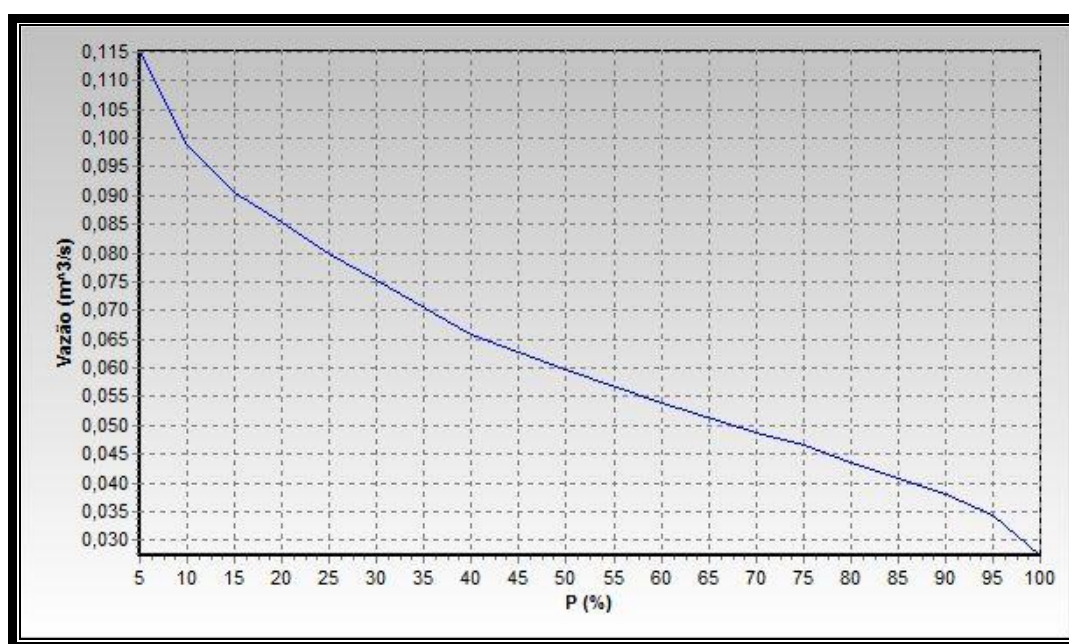
### Resultado 1: Vazão média de longo termo

Vazão média plurianual ( $m^3/s$ ): 0,065

### Resultado 2: Curva de Permanência

Vazão para "P (%)" de permanência ( $m^3/s$ ):

P (%)	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	75	80	85	90	95	100
Q ( $m^3/s$ )	0,115	0,099	0,091	0,085	0,080	0,075	0,066	0,060	0,054	0,049	0,047	0,043	0,041	0,038	0,034	0,027





## Resultado 3: Volume de regularização

Volume necessário para se regularizar "Qf" com risco "R (%)" de probabilidade de não atendimento em um ano qualquer ( $10^6 \text{ m}^3$ ):

Vazão firme "Qf" ( $\text{m}^3/\text{s}$ ):

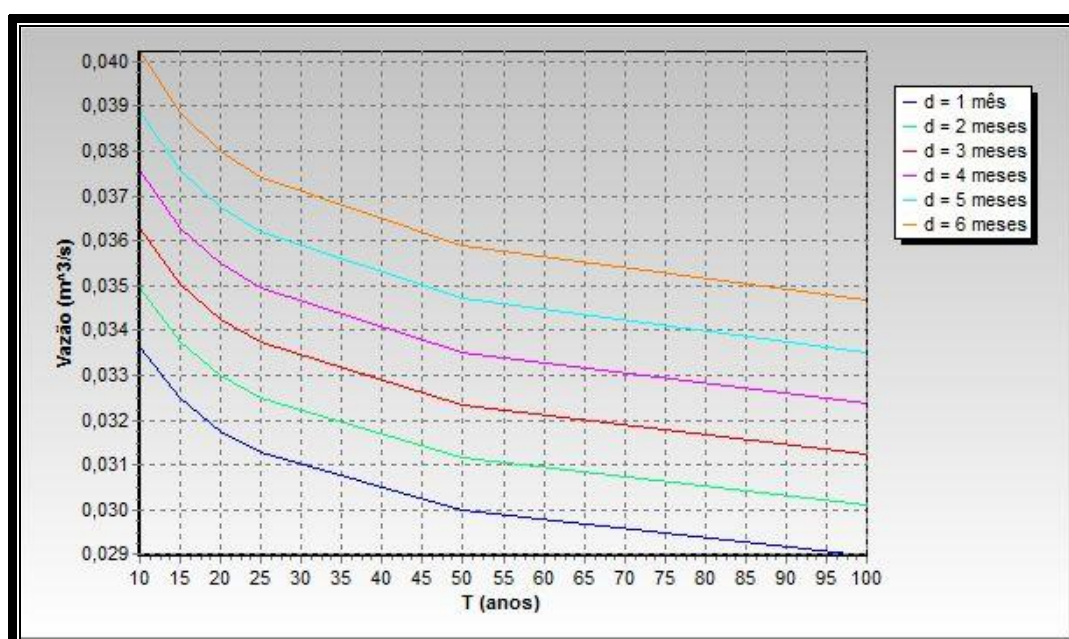
0,033

T (anos)	10	15	20	25	50	100
R (%) = 100 / T	10,00	6,67	5,00	4,00	2,00	1,00
Volume ( $10^6 \text{ m}^3$ )	0,000	0,001	0,002	0,003	0,008	0,013
Dur. crítica (meses)	0,095	0,532	0,817	1,021	1,589	2,075

## Resultado 4

Vazão mínima anual de "d" meses consecutivos com "T" anos de período de retorno ( $\text{m}^3/\text{s}$ ):

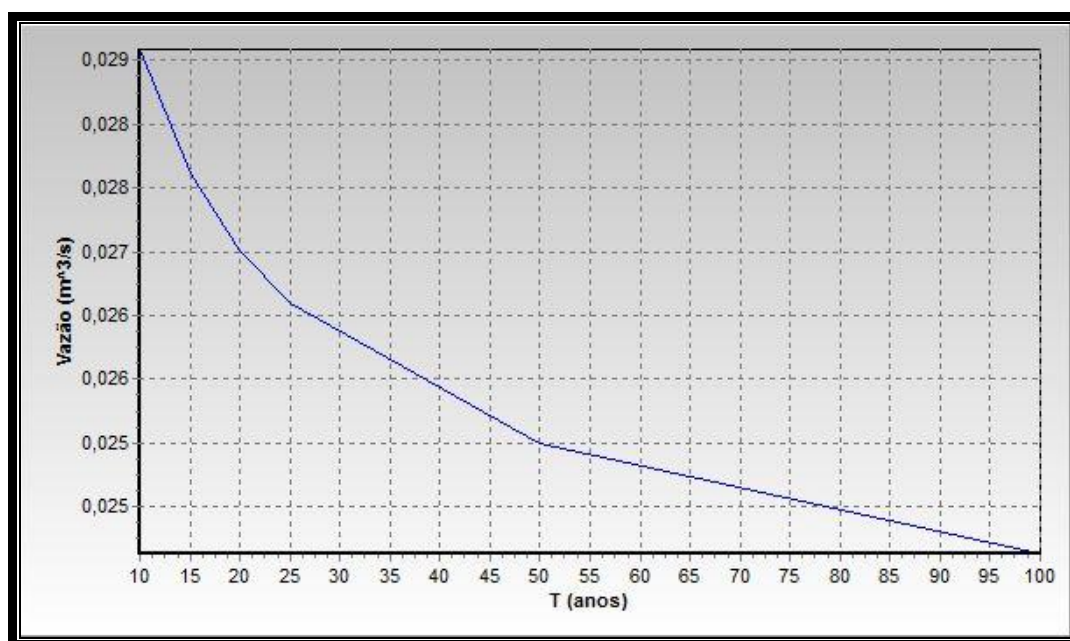
T (anos)	d = 1 mês	d = 2 meses	d = 3 meses	d = 4 meses	d = 5 meses	d = 6 meses
10	0,034	0,035	0,036	0,038	0,039	0,040
15	0,032	0,034	0,035	0,036	0,038	0,039
20	0,032	0,033	0,034	0,036	0,037	0,038
25	0,031	0,033	0,034	0,035	0,036	0,037
50	0,030	0,031	0,032	0,034	0,035	0,036
100	0,029	0,030	0,031	0,032	0,034	0,035



## Resultado 5: Q7,T

Vazão mínima anual de 7 dias consecutivos com "T" anos de período de retorno:  $Q_{7,T}$  (m<sup>3</sup>/s):

T (anos)	10	15	20	25	50	100
Q (m <sup>3</sup> /s)	0,029	0,028	0,027	0,027	0,025	0,025



## **RIBEIRÃO CAPIVARI**

## Resultados

Precipitação anual média (mm):	1299,8
Região hidrológica:	L
Região hidrológica (parâmetro C):	Z
Latitude:	22° 52' 33"
Longitude:	49° 14' 46"
Norte (m):	7469144,000
Este (m):	679923,000

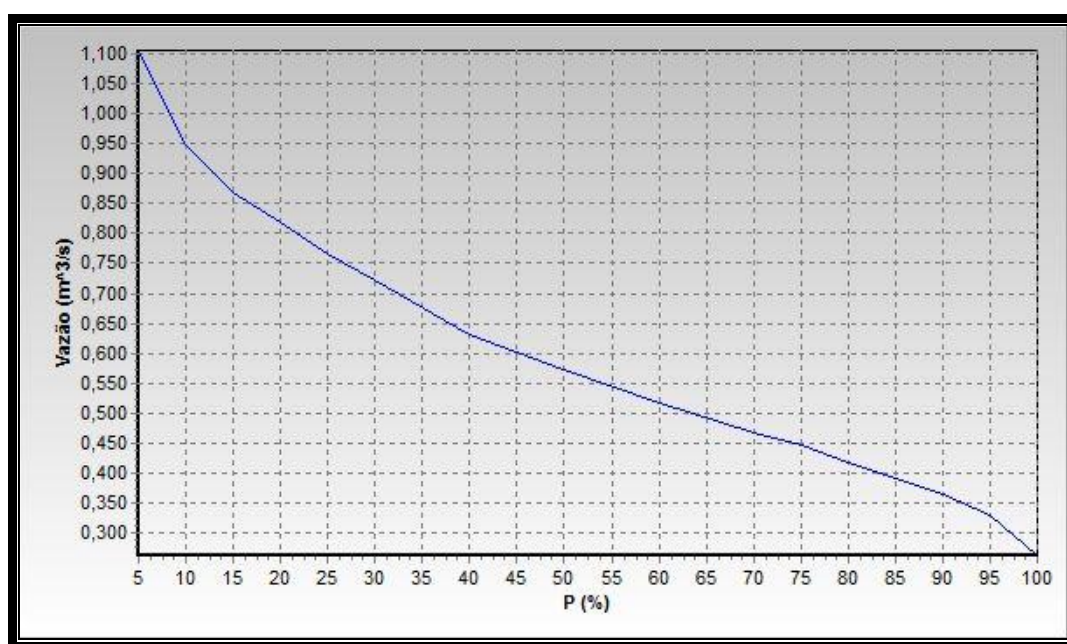
### Resultado 1: Vazão média de longo termo

Vazão média plurianual ( $m^3/s$ ): 0,625

### Resultado 2: Curva de Permanência

Vazão para "P (%)" de permanência ( $m^3/s$ ):

P (%)	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	75	80	85	90	95	100
Q ( $m^3/s$ )	1,106	0,948	0,868	0,818	0,765	0,723	0,632	0,572	0,517	0,467	0,448	0,417	0,392	0,364	0,329	0,262



## Resultado 3: Volume de regularização

Volume necessário para se regularizar "Qf" com risco "R (%)" de probabilidade de não atendimento em um ano qualquer ( $10^6 \text{ m}^3$ ):

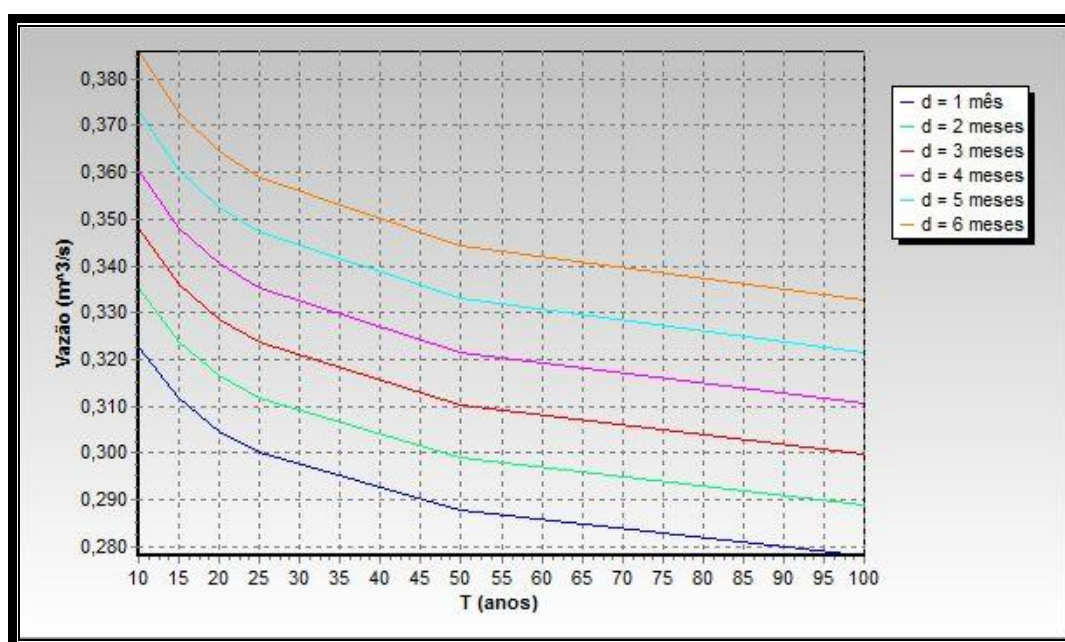
Vazão firme "Qf" ( $\text{m}^3/\text{s}$ ):

T (anos)	10	15	20	25	50	100
R (%) = 100 / T	10,00	6,67	5,00	4,00	2,00	1,00
Volume ( $10^6 \text{ m}^3$ )	0,000	0,009	0,021	0,032	0,075	0,123
Dur. crítica (meses)	0,095	0,532	0,817	1,021	1,589	2,075

## Resultado 4

Vazão mínima anual de "d" meses consecutivos com "T" anos de período de retorno ( $\text{m}^3/\text{s}$ ):

T (anos)	d = 1 mês	d = 2 meses	d = 3 meses	d = 4 meses	d = 5 meses	d = 6 meses
10	0,323	0,335	0,348	0,361	0,373	0,386
15	0,312	0,324	0,336	0,348	0,360	0,373
20	0,305	0,317	0,329	0,341	0,353	0,365
25	0,300	0,312	0,324	0,335	0,347	0,359
50	0,288	0,299	0,310	0,322	0,333	0,344
100	0,278	0,289	0,300	0,311	0,322	0,333

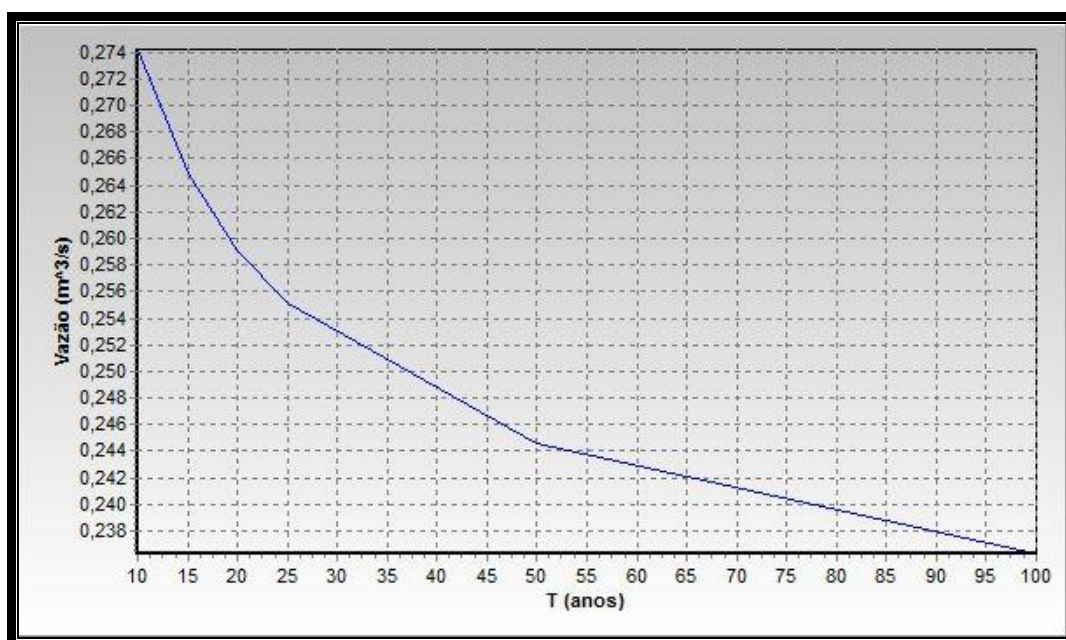




**Resultado 5: Q7,T**

Vazão mínima anual de 7 dias consecutivos com "T" anos de período de retorno:  $Q_{7,T}$  (m<sup>3</sup>/s):

T (anos)	10	15	20	25	50	100
Q (m <sup>3</sup> /s)	0,274	0,265	0,259	0,255	0,245	0,236





## **RIBEIRÃO JURITI**

## Resultados

Precipitação anual média (mm):	1299,2
Região hidrológica:	L
Região hidrológica (parâmetro C):	Z
Latitude:	22° 51' 07"
Longitude:	49° 22' 36"
Norte (m):	7471931,000
Este (m):	666540,000

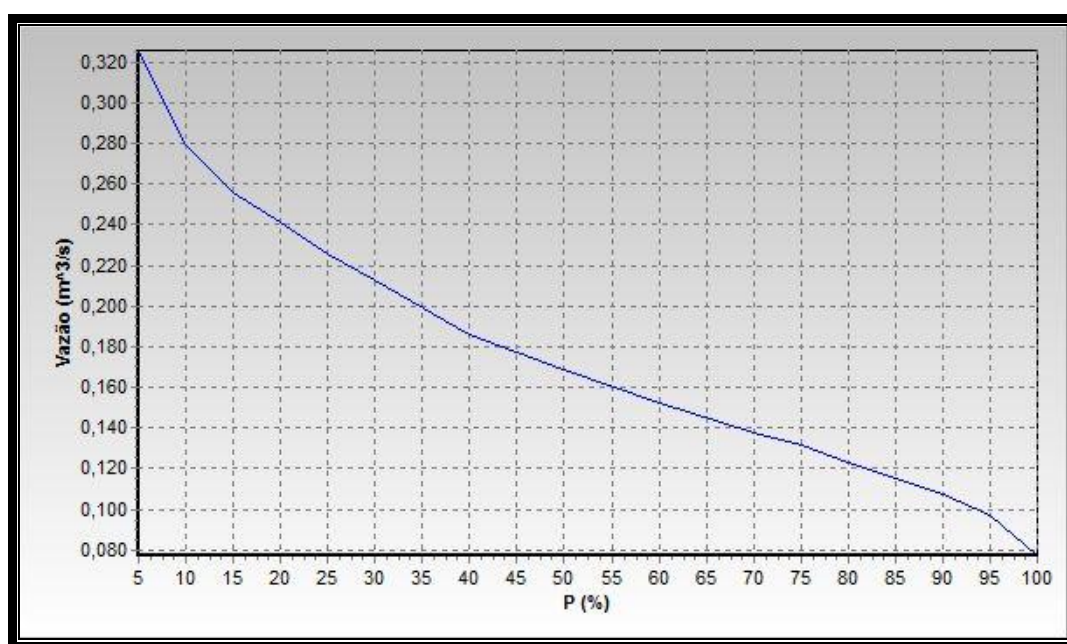
### Resultado 1: Vazão média de longo termo

Vazão média plurianual ( $m^3/s$ ): 0,184

### Resultado 2: Curva de Permanência

Vazão para "P (%)" de permanência ( $m^3/s$ ):

P (%)	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	75	80	85	90	95	100
Q ( $m^3/s$ )	0,326	0,279	0,256	0,241	0,225	0,213	0,186	0,168	0,152	0,138	0,132	0,123	0,116	0,107	0,097	0,077



### Resultado 3: Volume de regularização

Volume necessário para se regularizar "Qf" com risco "R (%)" de probabilidade de não atendimento em um ano qualquer ( $10^6 \text{ m}^3$ ):

Vazão firme "Qf" ( $\text{m}^3/\text{s}$ ):

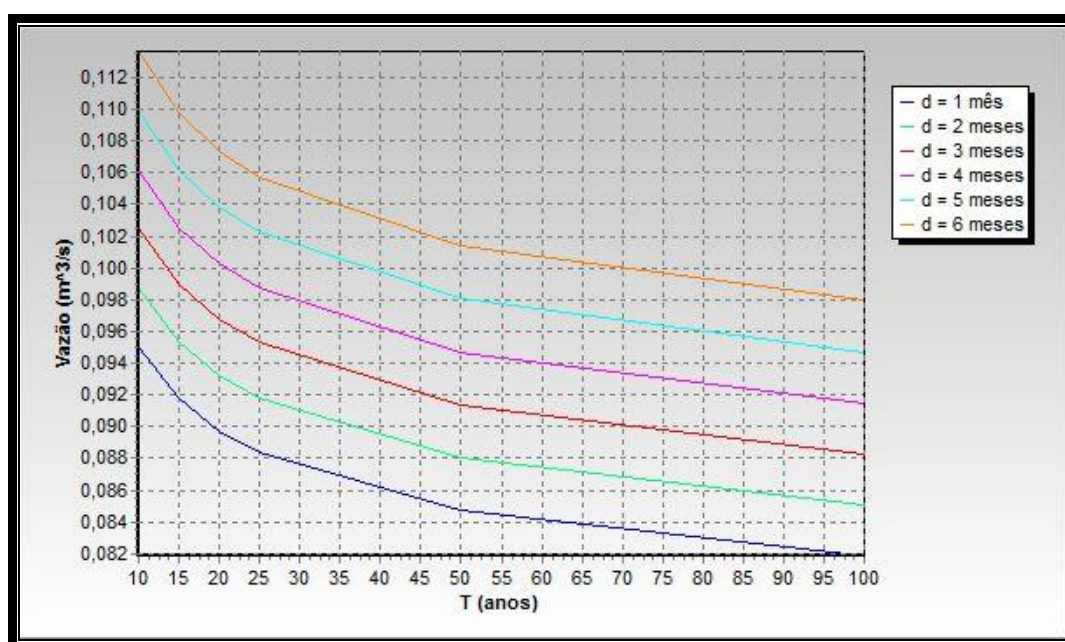
0,092

T (anos)	10	15	20	25	50	100
R (%) = 100 / T	10,00	6,67	5,00	4,00	2,00	1,00
Volume ( $10^6 \text{ m}^3$ )	0,000	0,003	0,006	0,009	0,022	0,036
Dur. crítica (meses)	0,095	0,532	0,817	1,021	1,589	2,075

### Resultado 4

Vazão mínima anual de "d" meses consecutivos com "T" anos de período de retorno ( $\text{m}^3/\text{s}$ ):

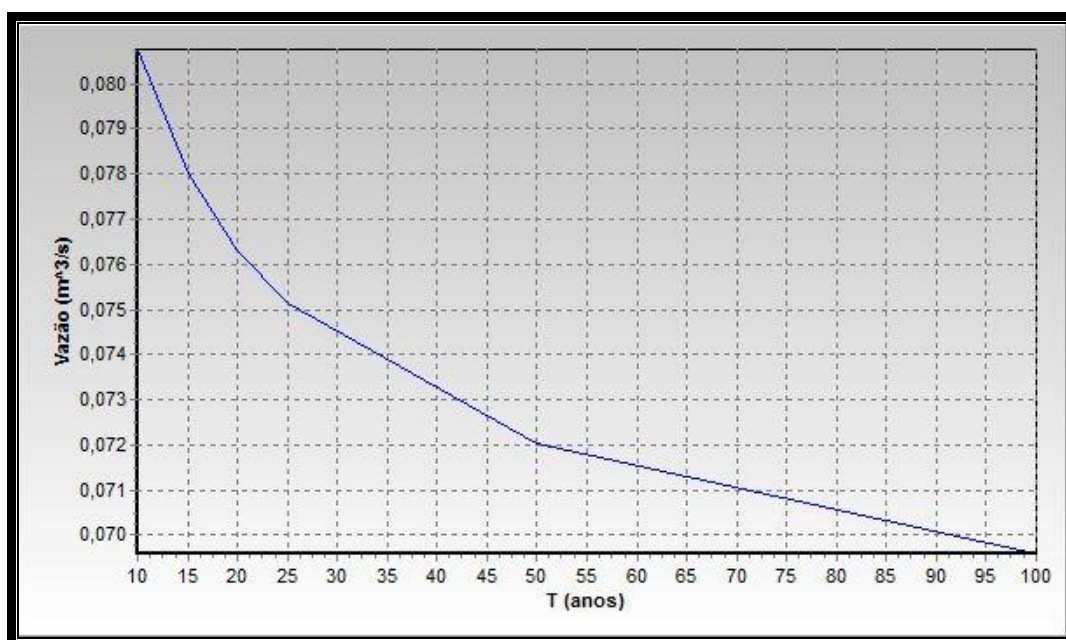
T (anos)	d = 1 mês	d = 2 meses	d = 3 meses	d = 4 meses	d = 5 meses	d = 6 meses
10	0,095	0,099	0,102	0,106	0,110	0,114
15	0,092	0,095	0,099	0,103	0,106	0,110
20	0,090	0,093	0,097	0,100	0,104	0,107
25	0,088	0,092	0,095	0,099	0,102	0,106
50	0,085	0,088	0,091	0,095	0,098	0,101
100	0,082	0,085	0,088	0,092	0,095	0,098



**Resultado 5: Q7,T**

Vazão mínima anual de 7 dias consecutivos com "T" anos de período de retorno:  $Q_{7,T}$  (m<sup>3</sup>/s):

T (anos)	10	15	20	25	50	100
Q (m <sup>3</sup> /s)	0,081	0,078	0,076	0,075	0,072	0,070



## **RIBEIRÃO DO GUACHO**

## Resultados

Precipitação anual média (mm):	1297,4
Região hidrológica:	L
Região hidrológica (parâmetro C):	Z
Latitude:	22° 49' 13"
Longitude:	49° 22' 05"
Norte (m):	7475423,000
Este (m):	667476,000

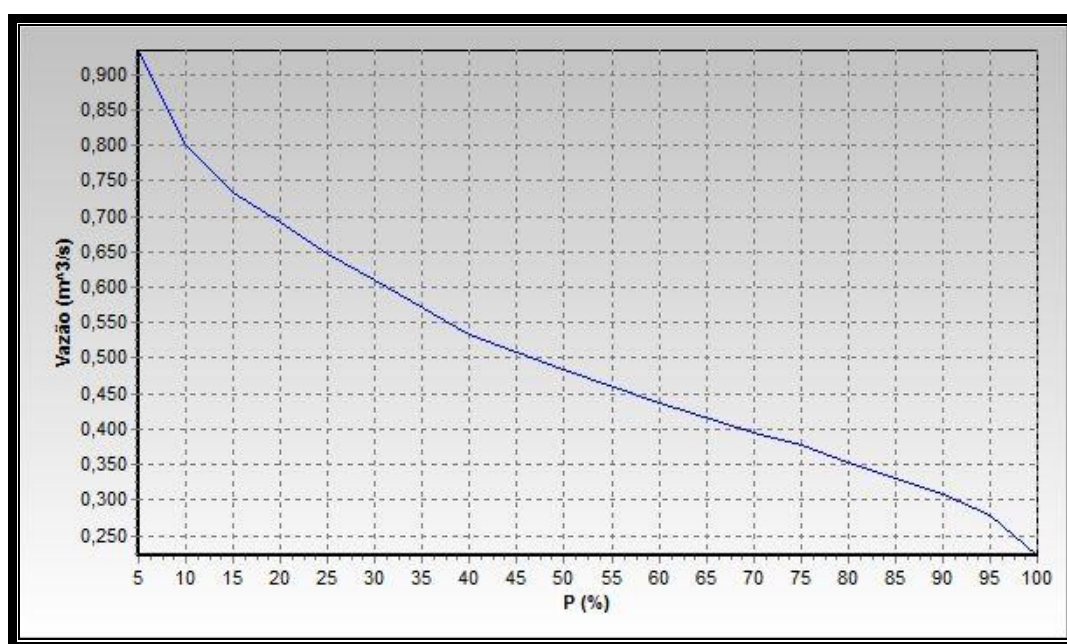
### Resultado 1: Vazão média de longo termo

Vazão média plurianual ( $m^3/s$ ): 0,528

### Resultado 2: Curva de Permanência

Vazão para "P (%)" de permanência ( $m^3/s$ ):

P (%)	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	75	80	85	90	95	100
Q ( $m^3/s$ )	0,934	0,800	0,733	0,691	0,646	0,611	0,534	0,483	0,436	0,395	0,378	0,352	0,331	0,308	0,278	0,222





### Resultado 3: Volume de regularização

Volume necessário para se regularizar "Qf" com risco "R (%)" de probabilidade de não atendimento em um ano qualquer ( $10^6 \text{ m}^3$ ):

Vazão firme "Qf" ( $\text{m}^3/\text{s}$ ):

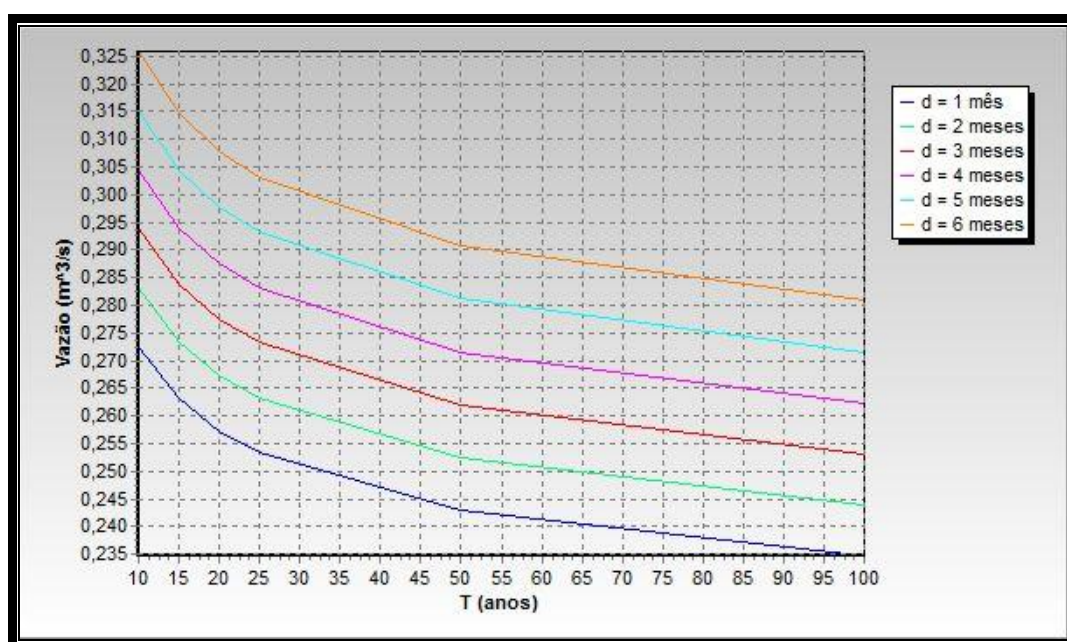
0,264

T (anos)	10	15	20	25	50	100
R (%) = 100 / T	10,00	6,67	5,00	4,00	2,00	1,00
Volume ( $10^6 \text{ m}^3$ )	0,000	0,008	0,018	0,027	0,063	0,104
Dur. crítica (meses)	0,095	0,532	0,817	1,021	1,589	2,075

### Resultado 4

Vazão mínima anual de "d" meses consecutivos com "T" anos de período de retorno ( $\text{m}^3/\text{s}$ ):

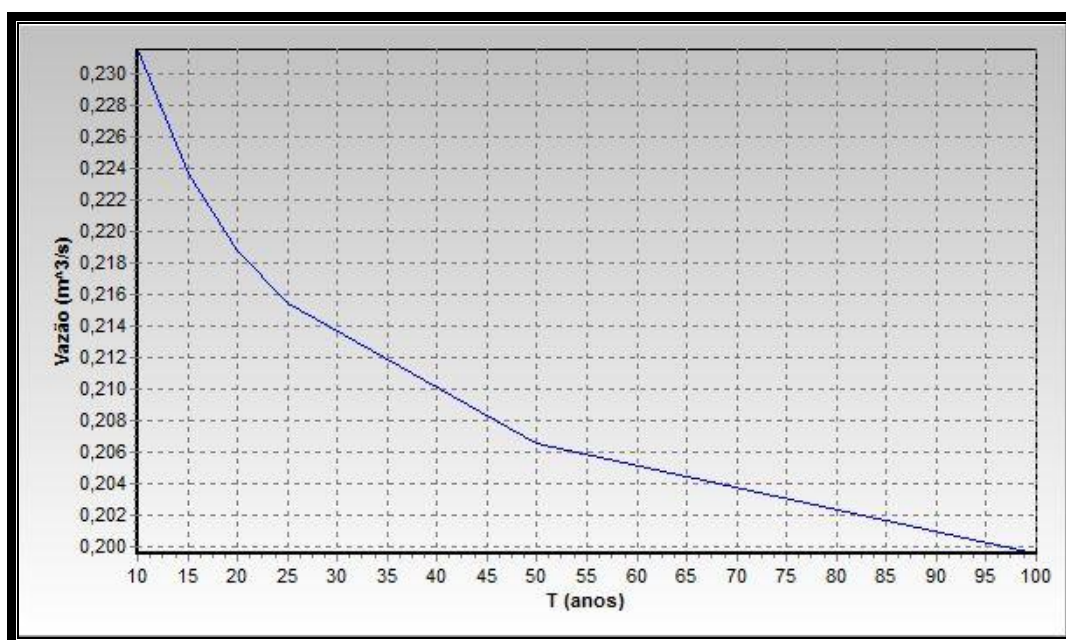
T (anos)	d = 1 mês	d = 2 meses	d = 3 meses	d = 4 meses	d = 5 meses	d = 6 meses
10	0,272	0,283	0,294	0,305	0,315	0,326
15	0,263	0,273	0,284	0,294	0,304	0,315
20	0,257	0,267	0,278	0,288	0,298	0,308
25	0,253	0,263	0,273	0,283	0,293	0,303
50	0,243	0,253	0,262	0,272	0,281	0,291
100	0,235	0,244	0,253	0,262	0,272	0,281



**Resultado 5: Q7,T**

Vazão mínima anual de 7 dias consecutivos com "T" anos de período de retorno:  $Q_{7,T}$  (m<sup>3</sup>/s):

T (anos)	10	15	20	25	50	100
Q (m <sup>3</sup> /s)	0,232	0,224	0,219	0,215	0,207	0,200



## **RIBEIRÃO MANDAÇAIA**

## Resultados

Precipitação anual média (mm):	1300,1
Região hidrológica:	L
Região hidrológica (parâmetro C):	Z
Latitude:	22° 52' 54"
Longitude:	49° 17' 39"
Norte (m):	7468537,000
Este (m):	674983,000

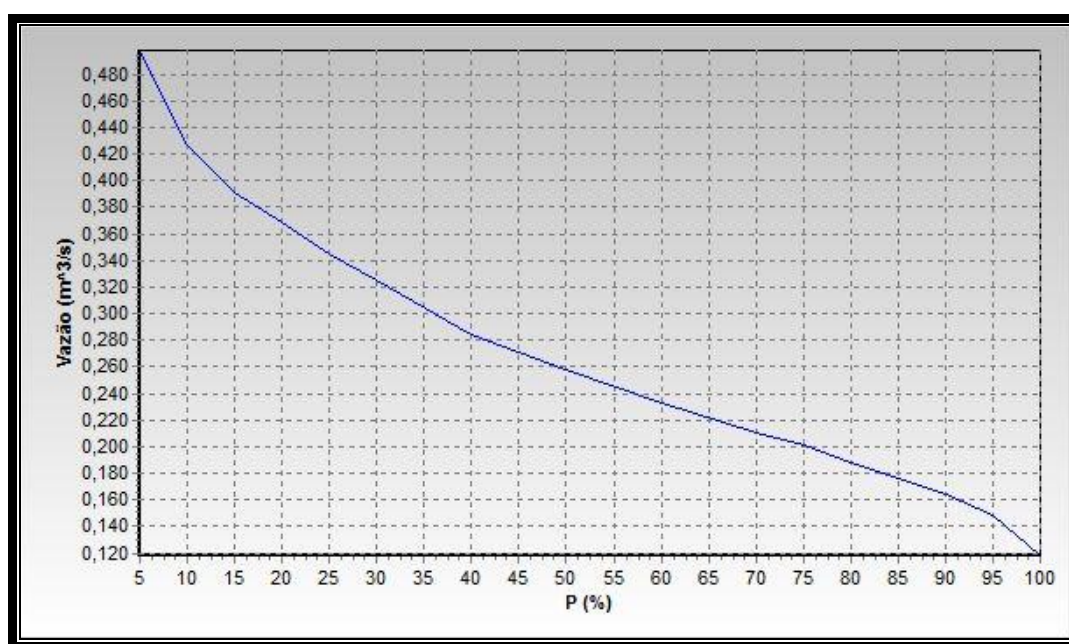
### Resultado 1: Vazão média de longo termo

Vazão média plurianual ( $m^3/s$ ): 0,281

### Resultado 2: Curva de Permanência

Vazão para "P (%)" de permanência ( $m^3/s$ ):

P (%)	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	75	80	85	90	95	100
Q ( $m^3/s$ )	0,498	0,427	0,391	0,369	0,345	0,326	0,285	0,257	0,233	0,210	0,202	0,188	0,177	0,164	0,148	0,118



## Resultado 3: Volume de regularização

Volume necessário para se regularizar "Qf" com risco "R (%)" de probabilidade de não atendimento em um ano qualquer ( $10^6 \text{ m}^3$ ):

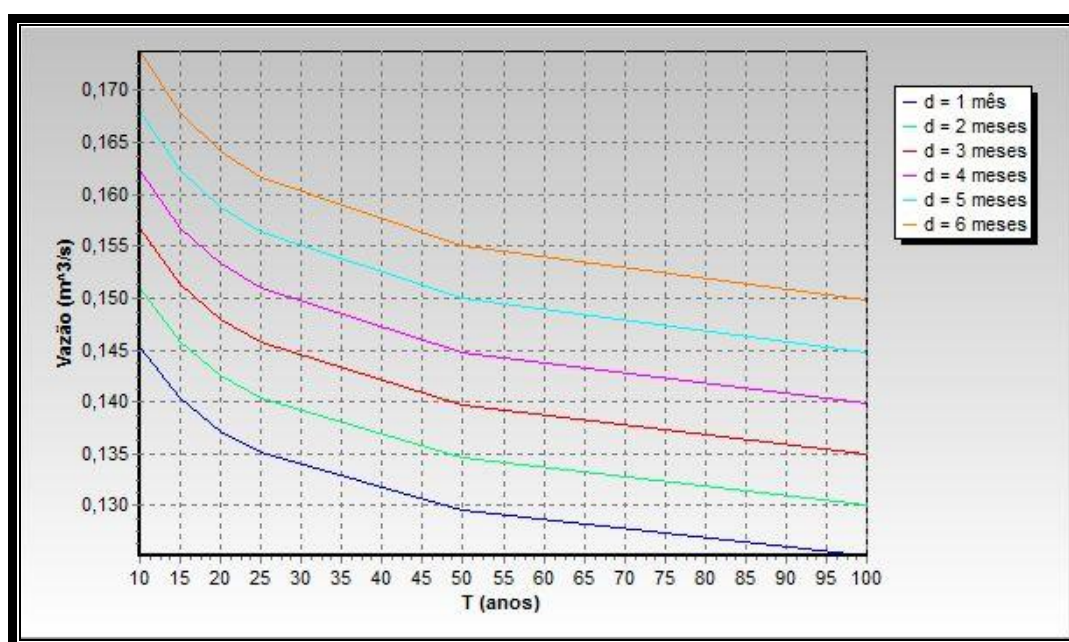
Vazão firme "Qf" ( $\text{m}^3/\text{s}$ ): 0,141

T (anos)	10	15	20	25	50	100
R (%) = 100 / T	10,00	6,67	5,00	4,00	2,00	1,00
Volume ( $10^6 \text{ m}^3$ )	0,000	0,004	0,009	0,015	0,034	0,056
Dur. crítica (meses)	0,095	0,532	0,817	1,021	1,589	2,075

## Resultado 4

Vazão mínima anual de "d" meses consecutivos com "T" anos de período de retorno ( $\text{m}^3/\text{s}$ ):

T (anos)	d = 1 mês	d = 2 meses	d = 3 meses	d = 4 meses	d = 5 meses	d = 6 meses
10	0,145	0,151	0,157	0,162	0,168	0,174
15	0,140	0,146	0,151	0,157	0,162	0,168
20	0,137	0,143	0,148	0,153	0,159	0,164
25	0,135	0,140	0,146	0,151	0,156	0,162
50	0,130	0,135	0,140	0,145	0,150	0,155
100	0,125	0,130	0,135	0,140	0,145	0,150

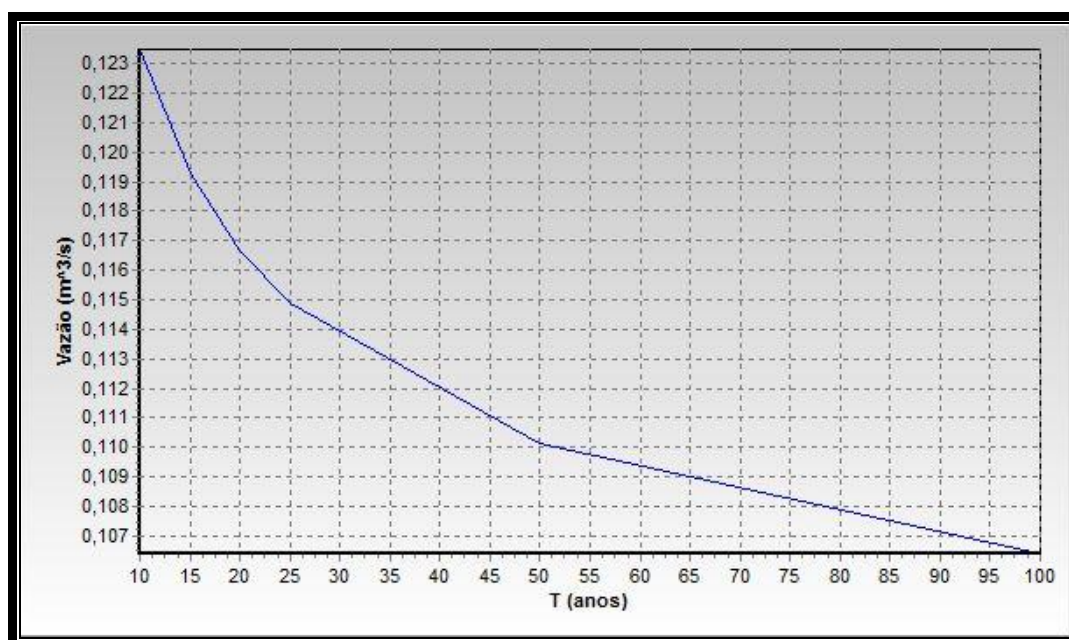




## Resultado 5: Q<sub>7,T</sub>

Vazão mínima anual de 7 dias consecutivos com "T" anos de período de retorno:  $Q_{7,T}$  (m<sup>3</sup>/s):

T (anos)	10	15	20	25	50	100
Q (m <sup>3</sup> /s)	0,123	0,119	0,117	0,115	0,110	0,106

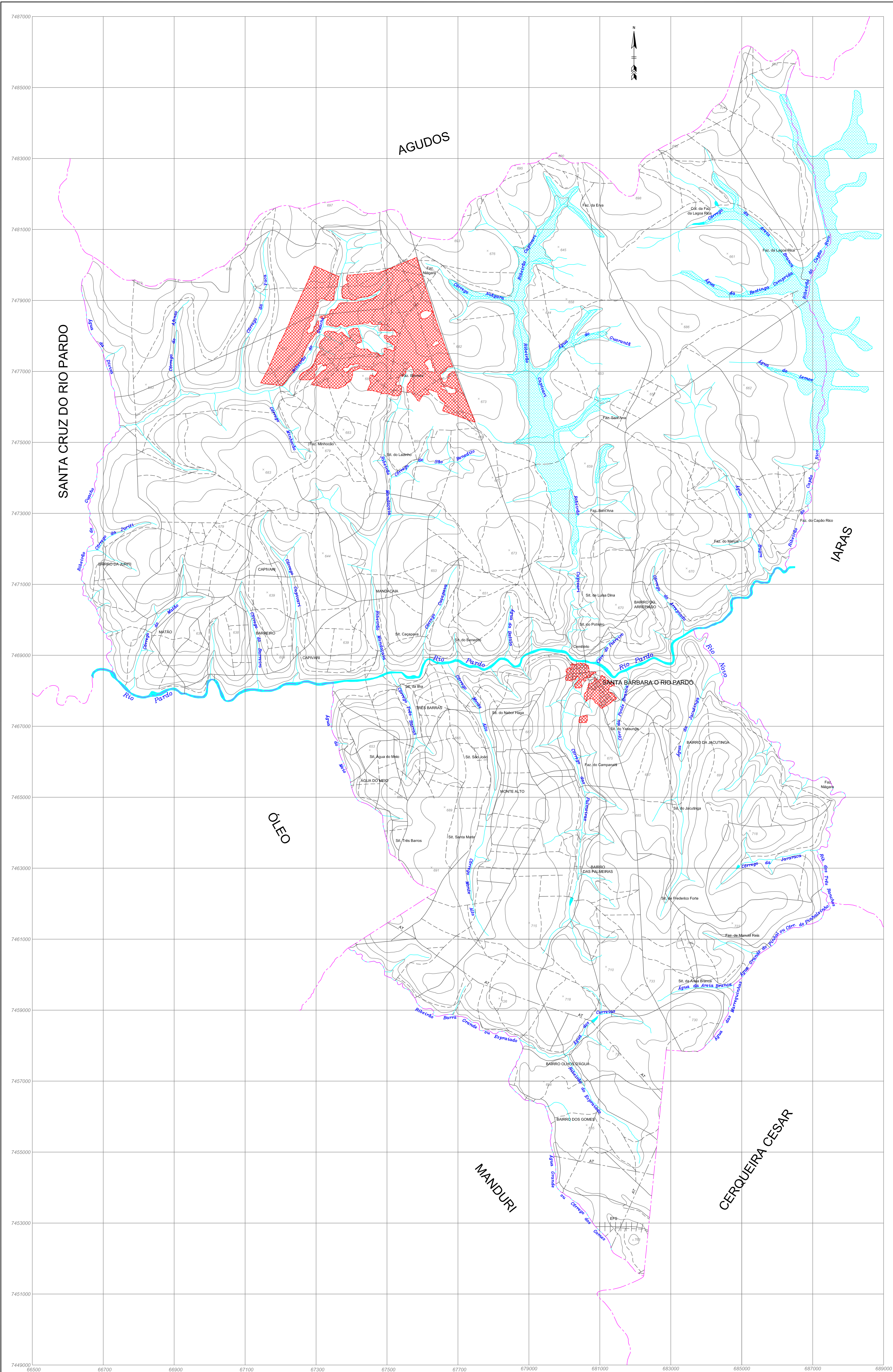




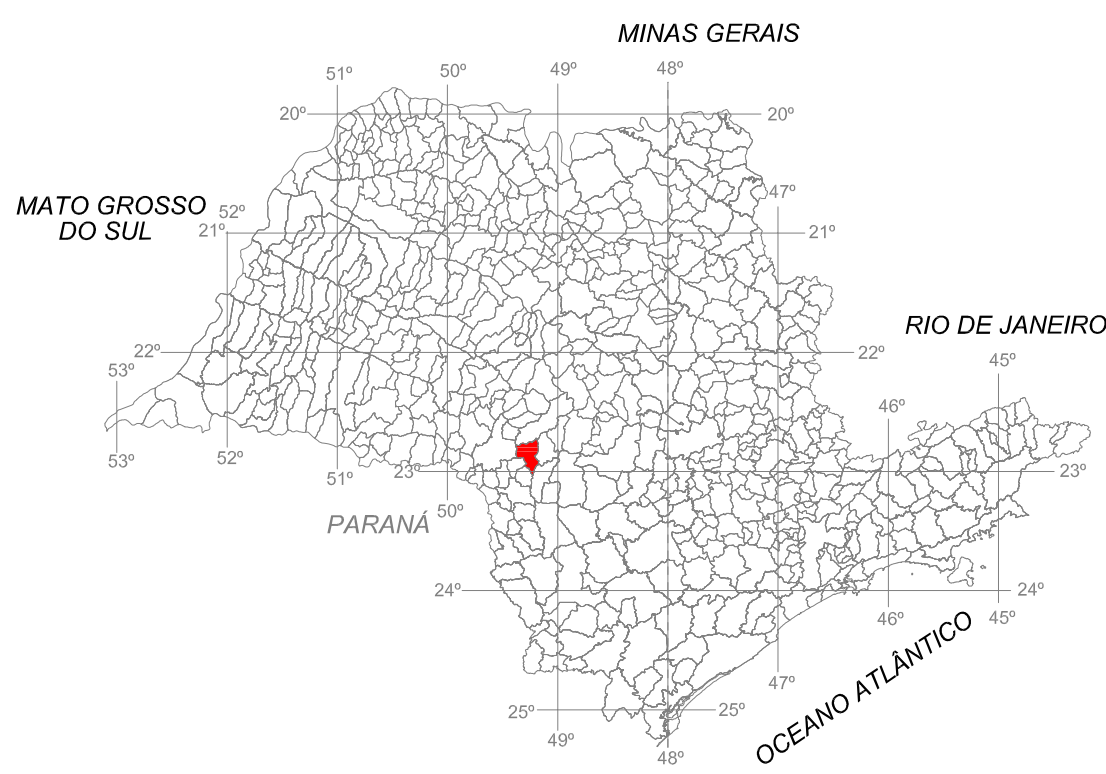
## **ANEXO II**

- **DESENHO 01** - MAPA BASE PLANIALTIMÉTRICA E HIDROGRÁFICA;
- **DESENHO 02** - MAPA DE DECLIVIDADES;
- **DESENHO 03** - MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO;
- **DESENHO 04** - MAPA DAS PRINCIPAIS SUB BACIAS HIDROGRÁFICAS.

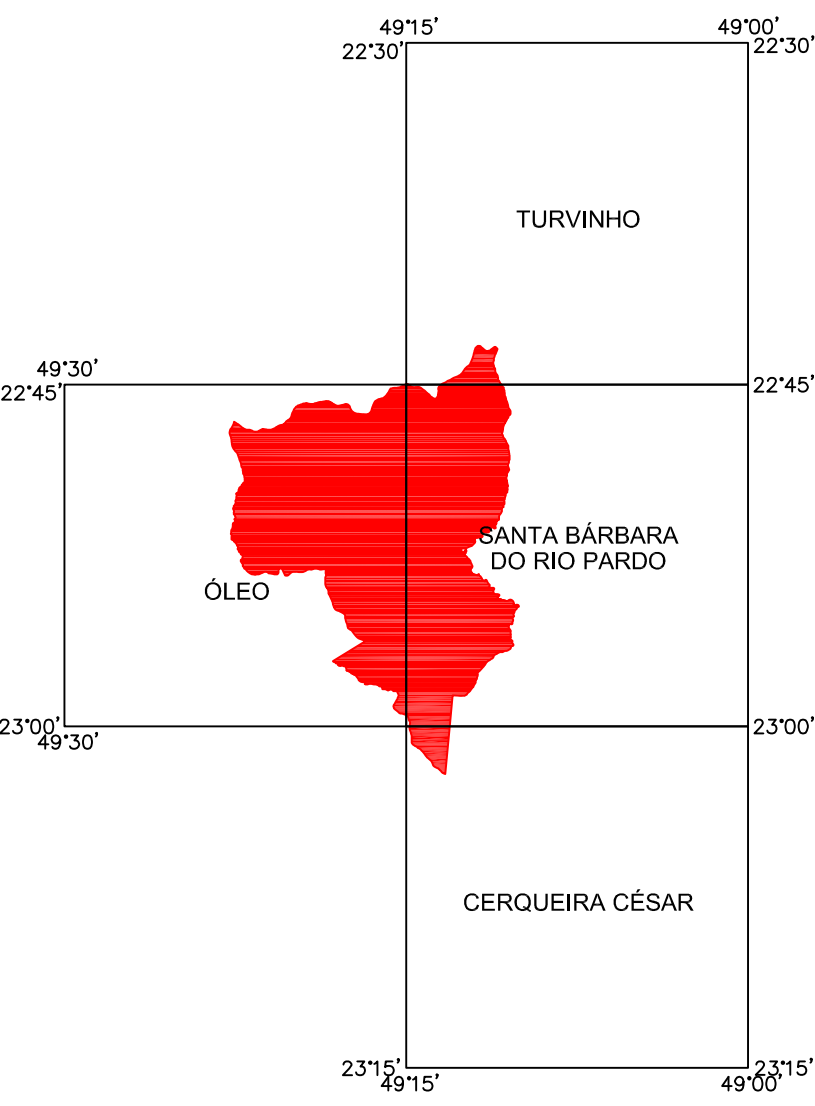




LOCALIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS NO ESTADO DE SÃO PAULO



ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS - 1:50 000  
MUNICÍPIO DE ÁGUAS DE SANTA BÁRBARA



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Área urbana
- Curva de nível
- Ponto cotado
- Hidrografia
- Corpo d'água / Área sujeita a inundação
- Limite do município
- Ferrovia
- Estrada não pavimentada
- Estrada pavimentada
- Linha de Transmissão

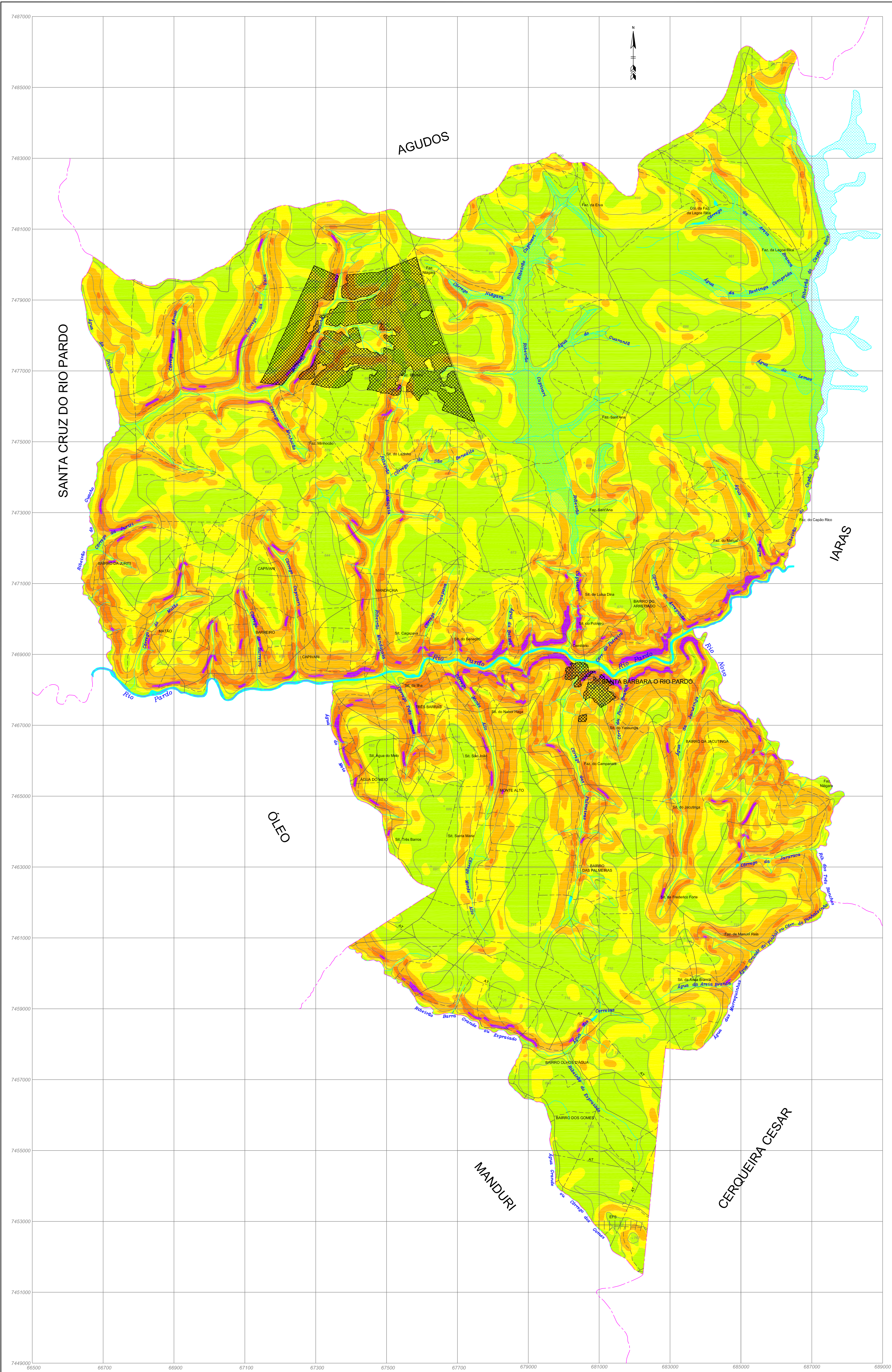
ESCALA 1:50 000

2016

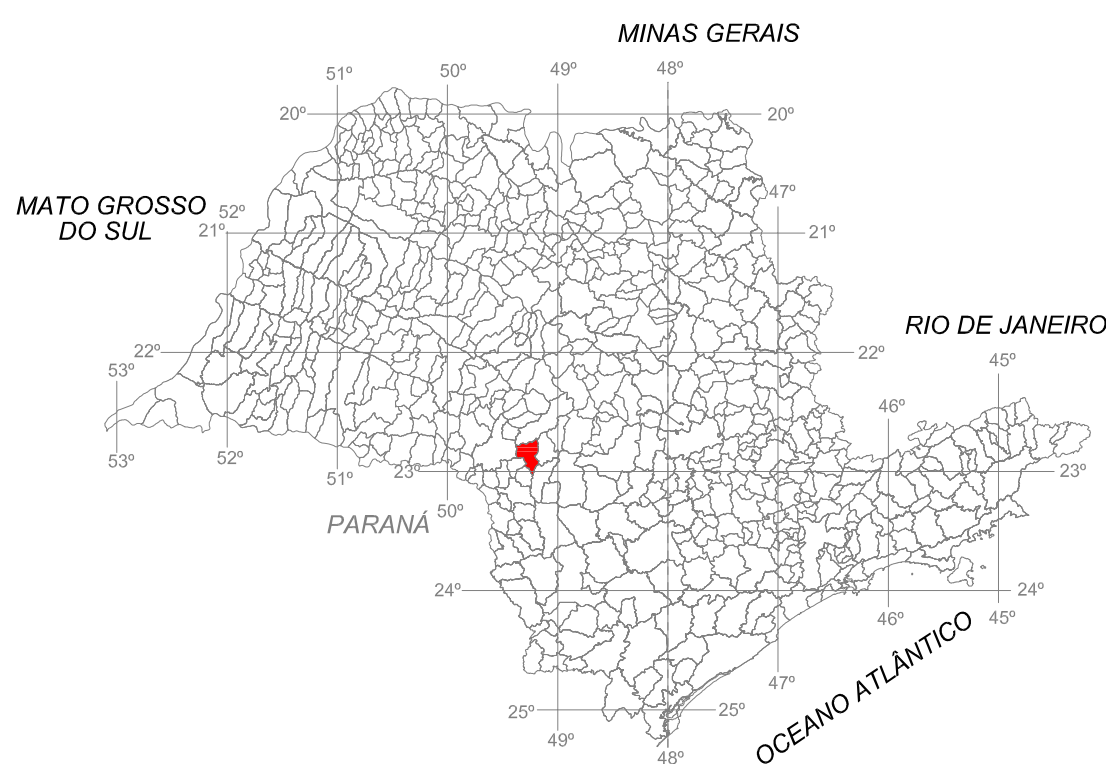
Fonte: IBGE (1973) - FOLHAS TOPOGRÁFICAS 1:50 000: Santa Bárbara do Rio Pardo (SF-22-Z-B-IV-4), Oleo (SF-22-Z-B-IV-3), Cerqueira Cesar (SF-22-Z-B-IV-2), Turvinho (SF-22-Z-B-IV-2).

TCA - SOLUÇÕES E PLANEJAMENTO AMBIENTAL LTDA - EPP		
Empreendimento: Empreendimento 2014 - MP - 509 Contrato FEHIDRO 024/2015		
Localização: Município de Águas de Santa Bárbara, SP		
Título: Mapa Base Planialtimétrica e Hidrográfica		
Projeto: "Plano Diretor de Macrodrenagem da Área Urbana, para o Município de Águas de Santa Bárbara, SP"		
Execução: TCA Soluções e Planejamento Ambiental Ltda - EPP		
Data: Janeiro/2016	Escala: 1:50 000	Desenho: 01
Responsável Técnico: Tecnólogo: Marcio Lucio Gonzaga CREA: 0601315882		

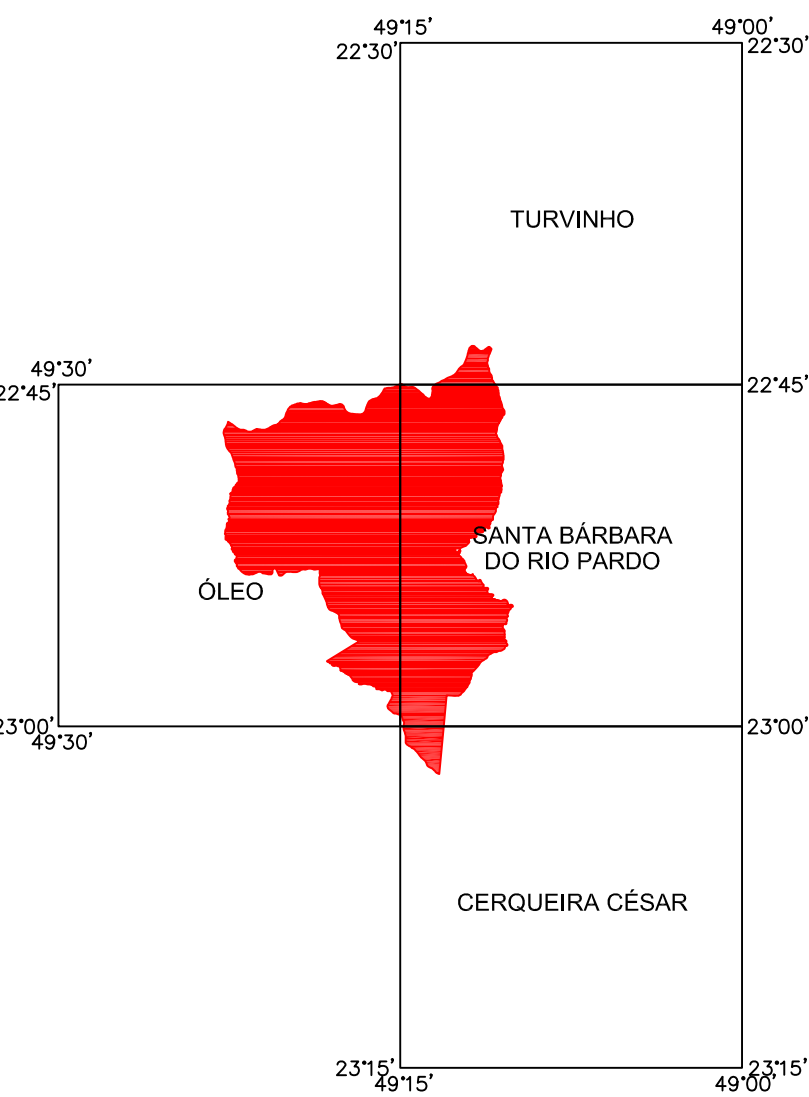




LOCALIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS NO ESTADO DE SÃO PAULO



ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS - 1:50 000  
MUNICÍPIO DE ÁGUAS DE SANTA BÁRBARA



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Área urbana
- Curva de nível
- Ponto cotado
- Hidrografia
- Corpo d'água / Área sujeita a inundação
- Limite do município
- Ferrovia
- Estrada não pavimentada
- Estrada pavimentada
- Linha de Transmissão

LEGENDA

- Intervalo de 0 a 3 %
- Intervalo de 3 a 6 %
- Intervalo de 6 a 12 %
- Intervalo de 12 a 20 %
- Intervalo de 20 a 50 %

ESCALA 1:50 000  
500 m 0 500 1000 m

2016

Fonte: IBGE (1973) - FOLHAS TOPOGRÁFICAS 1:50 000: Santa Bárbara do Rio Pardo (SF-22-Z-B-IV-4), Oleo (SF-22-Z-B-IV-3), Cerqueira César (SF-22-Z-B-IV-2), Turvinho (SF-22-Z-B-IV-2).



TCA - SOLUÇÕES E PLANEJAMENTO AMBIENTAL LTDA - EPP

Empreendimento:  
Empreendimento 2014 - MP - 509 Contrato FEHIDRO 024/2015

Localização:  
Município de Águas de Santa Bárbara, SP

Título:  
Mapa de Declividades

Projeto:  
"Plano Diretor de Macro drenagem da Área Urbana, para o Município de Águas de Santa Bárbara, SP"

Execução:  
TCA Soluções e Planejamento Ambiental Ltda - EPP

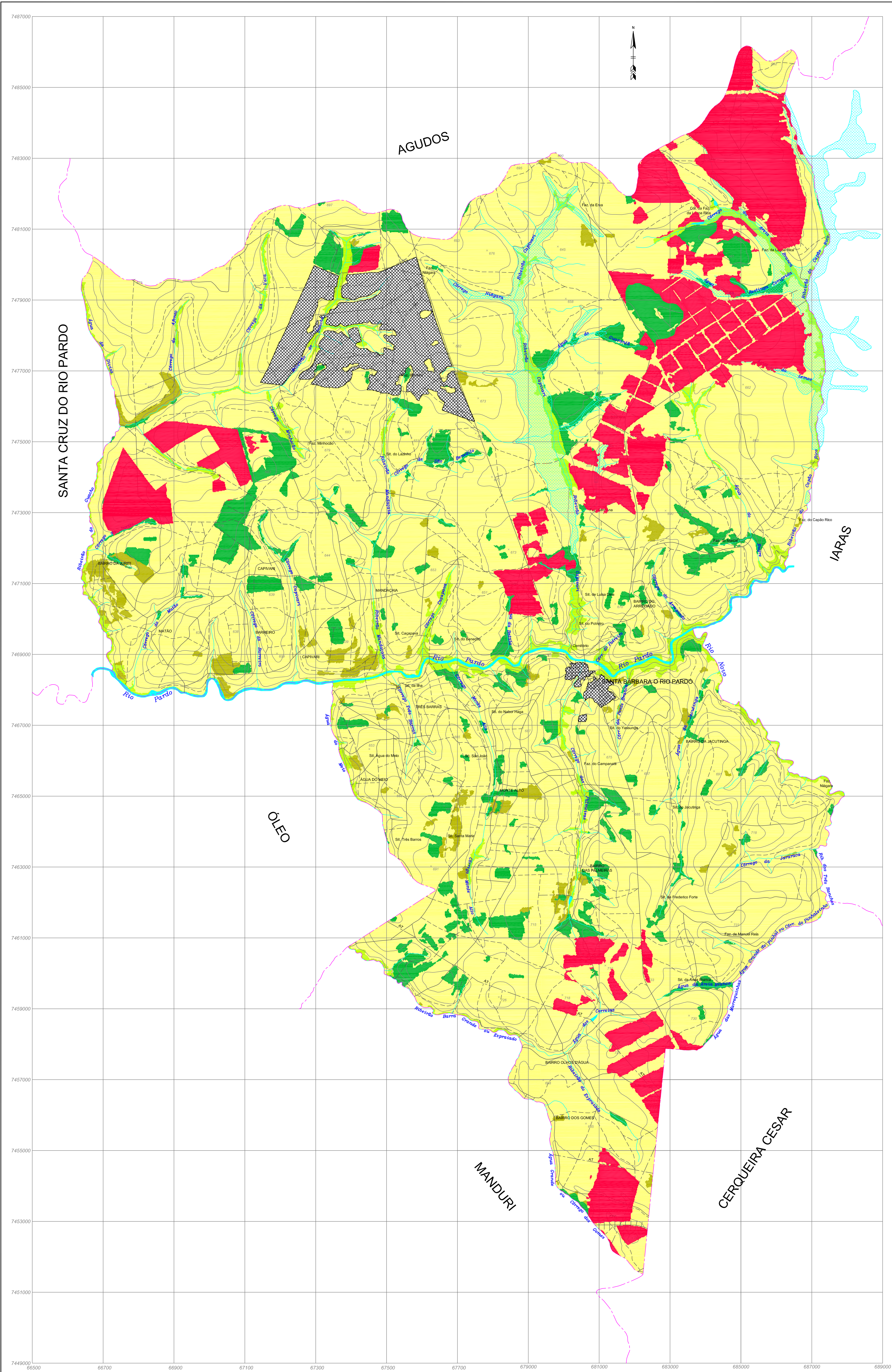
Data:  
Janeiro/2016

Escala:  
1:50 000

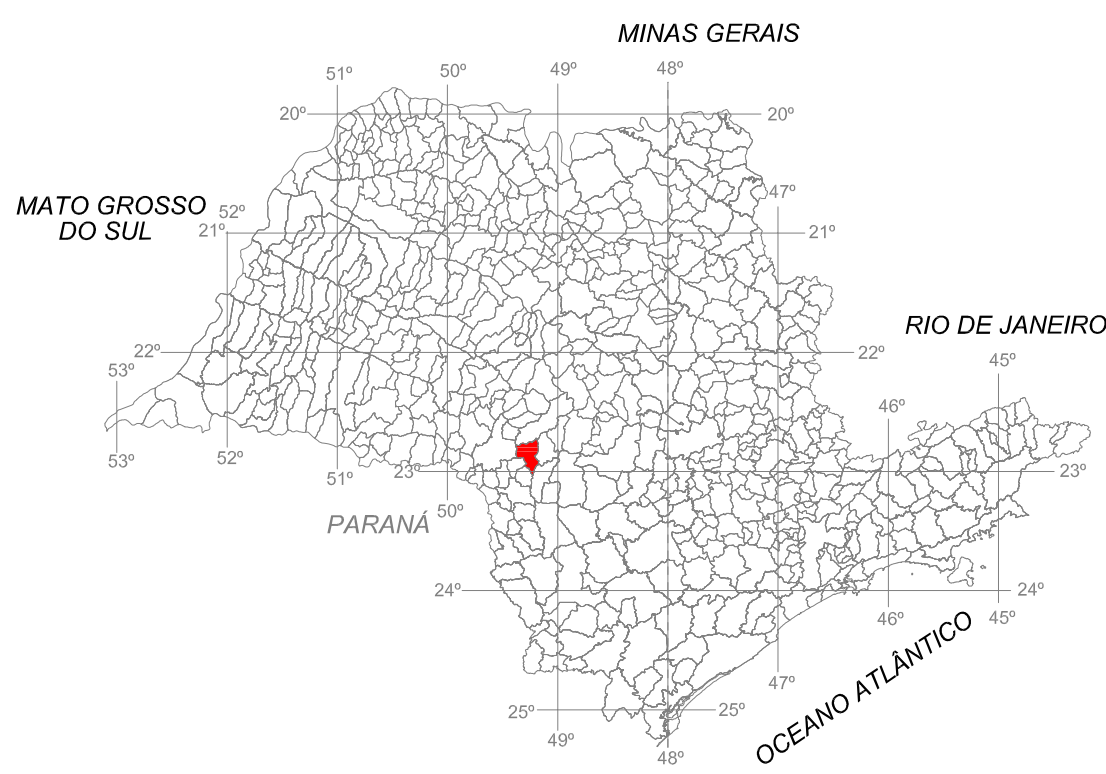
Desenho:  
02

Responsável Técnico:  
Tecnólogo: Marcio Lucio Gonzaga  
CREA: 0601315882

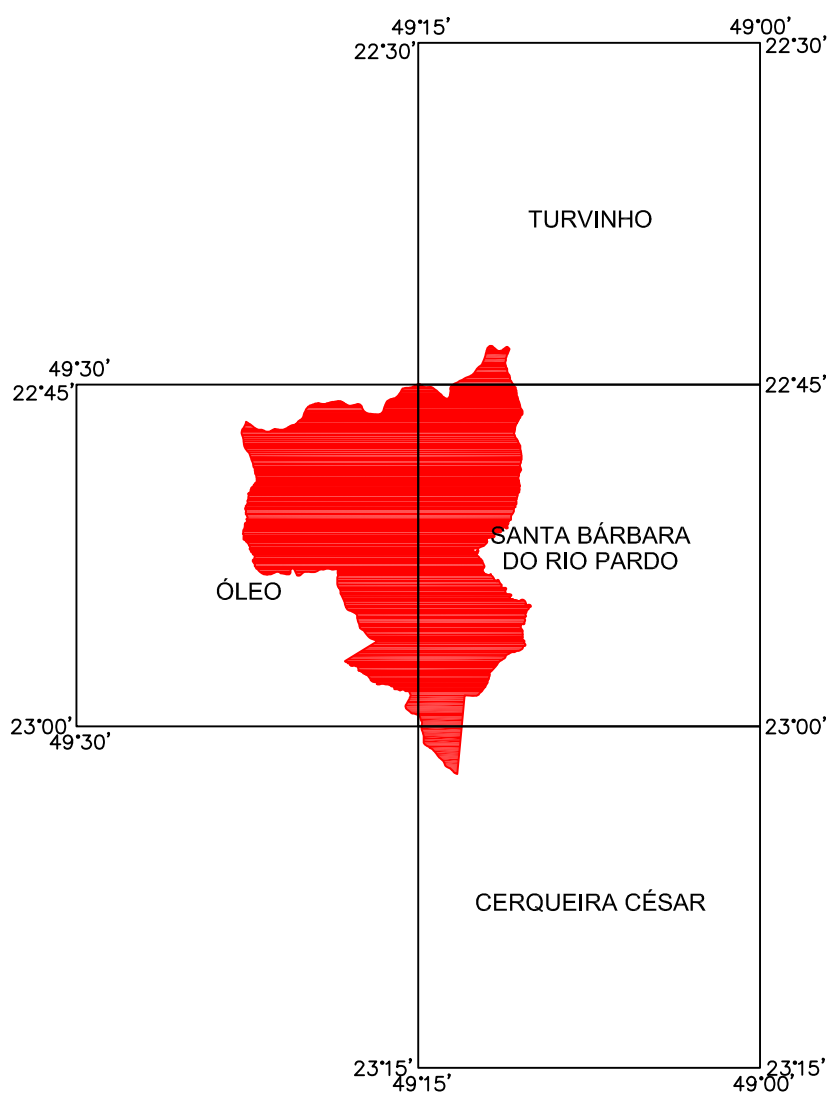




LOCALIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS NO ESTADO DE SÃO PAULO



ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS - 1:50 000  
MUNICÍPIO DE ÁGUAS DE SANTA BÁRBARA



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Área urbana
- Curva de nível
- Ponto cotado
- Hidrografia
- Corpo d'água / Área sujeita a inundação
- Limite do município
- Ferrovia
- Estrada não pavimentada
- Estrada pavimentada
- Linha de Transmissão

LEGENDA

- Campo Antrópico
- Cultura Semi Perene
- Mata
- Mata Ciliar
- Reforestamento

ESCALA 1:50 000  
500 m 0 500 1000 m

2016

Fonte: IBGE (1973) - FOLHAS TOPOGRÁFICAS 1:50 000: Santa Bárbara do Rio Pardo (SF-22-Z-B-IV-4); Oleo (SF-22-Z-B-IV-3); Cerqueira César (SF-22-Z-B-IV-2); Turvinho (SF-22-Z-B-IV-2).



TCA - SOLUÇÕES E PLANEJAMENTO AMBIENTAL LTDA - EPP

Empreendimento:  
Empreendimento 2014 - MP - 509 Contrato FEHIDRO 024/2015

Localização:  
Município de Águas de Santa Bárbara, SP

Título:  
Mapa de Uso e Ocupação do Solo

Projeto:  
"Plano Diretor de Macrodrenagem da Área Urbana, para o Município de Águas de Santa Bárbara, SP"

Execução:  
TCA Soluções e Planejamento Ambiental Ltda - EPP

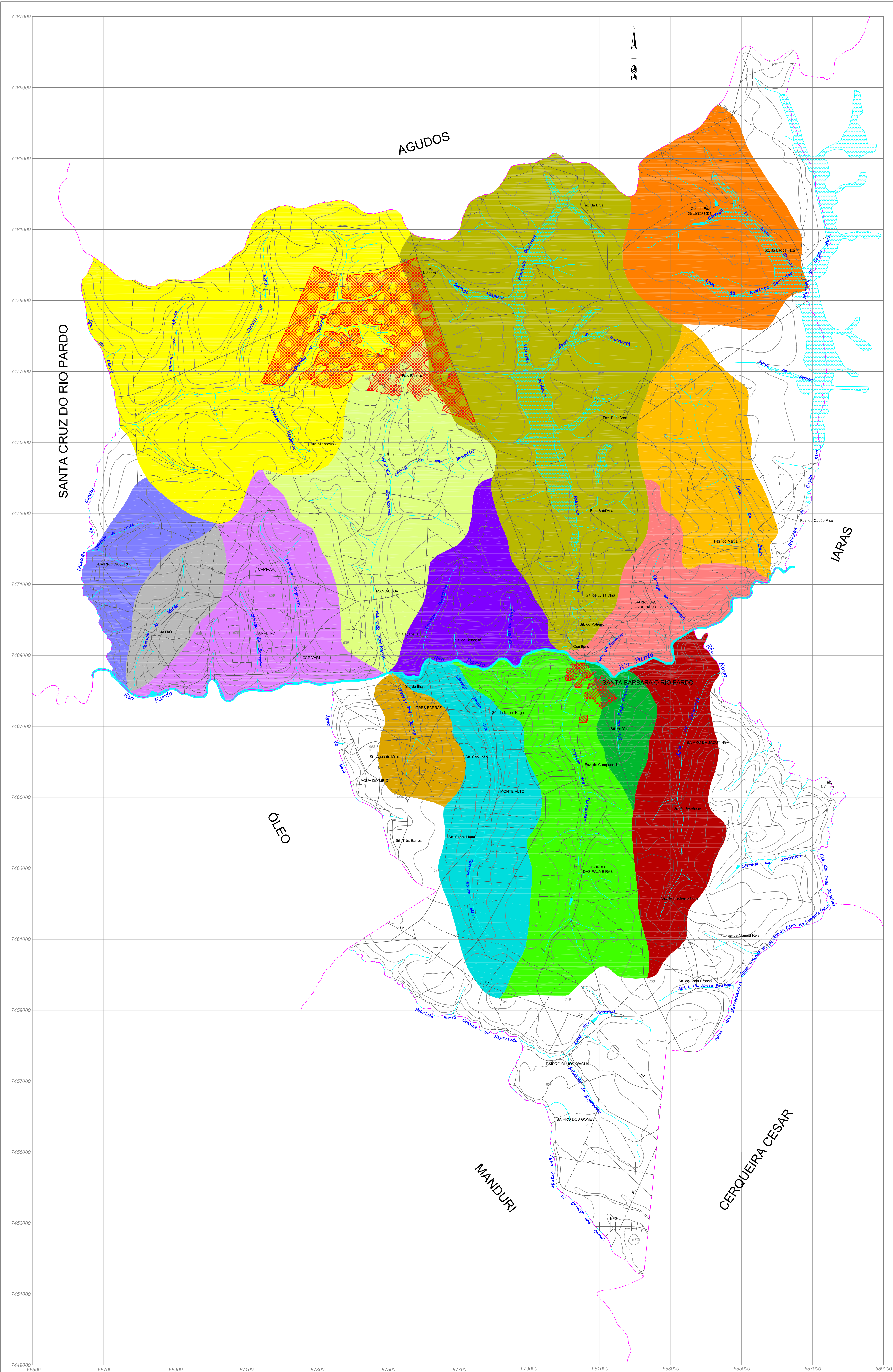
Data:  
Janeiro/2016

Escala:  
1:50 000

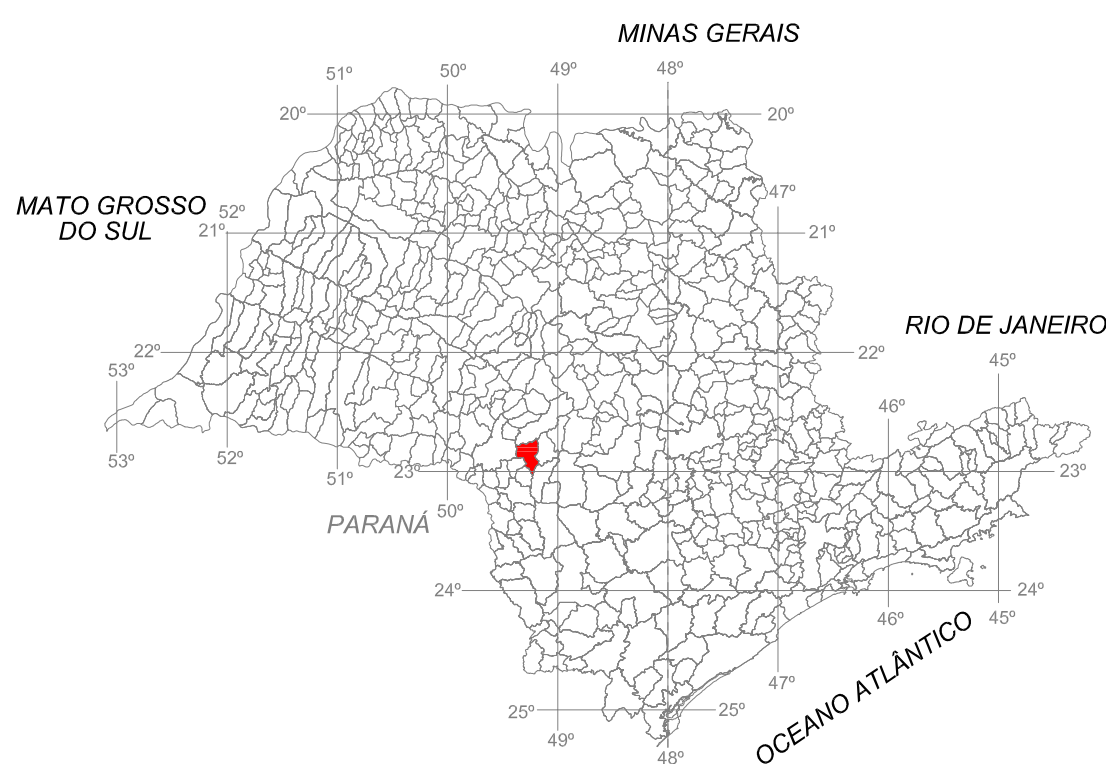
Desenho:  
03

Responsável Técnico:  
Tecnólogo: Marcio Lucio Gonzaga  
CREA: 0601315882

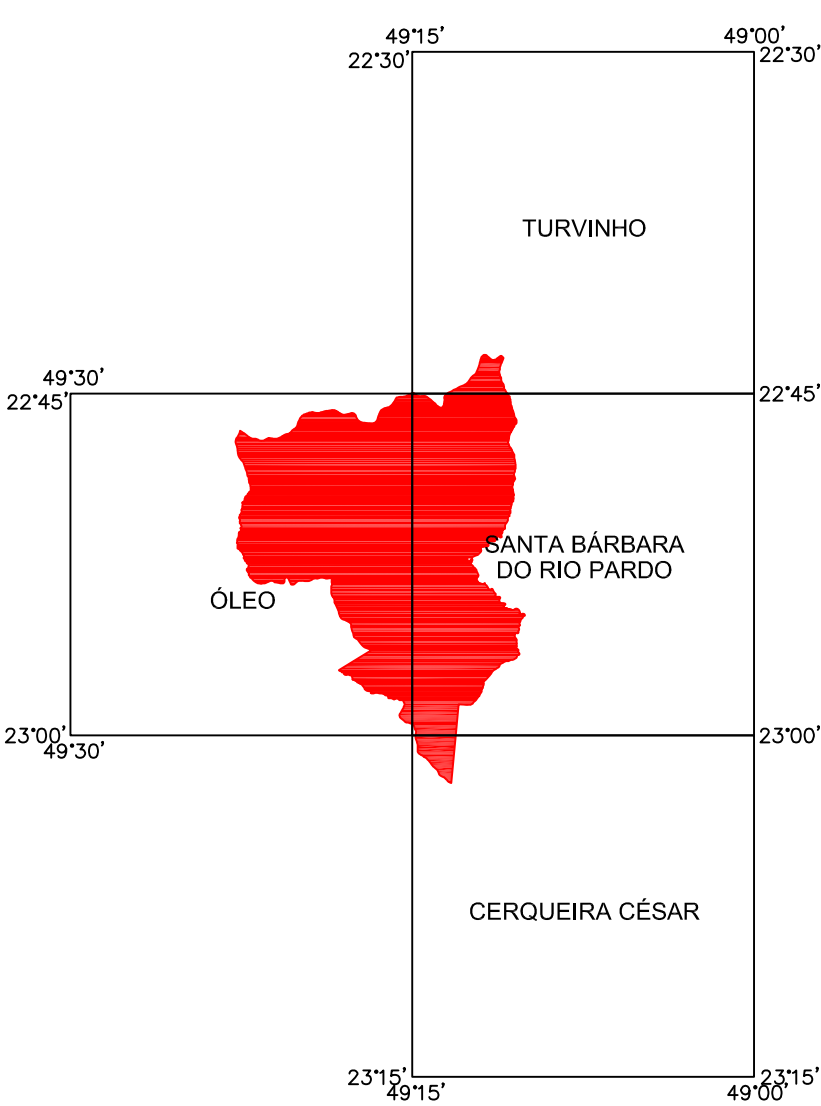




LOCALIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS NO ESTADO DE SÃO PAULO



ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS - 1:50 000  
MUNICÍPIO DE ÁGUAS DE SANTA BÁRBARA



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Área urbana
- Curva de nível
- Ponto cotado
- Hidrografia
- Corpo d'água / Área sujeita a inundação
- Limite do município
- Ferrovia
- Estrada não pavimentada
- Estrada pavimentada
- Linha de Transmissão

BACIAS HIDROGRÁFICAS

- Sub bacia hidrográfica Ribeirão do Guacho
- Sub bacia hidrográfica Córrego da Área Branca
- Sub bacia hidrográfica Ribeirão Capivari
- Sub bacia hidrográfica Córrego da Juruti
- Sub bacia hidrográfica Córrego da Matão
- Sub bacia hidrográfica Ribeirão Mandacaiá
- Sub bacia hidrográfica Córrego da Bugre
- Sub bacia hidrográfica Córrego das Palmeiras
- Sub bacia hidrográfica Córrego da Jacutinga
- Sub bacia hidrográfica Córrego Monte Alto
- Sub bacia hidrográfica Córrego Capivari
- Sub bacia hidrográfica Córrego Caçapava
- Sub bacia hidrográfica Córrego do Amepiado
- Sub bacia hidrográfica Córrego Três Barras
- Sub bacia hidrográfica Córrego da Ponte Branca

ESCALA 1:50 000

500 m 0 500 1000 m

2016

Fonte: IBGE (1973) - FOLHAS TOPOGRÁFICAS 1:50 000: Santa Bárbara do Rio Pardo (SF-22-Z-B-IV-4), OLEO (SF-22-Z-B-IV-3), Cerqueira Cesar (SF-22-Z-B-IV-2), Turvinho (SF-22-Z-B-IV-2).

TCA - SOLUÇÕES E PLANEJAMENTO AMBIENTAL LTDA - EPP		
Empreendimento: Empreendimento 2014 - MP - 509 Contrato FEHIDRO 024/2015		
Localização: Município de Águas de Santa Bárbara, SP		
Título: Mapa das Principais Sub Bacias Hidrográficas		
Projeto: "Plano Diretor de Macrodrenagem da Área Urbana, para o Município de Águas de Santa Bárbara, SP"		
Execução: TCA Soluções e Planejamento Ambiental Ltda - EPP		
Data: Janeiro/2016	Escala: 1:50 000	Desenho: 04
Responsável Técnico: Tecnólogo: Marcio Luiz Gonzaga CREA: 0601315882		



## TCA SOLUÇÕES E PLANEJAMENTO AMBIENTAL LTDA – EPP

A TCA – Soluções e Planejamento Ambiental Ltda - EPP constituída em 03 de julho de 2008, tem como objetivo atender os setores públicos e privados, na prestação de serviços, estudos, pesquisas, planejamento e gerenciamento de controle ambiental, estudos topográficos, geotécnicos, hidrológicos, projetos de engenharia, rodoviárias, empreitada de mão-de-obra na construção civil, consultoria de movimento de terra, pavimentação, irrigação, recursos hídricos e saneamento.

A TCA dispõe de uma equipe de consultores independentes especializados nos diversos campos da Engenharia, Geologia e Ciências Ambientais, ao longo de vinte e sete anos de experiência técnica, já atuaram na direção, supervisão e coordenação de estudos e

projetos, tanto para indústria, como na área de planejamento territorial e grandes obras civis. Além dos serviços de empresas colegiadas que desempenham funções em áreas afins, como é o caso de estudos socioeconômicos e institucionais. Seu corpo técnico realiza os trabalhos por contratação direta, em regime de parceria ou por meio de convênios, de forma a atender amplo aspecto de demanda dos setores descritos nas suas áreas de atuação.

A empresa é estruturada de maneira simples e direta. Gerenciada diretamente pelos seus sócios que dividem as funções administrativas e operacionais. Oferecemos autonomia e poder de decisão aos gestores dos projetos e incentivamos a formação de parcerias estratégicas.





**PREFEITURA MUNICIPAL DA ESTÂNCIA HIDROMINERAL DE  
ÁGUAS DE SANTA BÁRBARA**

Rua Francisco Dias Batista, 64 - Centro fone/fax: 1<sup>o</sup>3765 1321  
CNPJ MF 46.634.226/0001-45 - CEP: 18770-000 - Estado de São Paulo

[www.aguasdesantabarbara.sp.gov.br](http://www.aguasdesantabarbara.sp.gov.br)  
[prefeitura@aguasdesantabarbara.sp.gov.br](mailto:prefeitura@aguasdesantabarbara.sp.gov.br)

**TERMO DE CONCLUSÃO DESCRITIVO**

**Ref: Convênio FEHIDRO nº 024/2015**

Objeto: Elaboração do Estudo de Macro Drenagem do Município de Águas de Santa Bárbara

Atesto que foram executadas todas as fases do referido projeto, de acordo com o previsto no termo de referência e cronograma físico- financeiro, conforme descrito abaixo:

- 01-Plano de trabalho e levantamento de informações básicas.**
- 02-Análise e diagnóstico da situação atual, recomendações das intervenções imediatas e propostas de ações prioritárias.**
- 03-Propostas de ações sistemáticas e elaboração de anteprojetos.**
- 04-Plano diretor de macrodrenagem, relatório síntese e projeto.**

Águas de Santa Bárbara, 19 de julho de 2016

  
Eng. Marco Antonio Ribeiro

CREA nº 5060201602/D