



PLANO DE MACRODRENAGEM DO MUNICÍPIO DE GUARAREMA

Volume I

NRC Engenharia Ltda.

CLIENTE: Prefeitura Municipal de Guararema

Janeiro de 2015

RESUMO

O Plano de Macrodrenagem do município de Guararema objetivou de forma geral organizar os elementos técnicos de interesse e estabelecer diretrizes, critérios e recomendações estruturais e não estruturais necessárias para o disciplinamento das águas pluviais no sistema de drenagem principal

Este volume apresenta a caracterização dos dados físicos e as informações hidrológicas disponíveis para as bacias dos cursos d'água do município de Guararema, e constitui-se das fases de diagnósticos da situação atual das causas de inundações, avaliação de pontos críticos de estrangulamento das vazões de cheias e apresenta a metodologia aplicada no desenvolvimento do Banco de Dados Georreferenciado de Informações Ambientais

SUMÁRIO

RESUMO.....	2
1 - INTRODUÇÃO.....	4
2 – PREPARAÇÃO DA BASE CARTOGRÁFICA.....	5
2.1 - Criação do Banco de Dados.....	7
2.2 - Estruturação do Banco de dados.....	8
2.3 - Tratamento prévio dos dados cartográficos.....	9
2.3.1 - Geração dos dados vetoriais.....	9
2.3.2 - Filtragem de dados vetoriais.....	10
2.3.3 - Geração do modelo vetorial tridimensional.....	11
2.4 - Incorporação de dados vetoriais ao Banco de Dados.....	12
2.5 - Processamento das grades do modelo digital de elevação MDE.....	13
2.6 - Geração do mapa de declividades.....	15
2.7 - Mapeamento de uso do solo.....	15
2.8 - Complementação na incorporação de dados vetoriais ao Banco de Dados.....	17
2.9 - Delimitação das bacias hidrográficas.....	17
2.10 - Levantamento dos dados para os cálculos hidráulicos das bacias....	21
2.11 - Mapeamento das área de risco de movimento de massa.....	22
3 – TENDÊNCIA DE CRESCIMENTO POPULACIONAL.....	25
3.1 – População por setor censitário.....	26
3.2 - Crescimento Populacional.....	33
3.3 – Distribuição espacial da população.....	34
4 – CLIMA E REGIME PLUVIOMÉTRICO.....	37
4.1 - Precipitações Máximas.....	39
5 – HIDROGRAFIA E MACRODRENAGEM.....	44
6 – PONTOS CRÍTICOS.....	49
7. - DIAGNÓSTICO DO SISTEMA ATUAL.....	55

1 - INTRODUÇÃO

O Plano Municipal de Macro drenagem é um instrumento de procedimento ambientalmente sustentável, onde o conceito de minimização de impactos prepondera, ressaltando-se os benefícios sociais e econômicos com a melhoria da qualidade de vida, pois, evitando-se os efeitos negativos das inundações, é promovida a valorização das condições socioambientais.

O Plano foi fundamentado nos seguintes princípios:

- Bacias hidrográficas como unidades de planejamento;
- Abordagem interdisciplinar no diagnóstico e na solução dos problemas de inundação;
- Soluções integradas ao meio ambiente, que sejam economicamente viáveis e que apresentem relações benefício/custo adequadas;
- Controle do excesso de escoamento superficial na fonte, evitando a transferência dos impactos da urbanização para jusante;
- Medidas para a redução da erosão do solo em encostas e margens e leitos dos corpos de água e, conseqüentemente, do assoreamento do sistema hídrico;
- Controle dos impactos, sobre o sistema de drenagem, provocados por novos empreendimentos;
-

Dento destes princípios o plano visa priorizar:

- O Controle da impermeabilização;
- A restrição à ocupação de áreas de recarga, de várzeas e frágeis sujeitas à erosão, ruptura ou escorregamento;
- A implantação de dispositivos de infiltração ou reservatórios de amortecimento, evitando-se as obras de aceleração e afastamento das águas pluviais (canalização);
- A incorporação desses princípios na cultura da administração municipal, principalmente nos setores diretamente responsáveis pelos serviços de águas pluviais;
- A institucionalização desses princípios incorporando-os na legislação municipal, em especial no Plano Diretor do Município;
- Um horizonte de planejamento de, no mínimo 20 anos.

O Plano de macrodrenagem visa apresentar soluções em nível de planejamento abrangendo tanto medidas de controle não-estruturais como estruturais. Enquanto as medidas não estruturais devem constituir essencialmente medidas de gestão a serem implementadas na

administração municipal e posturas legais a serem incorporadas no código de obras e na legislação municipal de uso e ocupação do solo, as medidas estruturais são entendidas como obras destinadas à redução dos riscos de inundações e de erosão.

Este relatório apresenta a metodologia utilizada na realização do Plano de Macrodrenagem do município de Guararema, conforme solicitação da Prefeitura Municipal de Guararema, conforme Convite nº 064/2009 – Processo 988/2009. Os trabalhos foram realizados pela equipe técnica da empresa NRC Engenharia Ltda.

Este relatório apresenta a caracterização dos dados físicos e as informações hidrológicas disponíveis para o Plano de Macrodrenagem do município de Guararema, objeto de solicitação da Prefeitura Municipal de Guararema, conforme Convite nº 064/2009 – Processo 988/2009, e constitui-se das fases de diagnósticos da situação atual das calhas dos principais rios e de seus afluentes, avaliação de pontos críticos de estrangulamento das vazões de cheias e das áreas de inundações e conclui com a apresentação de propostas contendo medidas estruturais para a solução dos problemas, que são as obras de melhorias das travessias de pontes e bueiros, de canalização dos córregos e de construção de reservatórios de retenção.

2 – PREPARAÇÃO DA BASE CARTOGRÁFICA

Para caracterizar as vazões de enchente nas principais bacias que compõe a macrodrenagem do município de Guararema, é necessário o conhecimento das diversas parcelas que contribuem para o escoamento total em cada bacia. Na aplicação dos modelos hidrológicos relacionados à drenagem urbana necessita-se conhecer a área impermeável e as modificações das condições do escoamento superficial provocadas pela ocupação do solo urbano.

As ações antrópicas na ocupação e uso do solo, tanto em áreas rurais como urbanas, interferem diretamente na quantidade e qualidade do escoamento superficial, alterando vazões máximas e mínimas dos mananciais. A degradação da estrutura e a impermeabilização dos solos em áreas urbanas têm causado altos picos de vazão e, conseqüentemente, uma freqüência cada vez maior de inundações. A diminuição na recarga do lençol freático, responsável pela manutenção das vazões mínimas dos mananciais, também é uma conseqüência da redução das áreas de infiltração de água no solo.

As inundações são decorrentes de eventos com precipitações pluviométricas intensas que superam a capacidade de drenagem da bacia. Tucci *et al.* (2001)¹ afirmam que os

¹ TUCCI, C.E.M. et al. *Hidrologia: ciência e aplicação*. 2.ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/ UFRGS, 2001. 943 p.

problemas causados pela inundação dependem de dois fatores: o grau de ocupação da bacia pela população e a frequência com que ocorrem as inundações.

A falta de informação e a desatualização de profissionais de diferentes áreas sobre os problemas e suas causas, leva a tomada de decisões com altos custos estruturais e que tendem a aumentar o problema que pretendiam resolver. Mesmo a população, quando se depara com um problema de inundação, solicita a execução de um canal, que apenas irá transferir o problema para jusante da bacia, Tucci e Bertoni, (2003)².

Com o planejamento do uso e ocupação dos solos, utilizando técnicas que aumentam a infiltração de água, pode-se minimizar os problemas causados por inundações e ainda regularizar as vazões mínimas dos mananciais.

No desenvolvimento do plano diretor de macro-drenagem do Município de Guararema, a sistematização das informações de base para o processamento dos dados do meio físico exige a utilização de ferramentas computacionais no estado da arte dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

Ampla é a gama de softwares que desempenham essa função, no entanto, a grande maioria dos SIGs hoje existentes são os denominados “software proprietário”, e alguns poucos com as mesmas condições de armazenamento e processamento das informações geográficas são de livre utilização.

O desenvolvimento do presente trabalho, por se tratar de um estudo destinado ao setor público, carece de reunir na sistematização e armazenamento das informações, os aspectos de redução de custos, confiabilidade na base de dados, portabilidade e disponibilidade das informações.

Nesta linha, o SIG selecionado para a realização do trabalho foi o SPRING – Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas³, de uso livre, produzido e suportado pelo INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, sem onerar o erário público com a aquisição de licenças de software proprietário para tantas estações de trabalho quantas forem as pessoas ou secretarias que irão se utilizar dessas informações.

As primeiras atividades realizadas no desenvolvimento do trabalho consistiram na juntada de documentos técnicos existentes, na criação, montagem e sistematização da base de dados que dará suporte à realização do estudo

Com a utilização do SPRING foi criado um banco de dados georreferenciado, e o

² TUCCI, C.E.M. BERTONI, J. C. *Inundações urbanas na América do Sul*. Porto Alegre: ABRH, 2003. 150 p.

³ CÂMARA, G., SOUZA, R.C., FREITAS, U. SPRING integrating remote sensing and GIS with object oriented data modelling. *Computers and Graphics*, Dordrecht, Holanda. v. 15, n. 6, p. 13-22, 1996

respectivo projeto com a projeção UTM Córrego Alegre, para a inserção dos dados iniciais do trabalho.

Todos os dados e informações coletadas, bem como os produtos gerados nas demais atividades do Plano de Águas Pluviais, foram armazenados e tratados em um banco de dados georreferenciado utilizando um SIG – Sistema de Informação Geográfica.

2.1 - Criação do Banco de Dados

A base cartográfica tem como abrangência as áreas de todas as bacias hidrográficas dos rios que ocorrem na Área de Projeto e foi montada a partir do levantamento aerofotogramétrico da EMLASA – Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo, na escala 1:10.000.

Com a utilização do SPRING foi criado um banco de dados georreferenciado, e o respectivo projeto com a projeção UTM Córrego Alegre (Figura 1), para a inserção dos dados iniciais do trabalho.

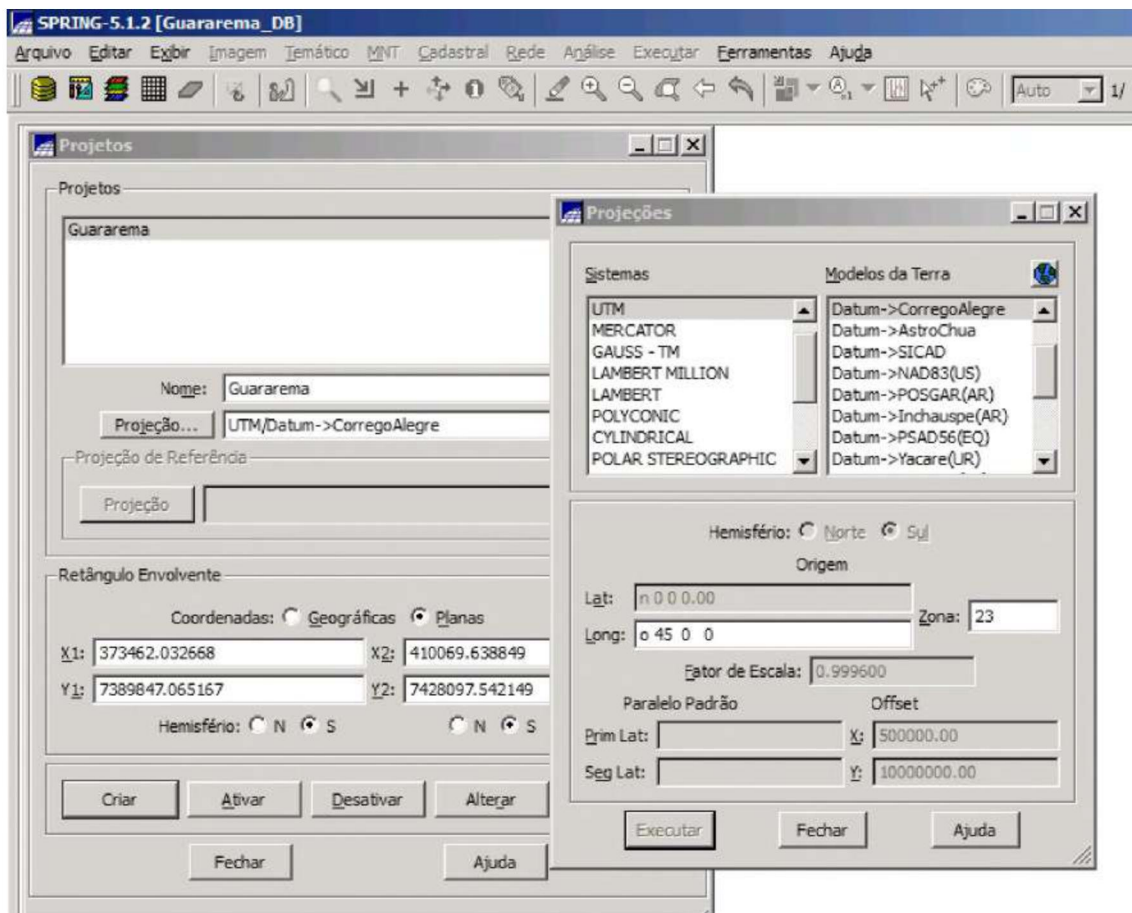


Fig. 1 - Captura de tela do software SPRING contendo os elementos da criação do banco de dados georreferenciado onde serão sistematizadas as informações geográficas do trabalho.

Para o desenvolvimento dessa base de dados utilizando o software SPRING – Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas, sua montagem compreendeu várias etapas que são descritas a seguir.

2.2 - Estruturação do Banco de dados

Para a recepção dos vários formatos dos dados de base dos tipos vetoriais, numéricos e matriciais, foram criadas no ambiente SPRING, além dos modelos padrão, novas categorias de informação dos tipos Temático, Numérico e Imagem, para a organização interna dos elementos de base, Figura 2.

A Prefeitura Municipal de Guararema conta com levantamento aerofotogramétrico digital de 2006, em escala de 1:10.000. A aplicação de técnicas de processamento digital de imagens às fotos inseridas no SPRING permitiu desenvolver todos os produtos inseridos no banco de dados. O objetivo de se usar técnicas de processamento digital de imagens foi obter facilidade na identificação e discriminação de objetos homogêneos presentes nas fotos, tais como corpos d'água, vegetação e áreas impermeáveis.

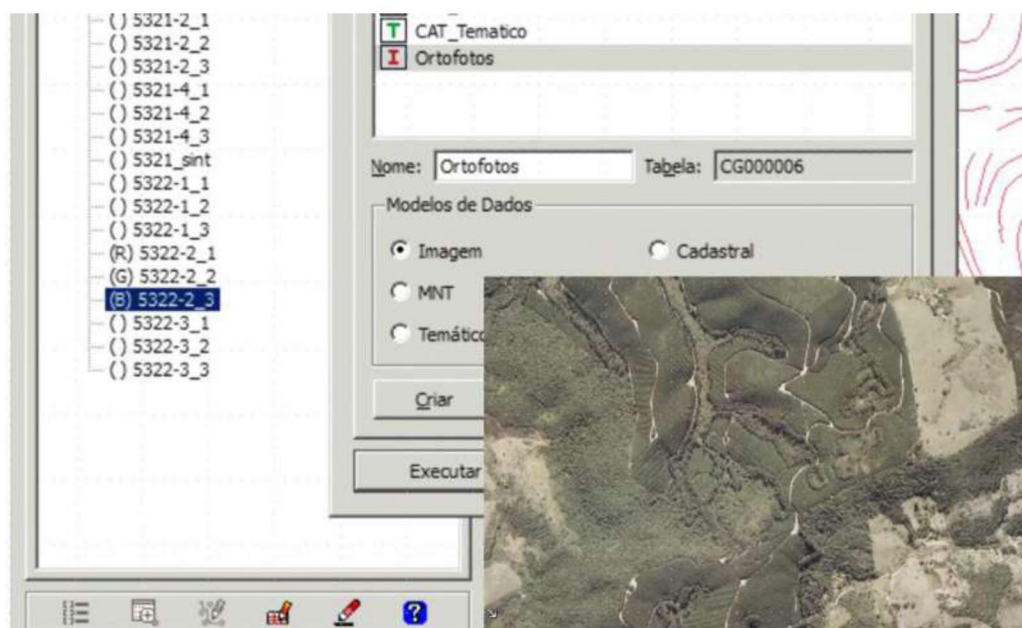


Fig. 2 - Vista parcial do banco de dados georreferenciados, no detalhe a visualização dos dados do tipo imagem de um trecho do município de Guararema.

2.3 - Tratamento prévio dos dados cartográficos

2.3.1 - Geração dos dados vetoriais

Inicialmente os principais dados incorporados ao SIG foram as curvas de nível e as linhas que representam a rede de drenagem natural, correspondentes à descrição do relevo do município.

Estes dados iniciais foram obtidos através da Vetorização das Cartas Topográficas em escala 1:10.000 da EMPLASA, disponibilizadas em formato analógico (Papel), da área que corresponde à cobertura total do município.

Os procedimentos de transformação com o tratamento e incorporação desses dados desde o formato analógico até o formato digital vetorial, e sua respectiva inserção no banco de dados georreferenciados obedeceram criteriosamente uma metodologia de trabalho, cujas etapas são descritas a seguir.

O primeiro passo foi a escanerização do material analógico para o formato raster em folha única de cada uma das cartas que cobrem a área total das bacias hidrográficas do município e aquelas localizadas foram do município que tenham influência sobre a macrodrenagem de Guararema, Figura 3.

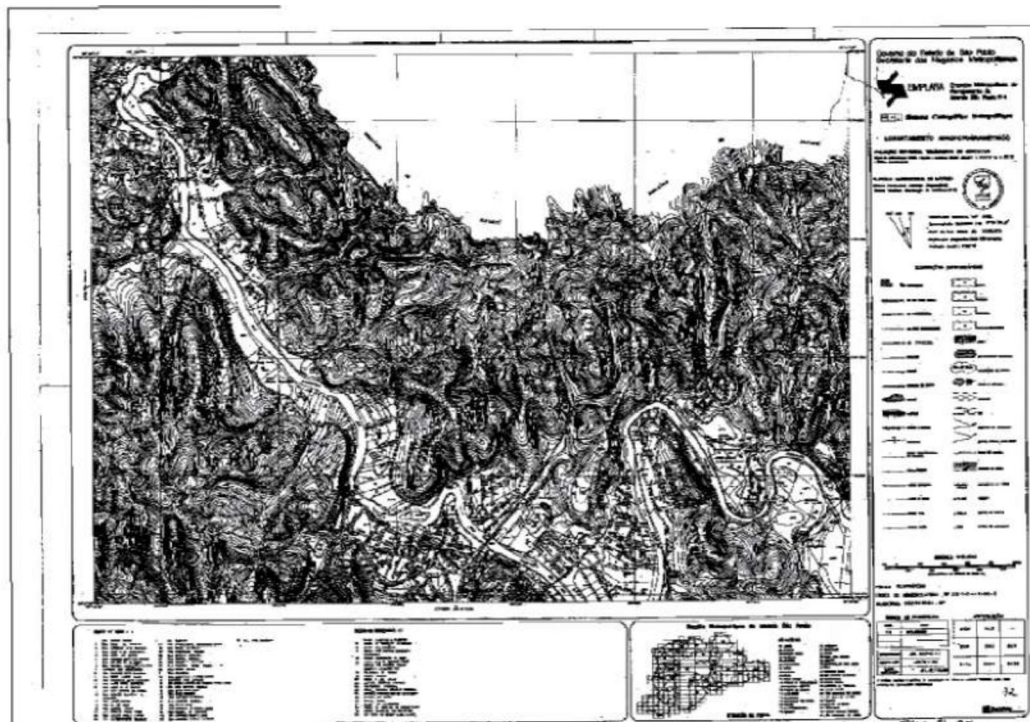


Fig. 3 - Amostra de uma carta na escala de 1:10.000 rasterizada por escanerização, correspondente à primeira conversão de tipo de dados.

Após a rasterização as cartas topográficas foram então vetorizadas através de vários processos de refinamento das informações cartográficas, com a utilização de softwares específicos de transformação de dados raster em dados vetoriais, a começar pelo uso de um software livre de transformação de dados raster em dados vetoriais denominado WinTopo Standard Edition v.1.7.

Em seguida, as cartas foram importadas e vetorizadas de forma automatizada uma a uma, para geração dos respectivos arquivos brutos dos dados vetoriais correspondentes à primeira fase da vetorização dos dados, Figura 4.

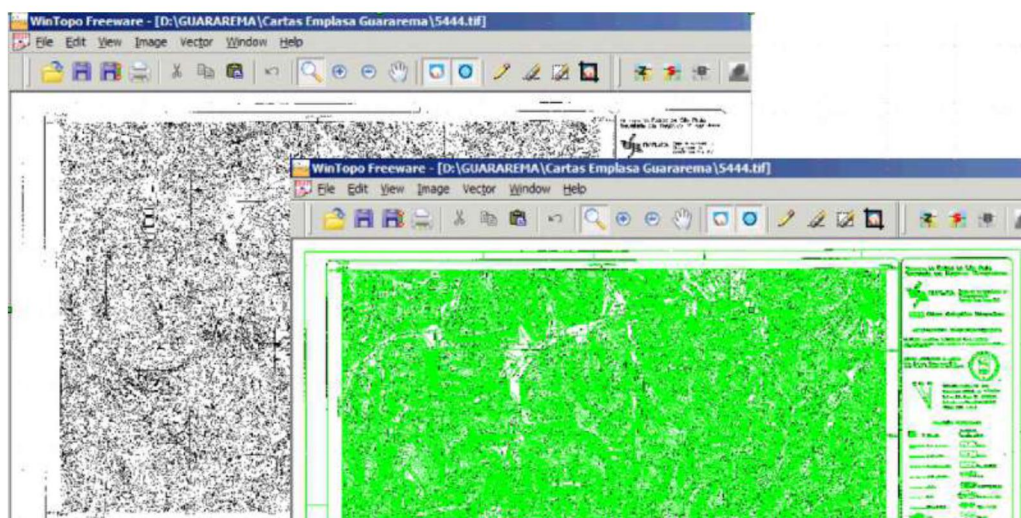


Fig. 4 - Sequência de transformação por extração de vetores realizada pelo Software WinTOPO.

2.3.2 - Filtragem de dados vetoriais

Após essa operação, os dados de todas as cartas transformados em vetores foram exportados no formato DXF (Drawing Exchange Format), e passaram para as fases de filtragem das camadas de informação necessárias, atribuição de cotas às curvas de nível e demais procedimentos. Os dados vetorizados em formato DXF receberam então tratamento e auditoria, no que foi utilizado o software livre denominado MSCAD para criação dos layers correspondentes a altimetria, acessos existentes e rede de drenagem.

Os arquivos DXF passaram por um processo de filtragem com a eliminação manual das linhas não correspondentes aos layers necessários ao estudo, Figura 5.

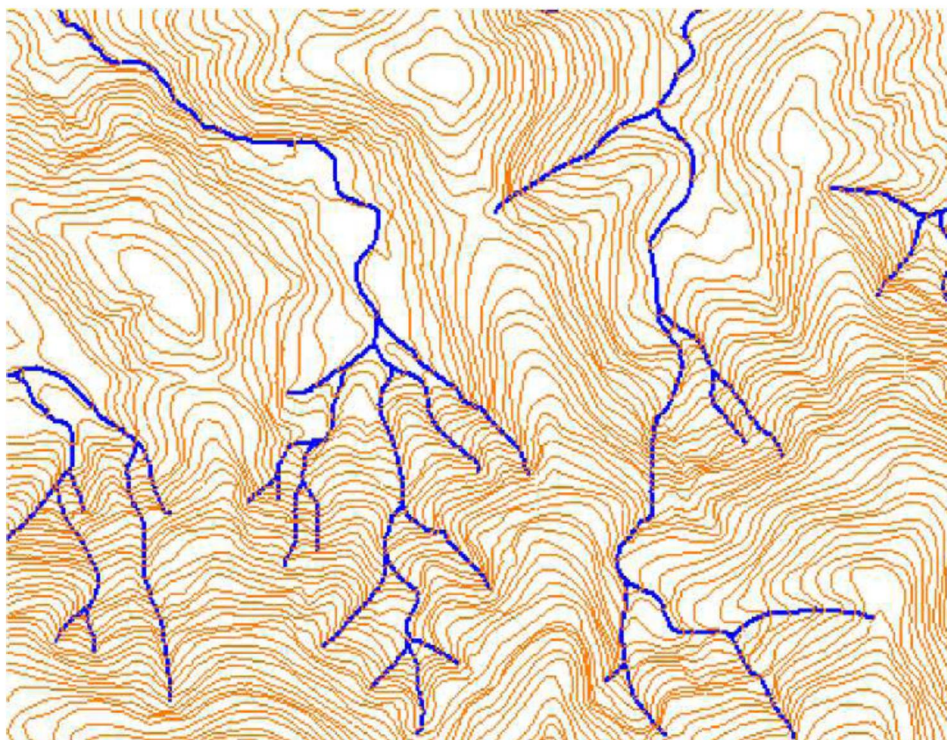


Fig. 5 - Amostra do dado vetorial após a filtragem de vetores, em vista 2D.

2.3.3 - Geração do modelo vetorial tridimensional

Em seguida foram separados nos respectivos layers as informações de curvas de nível, rede drenagem e sistema viário, para então no layer curvas de nível inserir os pontos cotados e atribuir os valores de cotas a cada segmento de linha, obtendo-se assim o modelo tridimensional das cartas na escala 1:10.000; dado de primordial importância no desenvolvimento do estudo, por se tratar do elemento de base para a realização de todos os cálculos hidrológicos das micro bacias hidrográficas do município, Figura 6.

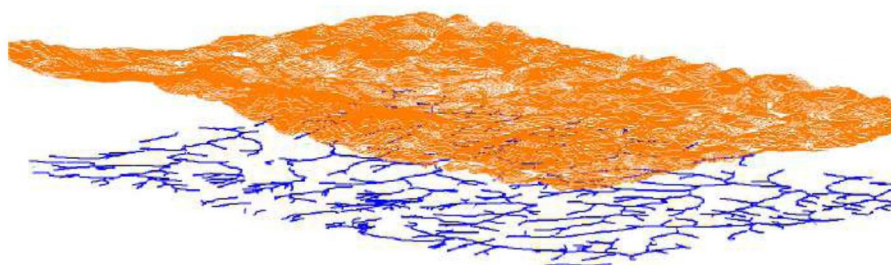


Fig. 6 - Vista de uma carta vetorizada em projeção 3D, apresentando em separado as camadas correspondentes às curvas de nível e a rede drenagem.

A sistematização das informações de base para o processamento dos dados do meio físico com a utilização de ferramentas computacionais no estado da arte dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) passa a receber os tratamentos computacionais da fase seguinte,

que consiste no processamento das grades do Modelo Digital de Elevação (MDE), geração do mapa de declividade e a extração das bacias hidrográficas.

2.4 - Incorporação de dados vetoriais ao Banco de Dados

Ao final da digitalização da base altimétrica em formato vetorial, todas as 20 folhas vetorizadas com os dados de altimetria e rede de drenagem foram incorporadas ao SIG (Figura 7), para geração dos produtos preliminares e se proceder a checagem de consistência dos dados.

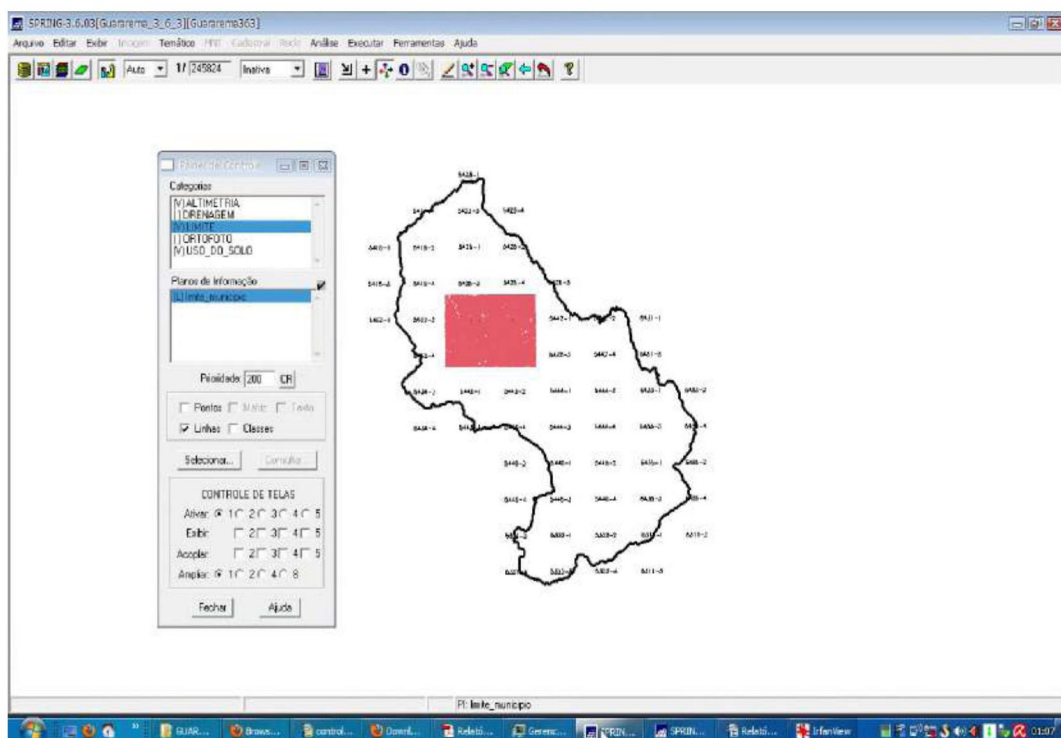


Fig. 7. Captura de tela do software SPRING contendo uma das 20 folhas vetorizadas, incorporadas ao banco de dados georeferenciado onde serão verificadas quanto a consistência dos dados.

Os dados altimétricos e de drenagem, foram incorporados ao banco de dados e condensados em camada única na forma de mosaico de dados do mesmo tema, Figuras 8 e 9.

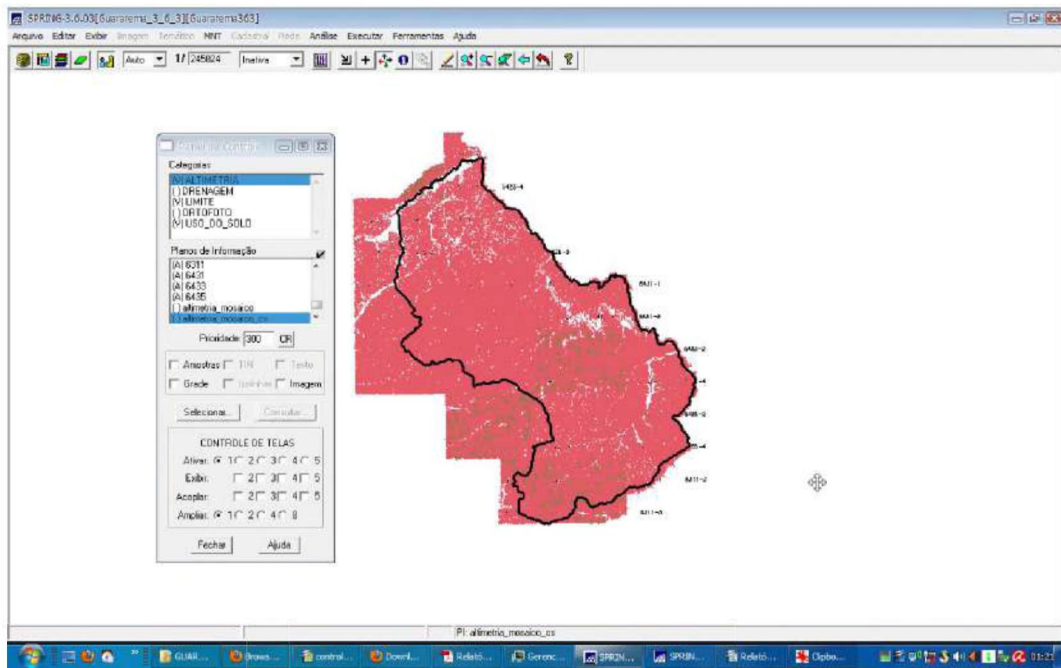


Fig. 8 - Vista da tela do software SPRING com os dados altimétricos incorporados.

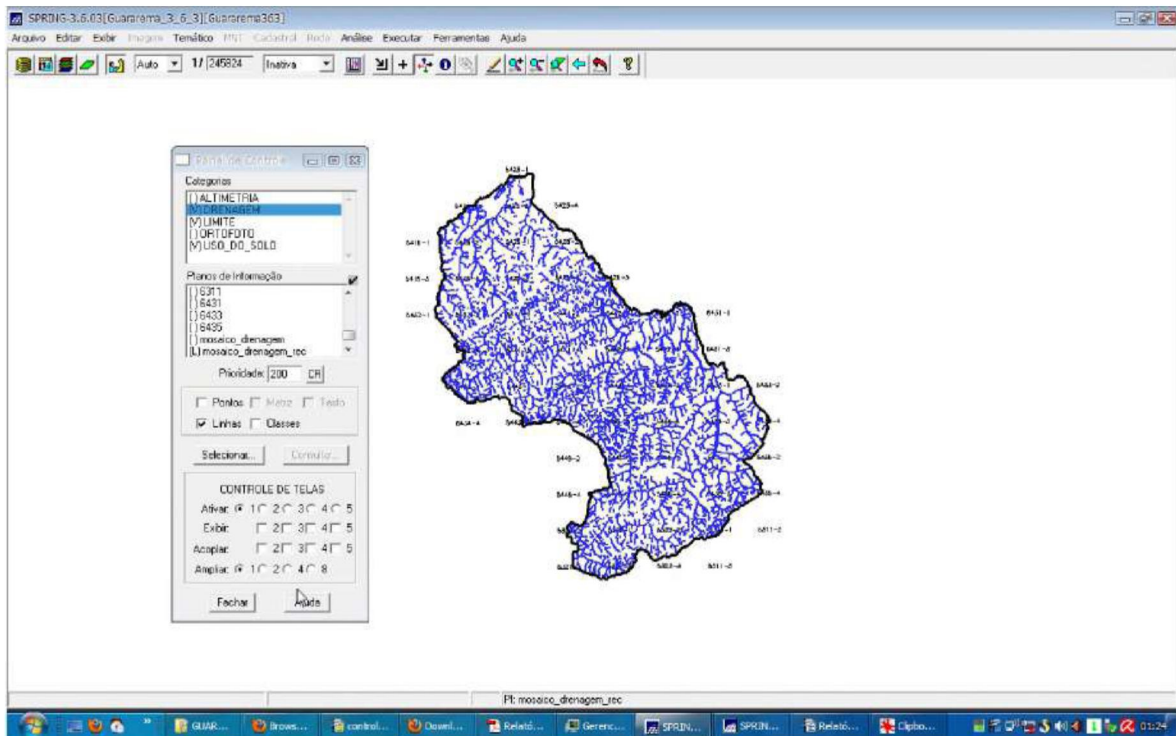


Fig. 9 - Vista da tela do software SPRING com os dados da rede de drenagem incorporados ao banco de dados.

2.5 - Processamento das grades do modelo digital de elevação MDE

Após a incorporação dos dados altimétricos procedemos a geração de grades

triangulares irregulares (TIN) e regulares (Matriz) para a geração do modelo digital de elevação.

As grades TIN foram geradas com a inserção da rede de drenagem de modo a preservar a configuração dos talwegues, com a informação de ruptura da grade sempre que esta atinge a linha de drenagem e contorna o fundo das grotas e vales. Figuras 10 e 11.

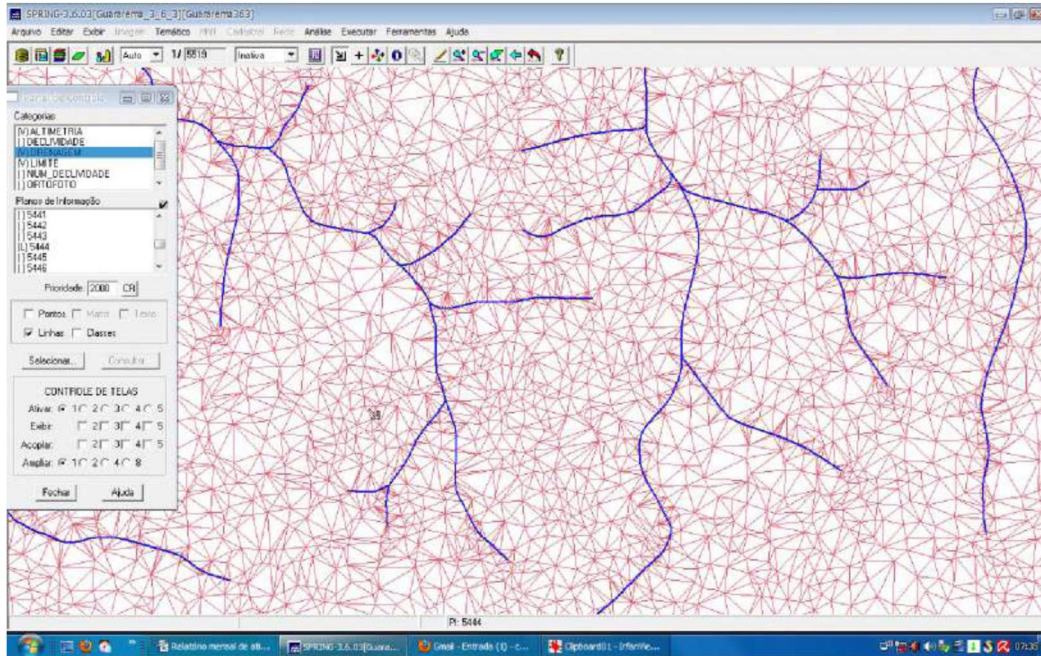


Fig. 10 - Vista da visualização dos dados da grade TIN e respectiva rede de drenagem de um trecho do município de Guararema.

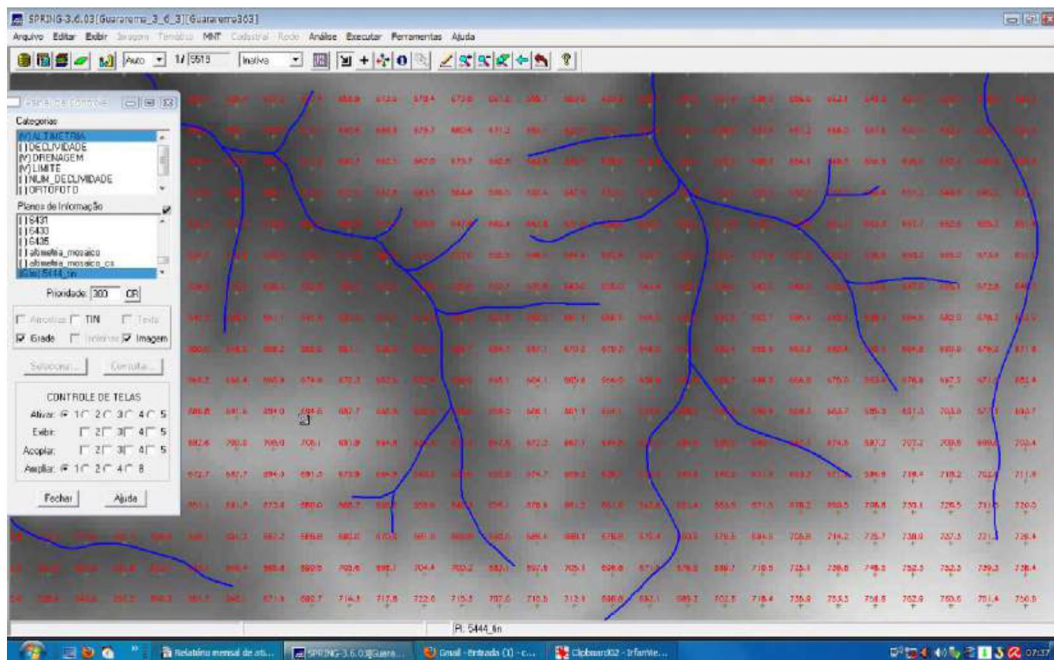


Fig. 11 - Vista da mesma área anterior com a grade regular e a imagem do MDT (Modelo Digital de Terreno) e a rede de drenagem, as zonas mais claras representam as áreas mais elevadas.

2.6 - Geração do mapa de declividades

Após a geração do MDT, procedeu-se a geração das grades de declividade em porcentagem e a respectiva geração do mapa de declividade com 04 faixas pré estabelecidas com as declividades de 0 a 5%, 5 a 12%, 12 a 20%, 20 a 40% e maior que 40%, Figuras 12.

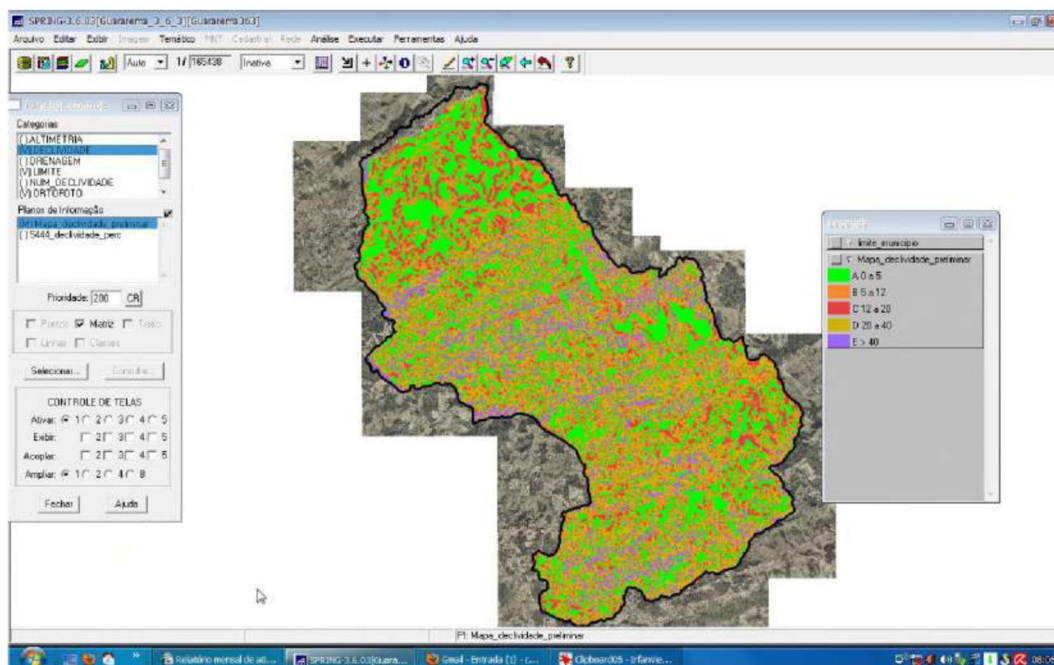


Fig. 12 - Vista geral do mapa de declividades preliminar.

2.7 - Mapeamento de uso do solo

Em paralelo aos procedimentos de dados vetoriais e grades matriciais de MDT e declividade das áreas externas ao município, foi desenvolvido o mapeamento de uso do solo, por meio de interpretação direta sobre o conjunto de ortofotos incorporado ao banco de dados, Figura 13 e 14.

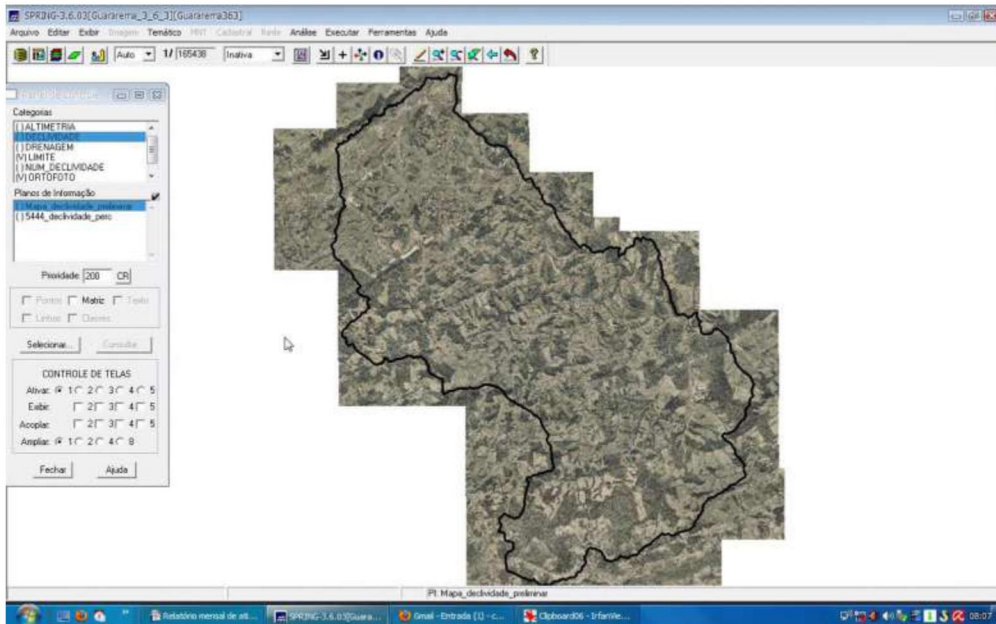


Fig. 13 - Vista do conjunto de ortofotos incorporado ao banco de dados.

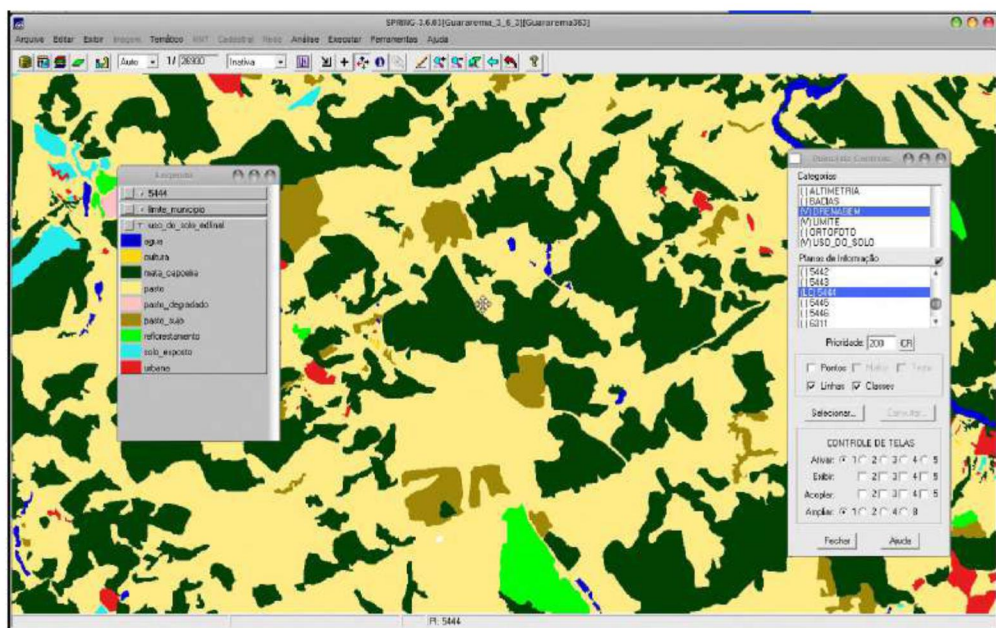


Fig. 14 - Tomada do estado atual do mapeamento de uso do solo, em estágio de verificação de campo.

A fase subsequente do desenvolvimento do plano diretor de macro-drenagem do Município de Guararema, consistiu na delimitação das micro bacias hidrográficas do município e da geração de dados para os cálculos hidrológicos de determinação das vazões de cheia dos cursos d'água, tais como o comprimento do talvegue, Fator de Forma, determinação da declividade equivalente de cada bacia, bem como a continuidade do trabalho de mapeamento para além dos limites do município, com os dados de altimetria e declividade, a geração dos

dados matriciais do MDT, do mapa de declividades e do mapeamento de uso do solo, visto que algumas bacias hidrográficas tem suas cabeceiras fora dos limites municipais de Guararema.

2.8 - Complementação na incorporação de dados vetoriais ao Banco de Dados

Ao final da digitalização da base altimétrica em formato vetorial relativa à área compreendida nos limites do município, geramos os produtos vetoriais relativos às bacias que extrapolam os limites municipais de Guararema em uma área correspondente a 72,57 km², para então incorporar esses dados ao banco de dados georreferenciado (Figura 15).

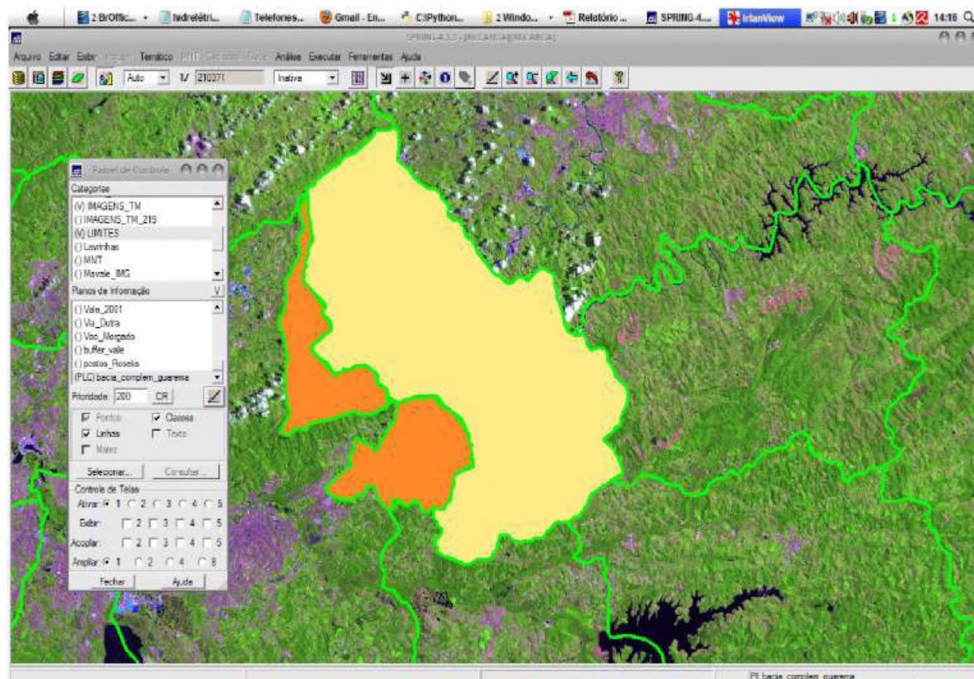


Fig. 15 - Captura de tela do software SPRING contendo as áreas a serem complementadas em laranja, e o município de Guararema em amarelo.

O trabalho de complementação das bacias externas aos limites do município envolveu todos os procedimentos anteriores realizados para os produtos já incorporados ao banco de dados georreferenciado.

2.9 - Delimitação das bacias hidrográficas

Para a delimitação das bacias e sub-bacias, com as respectivas áreas de contribuição adotou-se como parâmetro de trabalho, as bacias com exutório no rio Paraíba do Sul e rio Parateí.

Após a incorporação dos dados altimétricos da geração de grades triangulares irregulares (TIN) e regulares (Matriz) para a geração do modelo digital de elevação, passamos a delimitar as bacias hidrográficas existentes no município, pelo método de interpretação direta dos divisores de águas expressos nas curvas altimétricas vetorizadas.

As micro bacias formadoras da macro drenagem do município de Guararema foram delimitadas após a incorporação dos dados altimétricos complementados para as bacias que extrapolam os limites do município, pelo método de interpretação direta dos divisores de águas expressos nas curvas altimétricas vetorizadas.

Passamos então à determinação dos elementos de cálculo hidrológico para a determinação das vazões de projeto em cada ponto crítico dos talvegues em todo o município, as figuras 16 a 18 apresentam os resultados da delimitação das bacias hidrográficas em sobreposição ao mapeamento de uso do solo, a rede de drenagem e as curvas altimétricas.

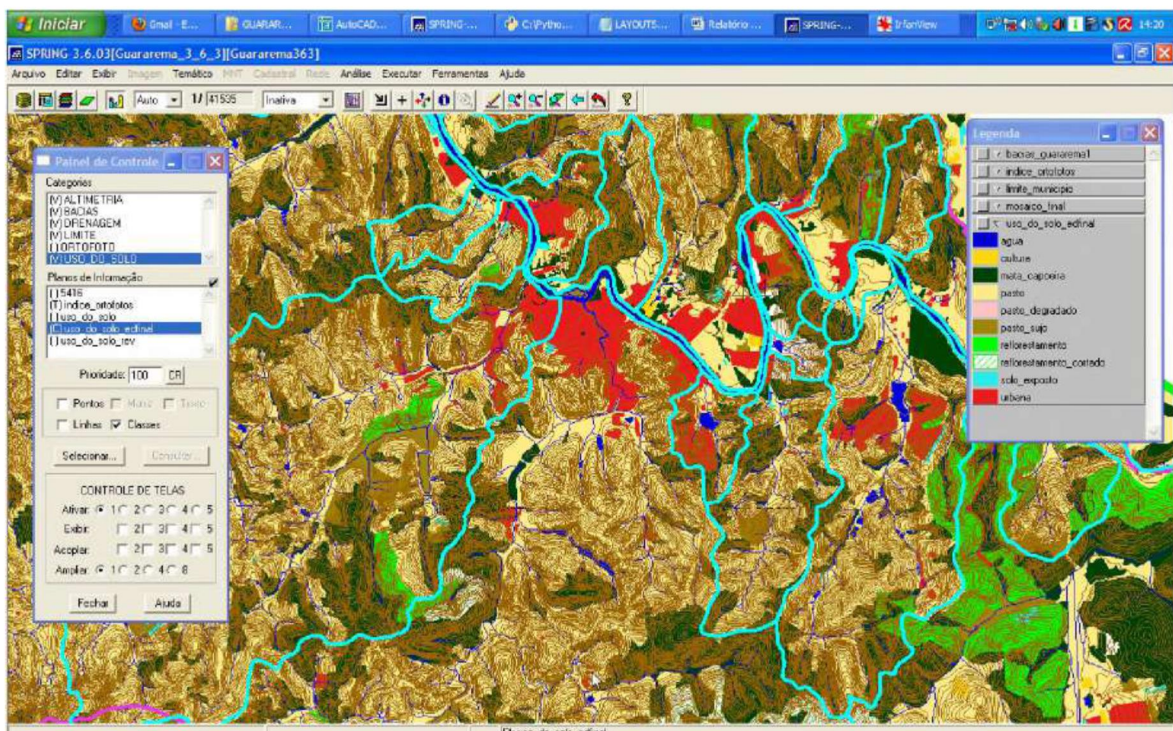


Fig. 16 - Limites das bacias do município, as linhas de limite (ciano) foram criadas delimitando os divisores topográficos de águas para todas as bacias cujo exutório se dá no Rio Paraíba do Sul ou no Rio Parateí.

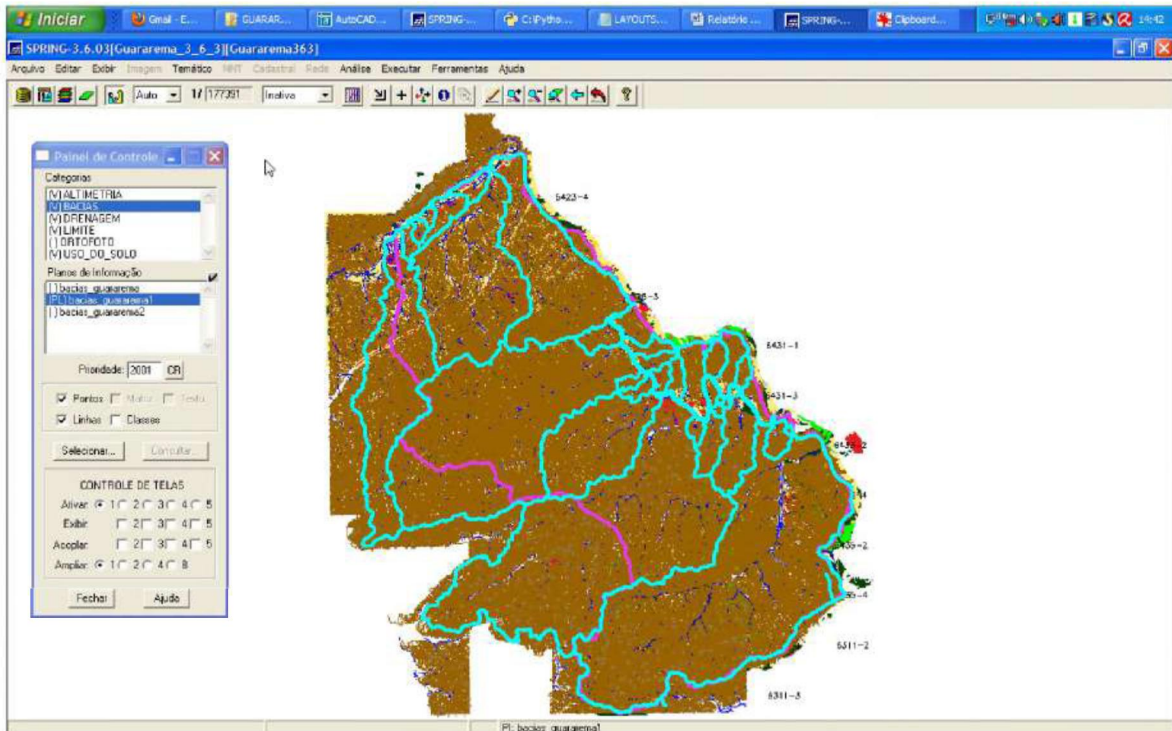


Fig. 17 - Vista das micro bacias delimitadas após o contorno total dos divisores de águas, em magenta os limites do município, em marrom as curvas altimétricas e em ciano os limites das micro bacias.

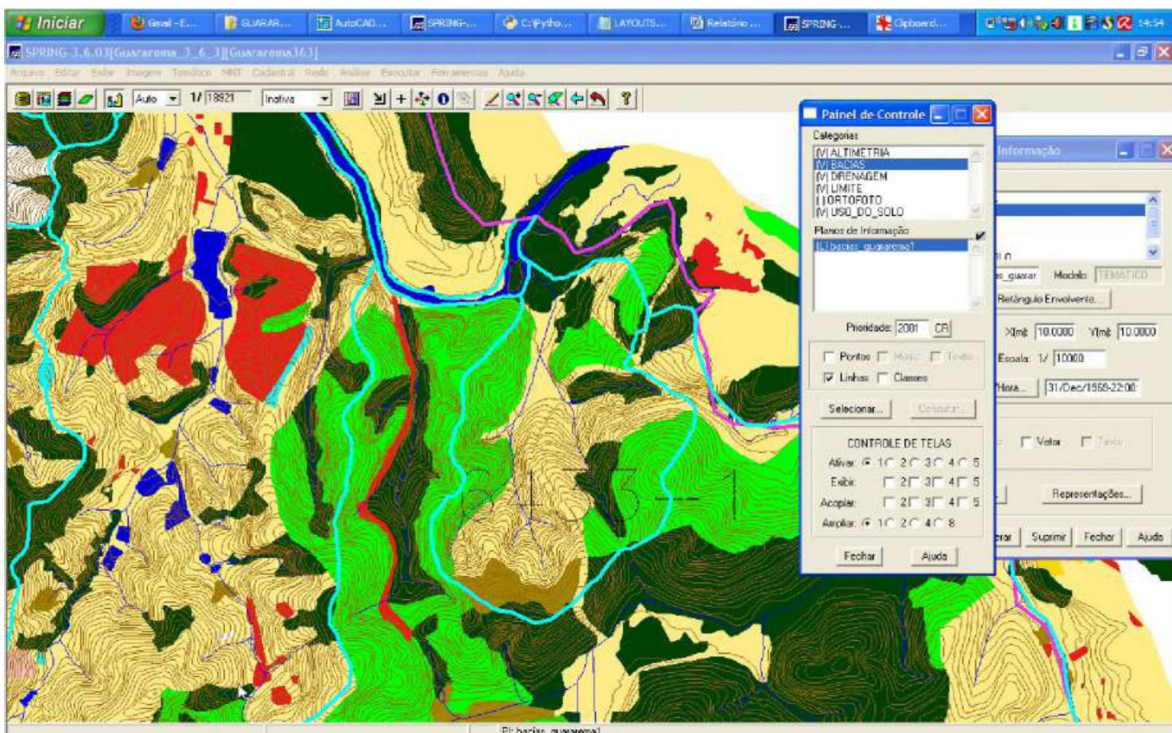


Fig. 18 - Detalhe de uma micro bacia com exutório no Rio Paraíba do Sul.

Com a delimitação das bacias foi possível a determinação dos elementos de cálculo

hidrológico para a determinação das vazões de projeto em cada ponto crítico dos talvegues em todo o município. As figuras 19 a 21 apresentam os procedimentos utilizados para a delimitação das bacias hidrográficas e a determinação do comprimento do curso d'água principal.

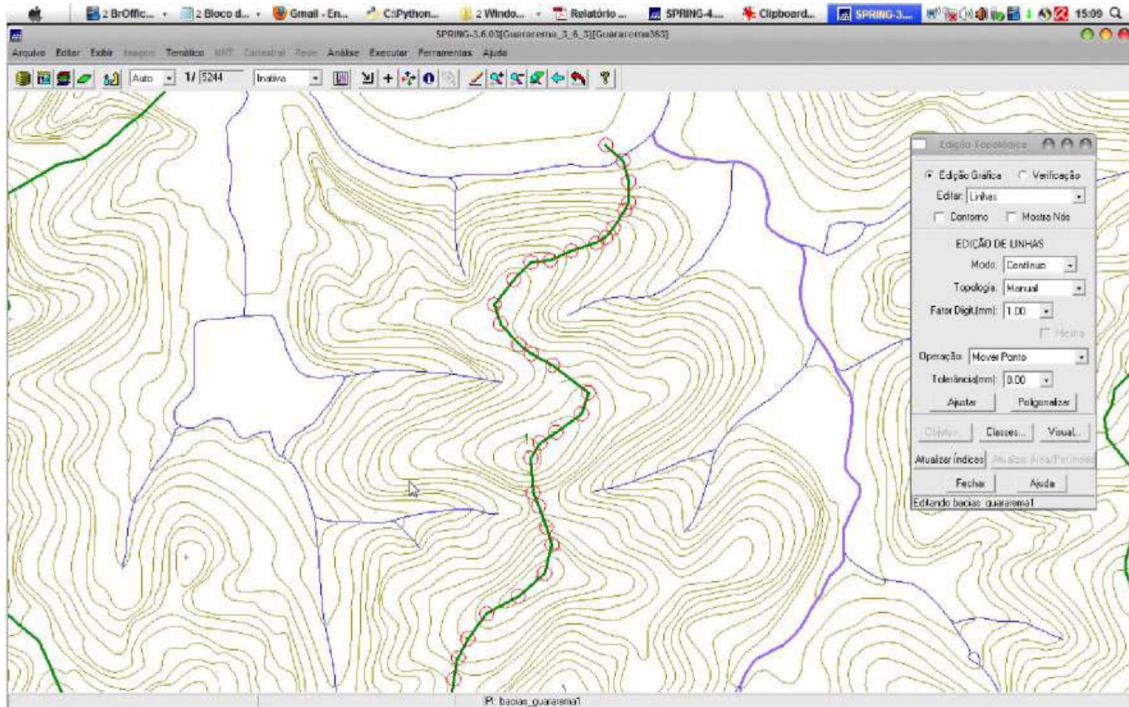


Fig. 19. Vetorização dos limites das bacias do município, as linhas de limite (Verde) foram criadas delimitando os divisores de águas.

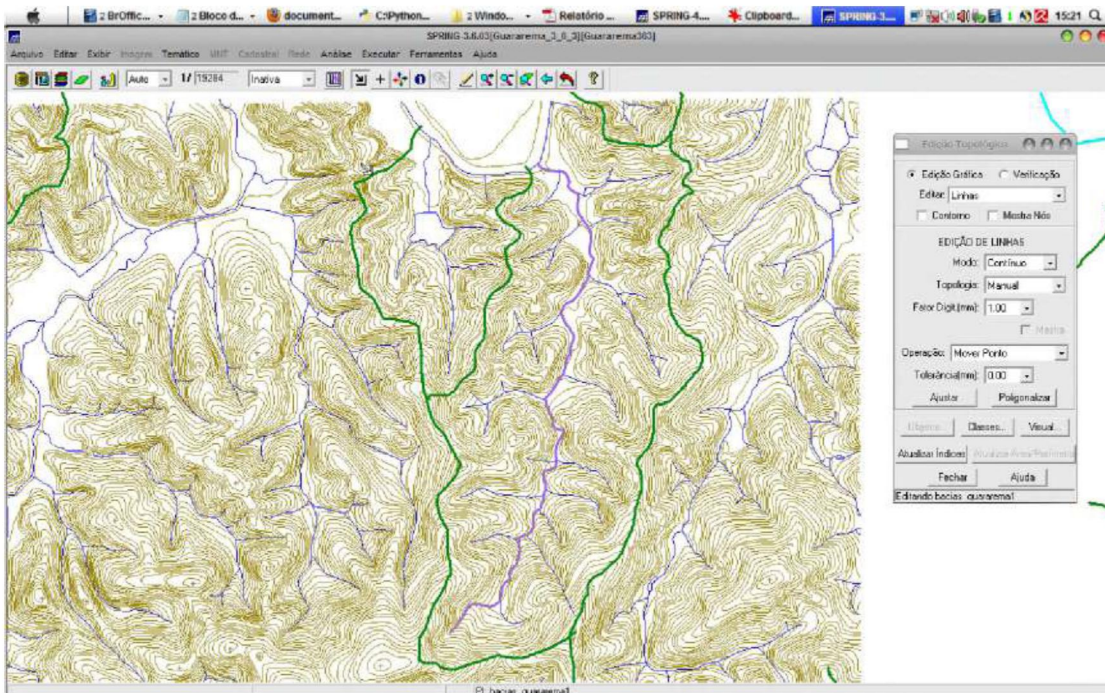


Fig. 20. Vista da bacia delimitada após o contorno total dos divisores de águas.

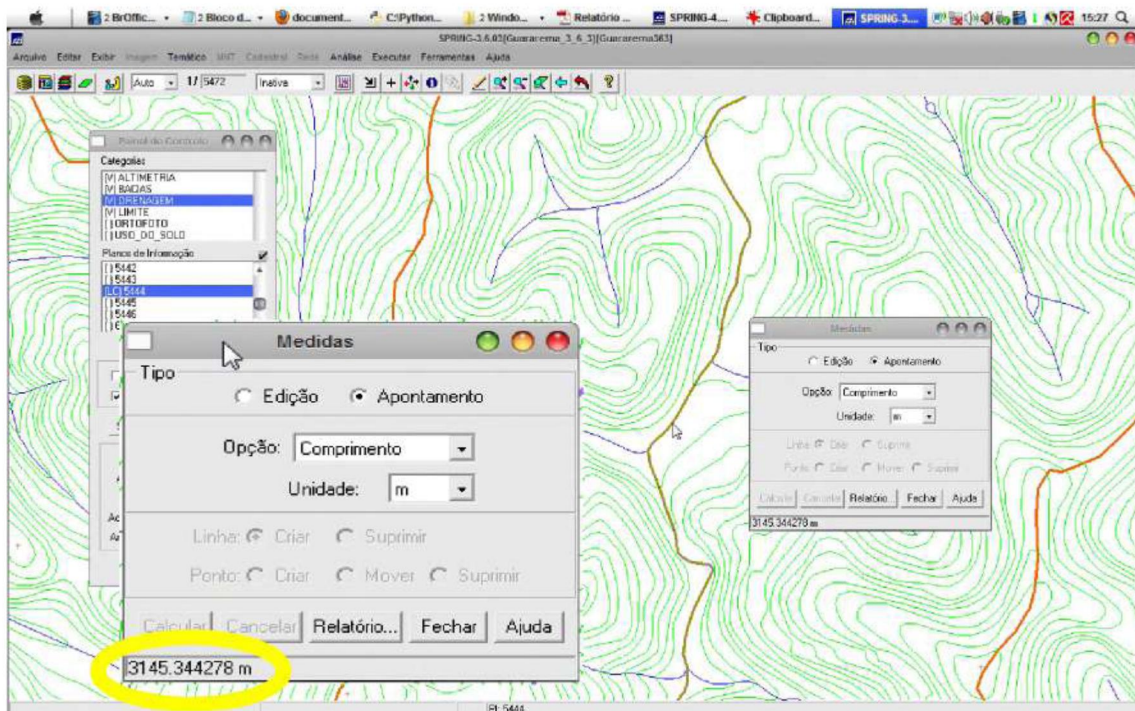


Fig. 21. Após a concatenação do curso d'água principal de cada bacia (linha marrom), obteve-se o comprimento do talvegue.

2.10 - Levantamento dos dados para os cálculos hidráulicos das bacias

Após a delimitação das bacias hidrográficas, verificação em campo dos pontos críticos de enchentes, iniciou-se a fase de determinação das vazões atuais nos talvegues das bacias do município com o levantamento dos dados para o cálculo hidráulico com os elementos constantes no quadro abaixo, para cada uma das bacias.

A (km ²)	H1 (m)	H2 (m)	L (km)	F	C2 (*)	C	Se (m/km)	tc (min)	K	i (mm/h)	Q_l (m ³ /s)
--------------------------------	------------------	------------------	------------------	----------	------------------	----------	---------------------	--------------------	----------	--------------------	---

Onde:

- A** - Área da bacia hidrográfica (km²);
- H1** - Seção de estudo
- H2** - Ponto mais distante na bacia
- L** - Comprimento do talvegue (km);
- F** - Fator de Forma da bacia;

- C2** - Coeficiente volumétrico de escoamento, de acordo com o uso e tipo de solo;
- C** - Coeficiente de escoamento;
- Se** – Declividade equivalente m/km;
- tc** - Tempo de concentração em min;
- K** - Fator de distribuição da chuva;
- i** - intensidade max. de precipitação (mm/h);
- Qi** - Vazão em m³/s

A Figura 22 apresenta um conjunto parcial dos elementos mensurados para a obtenção dos dados dos cálculos hidrológicos em cada uma das 43 micro bacias,.

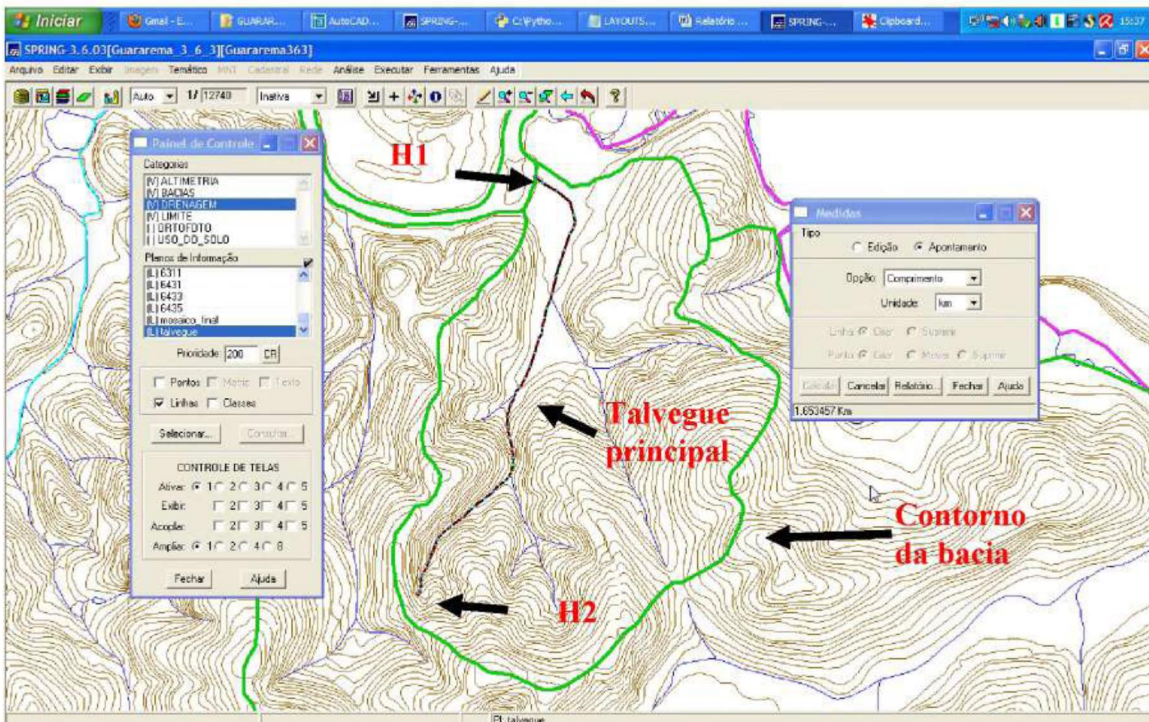


Fig. 22 - Vista de uma micro bacia com a tomada do comprimento do talvegue, no detalhe indicado pelas setas alguns elementos necessários.

2.11 - Mapeamento das área de risco de movimento de massa

O mapa de áreas de risco de movimento de massa foi elaborado pelo conceito de Ecodinâmica (Tricart, 1977)⁴, e da potencialidade para estudos integrados das ortofotos,

⁴ TRICART, J. **Ecodinâmica**, Rio de Janeiro, IBGE SUPREN, (Recursos Naturais e Meio Ambiente), 1977, 91 p.

conforme os conceitos desenvolvidos por Crepani et al. (2001)⁵ para o Zoneamento Ecológico-Econômico e da Álgebra de Mapas apresentada por Barbosa (1997)⁶.

Esse procedimento avalia os aspectos de uso do solo, solos, geomorfologia e geologia para através de cruzamentos de vulnerabilidades de cada camada de informação georreferenciada produzir o mapa final de risco de movimento de massa nas diversas classes de uso do solo e declividades no município.

A Figura 23 apresenta o mapa geológico do município, elaborado em escala compatível com a área do município, que foi utilizado no processamento dos cruzamentos numéricos das vulnerabilidades. Este mesmo procedimento foi aplicado aos mapas geomorfológico, pedológico e de uso do solo.

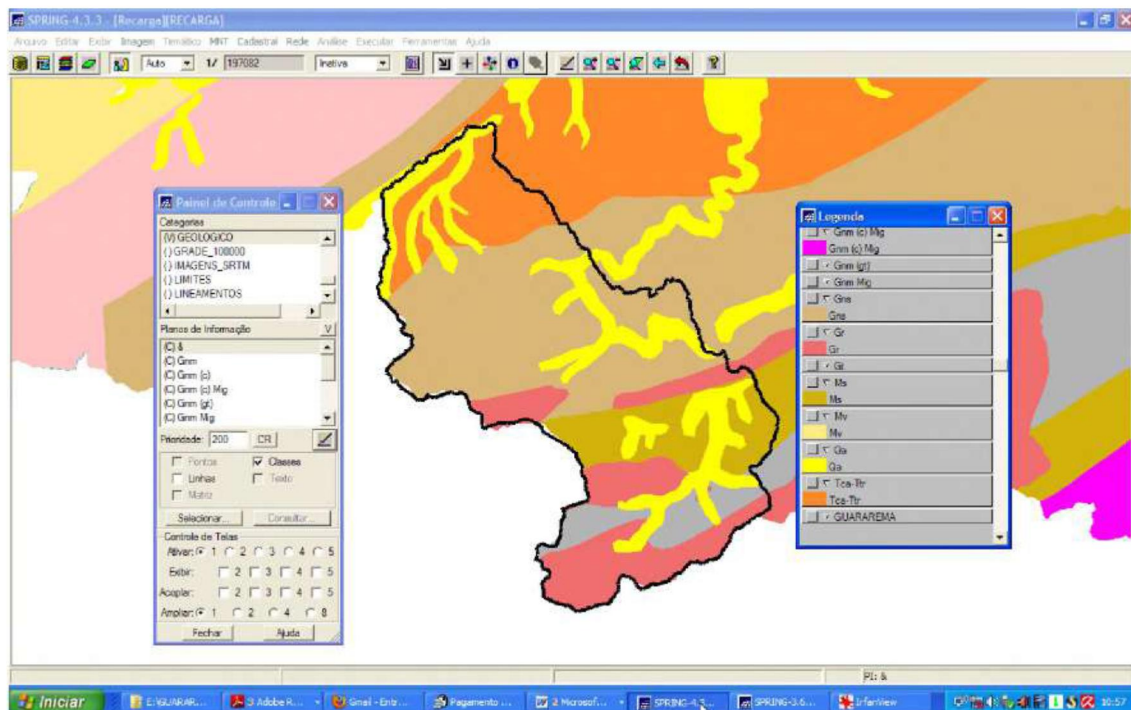


Fig. 23 - Vista do mapa geológico do Vale do Paraíba, em preto os limites do município de Guararema, SP.

No município de Guararema e nas bacias hidrográficas que extrapolam para os municípios vizinhos ocorrem simultaneamente dois processos:

⁵ Crepani, E.; Medeiros, J. S. de; Hernandez, P.; Florenzano, T.G.; Duarte, V.; Barbosa, C. C. F. 2001. Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento territorial. São José dos Campos. **SAE/INPE**. (INPE-8454-RPQ/722).

⁶ Claudio Clemente Faria Barbosa. Álgebra de mapas e suas aplicações em Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento.. 01/08/1997. 1v. 110p. Mestrado. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - SENSORIAMENTO REMOTO

1. Um deles natural, como consequência do fenômeno da denudação, que se traduz na forma de intemperismo e transporte através de movimentos do regolito ou *movimentos de massa*. Na área em estudo há dominância de processos morfogenéticos sobre pedogenéticos, devido a características morfométricas dessa, onde ocorre elevada declividade, amplitude e dissecação, sendo que esta última apresenta forte incisão. Esses aspectos condicionam intensa degradação e transporte, ou seja, forte erodibilidade. Estas condições favorecem também movimentos rápidos de massa, como, por exemplo, escorregamentos (Chorley et al., 1984; IPT, 1989; Sestini, 1999)⁷.
2. O outro é o processo de ocupação humana manifestado na forma de diferentes graus de alteração da paisagem, que induzem ou aceleram os processos de degradação.

A ocorrência destes dois processos simultaneamente pode causar a aceleração do processo natural com danos a pessoas e propriedades, dependendo principalmente da posição geográfica do encontro dos dois processos.

Com o objetivo de identificar as áreas naturalmente vulneráveis à ocorrência das formas de movimento de massa capazes de provocar acidentes, e as áreas onde a ocorrência simultânea dos dois processos pode trazer risco, foi realizado um trabalho que permite a identificação das áreas da bacia que necessitam de uma atenção maior, Figura 24.

⁷ Chorley, R. J.; Schumm, S. A.; Sugden, D. E. **Geomorphology**. Cambridge: Methuen, 606 p., 1984.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) **Estudo das instabilizações de encostas da Serra do Mar na região de Cubatão objetivando a caracterização do fenômeno “corrida de lama” e prevenção de seus efeitos**. São Paulo: 185 p. (IPT-relatório n. 26258), 1989.

Sestini, M. F. **Variáveis geomorfológicas no estudo de deslizamentos em Caraguatatuba - SP utilizando imagens TM-Landsat e SIG**. Dissertação de Mestrado – INPE. 140p. 1999.

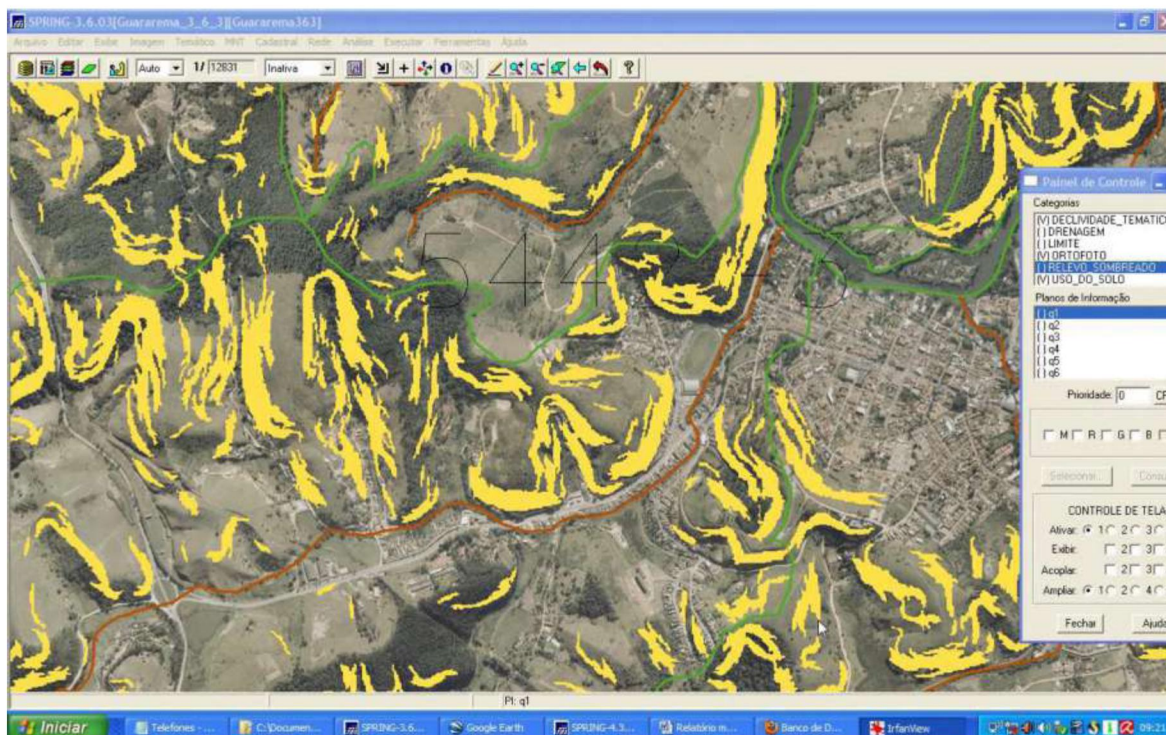


Fig. 24 - Vista de um recorte do núcleo central do município, as manchas em amarelo indicam as áreas com risco potencial de acidentes com movimento de massa.

3 – TENDÊNCIA DE CRESCIMENTO POPULACIONAL

As tendências de crescimento populacional observadas para o Estado de São Paulo estão fortemente influenciadas pela Região Metropolitana de São Paulo – RMSP, que abriga quase a metade da população estadual (48% em 2000).

Até 1970 a metrópole paulistana teve crescimento demográfico superior à média estadual (4,59% na RMSP e 3,49% na média estadual). Nas duas últimas décadas, entretanto, vem registrando decréscimo no ritmo de crescimento da população, com taxa médias anuais inferiores às do total do Estado nos períodos entre 1980-1991 e 1991-2000 (RMSP=1,9% e 1,7% enquanto as médias estaduais foram 2,13% e 1,78%).

Observa-se uma desaceleração no ritmo de crescimento demográfico das regiões metropolitanas, com especial destaque para um forte processo de deslocamento da população dos municípios-núcleo para os municípios das periferias metropolitanas.

Este fato se dá, sem dúvida alguma, em razão de um maior controle do uso da terra urbana, através de uma legislação mais rígida, o que acaba por elevar o custo dos poucos espaços que possam estar disponíveis.

Além do custo da terra ser bem mais baixo nos municípios das periferias metropolitanas, em relação ao município-núcleo, as facilidades de transporte e a proximidade relativa dos serviços sociais (principalmente saúde e educação), encontrados com certeza nos municípios-núcleo, tornam as periferias metropolitanas um local mais atrativo para a fixação da residência. Além do mais, as metrópoles sempre foram um grande mercado de trabalho, tanto para o emprego regular como para o informal.

Em razão destes fatos, deve-se pensar num planejamento global para as regiões metropolitanas, atuando-se não apenas nos municípios-núcleo, mas dando-se especial atenção para os municípios das periferias metropolitanas, para onde estão sendo "empurrados" os mais pobres.

3.1 – População por setor censitário

A tabela 1 mostra a distribuição da população de Guararema por setor censitário do IBGE, segundo o censo de 2.000.

Tabela 1 – Distribuição da População por Setor Censitário

Nº de Ordem	Cód. do Setor Censitário	Dom. Part.	Total de Dom. Part. Permanentes	Total de Domicílios Particulares Improvisados	População Residente	IPVS	Ponto Inicial e Final do Setor Censitário	Descrição do Perímetro do Setor Censitário	Situação do Setor Censitários
1	351830505000017	306	306		1.161	6	FOZ DO - RIBEIRAO DA DIVISA - NO - RIO PARATEI	DO PONTO INICIAL - R. PARATEI - CORR. SEM NOME - ROD. PRES. DUTRA - ESTR. MARACATU - CORR. SEM NOME - PASSAGEM - R. PORTUGAL - R. CHINA - R. SERVIDÃO - R. GUANABARA - R. ALEMANHA - R. AUSTRALIA - AV. AMERICA - RIBEIRÃO DA DIVISA - ATE SUA FOZ - ATE PONTO INICIAL.	Urbano
2	351830505000016	144	127	17	510	6	CRUZAMENTO DO - RIBEIRÃO DA DIVISA - COM - AV. AMERICA.	DO PONTO INICIAL - AV. AMERICA - R. AUSTRALIA - R. ALEMANHA - R. GUANABARA - R. SERVIDÃO - R. CHINA - R. PORTUGAL - PASSAGEM - R. SUIÇA - CORR. SEM NOME - R. CANADA - VIELA SEM NOME - R. ESPANHA - VIELA SEM NOME - R. DINAMARCA - R. COLOMBIA - R. PARANA - RIBEIRÃO DA DIVISA - ATE PONTO INICIAL.	Urbano
3	351830505000026	248	248		983	6	PONTE DA - ESTR. DO LAMBARI - NO - CORR. JOÃO PINTO.	DO PONTO INICIAL - CORR. JOÃO PINTO - CORR. BARBOSA - CORR. DA FAZENDA DO DR. MANECO - ATE SUA FOZ NO - RIO PARAIBA - DIVISA INTERMUNIC. GUARAREMA-JACAREI - ATE - RFFSA - RFFSA - DIVISA DO PERIMETRO URBANO PASSANDO PELO - SITIO MANGUEIRA GRANDE (EXCLUSIVE) - SITIO GROTÃO (INCLUSIVE) - FAZ. SANTA MARIA (INCLUSIVE) - SITIO DO ROGERIO GASPAS (EXCLUSIVE) - ATE KM 77 DA ANTIGA - ESTR. SP-RIO (OU SP-66) - ANTIGA ESTR. SP-RIO (OU SP-66) - ESTR. DO GOIABAL (OU BARBOSA) - ESTR. AKAMA - ESTR. DO LAMBARI - ATE PONTO INICIAL.	Rural
4	351830505000018	297	296	1	1.194	6	FOZ DO - CORR. SEM NOME - NO - RIO PARATEI	DO PONTO INICIAL - RIO PARATEI - CORR. SEM NOME - ESTR. MARACATU - ROD. PRES. DUTRA - CORR. SEM NOME - ATE SUA FOZ - ATE PONTO INICIAL.	Urbano

5	351830505000007	397	395	2	1.422	6	"FOZ DO CORREGO SEM NOME" NO "RIO PARAIBA"	DO PONTO INICIAL "RIO PARAIBA" "RIBEIRAO IPIRANGA" "RUA ANTONIO TEIXEIRA MUNIZ" "ANTIGA ESTRADA SAO PAULO-RIO" (OU SP-66) ATE A "LAGOA" SEGUINDO EM LINHA RETA ATE +MARCO 24-A+ NO KM 77 DA "ANTIGA ESTRADA SAO PAULO-RIO" (OU SP-66) DESTE PONTO ATE "FOZ DO CORREGO SEM NOME" PONTO INICIAL	Urbano
6	351830505000025	107	107		405	6	PONTE DA - AV. DONA FRANCISCA LERARIA (OU MARACATU) - NO CORR. SEM NOME	DO PONTO INICIAL - CORR. SEM NOME - ATE RETA DA DIVISA PROXIMO AO - SITIO SAWADA (INCLUSIVE) - RETA DA DIVISA ATE AFLUENTE DIREITO DO - CORR. JOÃO PINTO - A 350MTS DA SUA FOZ - CORR. JOÃO PINTO - ESTR. DO LAMBARI - ESTR. AKAMA - RFFSA - AV. DONA FRANCISCA LERARIA (OU MARACATU) - ATE PONTO INICIAL.	Rural
7	351830505000024	81	81		282	5	RIBEIRÃO DA DIVISA OU LAMBARI - COM - OLEODUTO PETROBRAS.	DO PONTO INICIAL - OLEODUTO PETROBRAS - ESTR. DOS LAGOS(OU GRM-325) - ESTR. DA CAPELA SÃO BENEDITO - RIBEIRÃO ITAPETI - FOZ DO CORR. DA ALMEIDA - PROXIMO AO - RANARIO DO PAULI (EXCLUSIVE) - ESPIGÃO QUE DEIXA A DIREITA AS - AGUAS DO RIBEIRÃO ITAPETI - E A ESQUERDA AS - AGUAS DO RIBEIRÃO DA DIVISA OU LAMBARI - MORRO DO FEITAL - CORR. DO MORRO DO FEITAL - RIBEIRÃO DA DIVISA OU LAMBARI - ATE PONTO INICIAL.	Rural
8	351830505000022	181	179	2	634	5	ENTRONCAMENTO DO "RIBEIRAO ITAPETI" COM "ANTIGA ESTRADA SAO PAULO-RIO OU SP-66"	DO PONTO INICIAL SEGUE PELA "ANTIGA ESTRADA SAO PAULO-RIO OU SP-66" ATE "RESTAURANTE RABICO" E "RECANTO AGUA VIVA" INCLUSIVE "DIVISA INTERMUNICIPAL GUARAREMA-MOJI DAS CRUZES" SEGUINDO A CUMEADA DA SERRA ATE TERRAS DA "FAZ STO ANTONIO" INCLUSIVE ATE "LIMITE INTERMUNICIPAL GUARAREMA-MOJI DAS CRUZES" PROXIMO AO "SITIO MANOEL AUGUSTO" INCLUSIVE SEGUINDO PELA CUMEADA DA SERRA ATE "RIBEIRAO ITAPETI" PROXIMO AO "RANARIO DO PAULI" INCLUSIVE "RIBEIRAO ITAPETI" ATE PONTO INICIAL.	Rural
9	351830505000015	152	151	1	560	5	CRUZAMENTO DO - RIBEIRÃO DA DIVISA - COM - R. PARANA	DO PONTO INICIAL - R. PARANA - R. COLOMBIA - R. DINAMARCA - VIELA SEM NOME - R. ESPANHA - VIELA SEM NOME - R. CANADA - CORR. SEM NOME - R. SUIÇA - PASSAGEM - CORR. SEM NOME - ROD. DOS TRABALHADORES - OLEODUTO DA PETROBRAS - RIBEIRÃO DA DIVISA - ATE PONTO INICIAL	Urbano

10	351830505000023	82	82		275	5	R. HIPOLYTA DE MORAIS MAGALHÃES (OU ESTR. DA CASCALHEIRA) - COM - ESTR. DO GOIABAL (OU DO BARBOSA).	DO PONTO INICIAL - ESTR. DO GOIABAL(OU DO BARBOSA) - ATE KM 77 DA ANTIGA - ESTR. SP-RIO(OU SP-66) - ANTIGA ESTR. SP-RIO(SP-66) - RIBEIRÃO ITAPETI - ESTR. DA CAPELA SÃO BENEDITO - ESTR. DA CAPELA SÃO BENEDITO - ESTR. DOS LAGOS(OU GRM-325) - OLEODUTO PETROBRAS - R. HOPOLYTA - DE MARAIS MAGALHÃES(OU CASCALHEIRA) - ATE PONTO INICIAL.	Rural
11	351830505000021	288	287	1	1.030	5	"ANTIGA ESTRADA SAO PAULO-RIO" (OU SP-66) COM "ESTRADA PARA LUIZ CARLOS"	DO PONTO INICIAL "ESTRADA PARA LUIZ CARLOS" DIVISA DO PERIMETRO URBANO "EFCB" "OLEODUTO PETROBRAS" DIVISA DO PERIMETRO URBANO PASSANDO POR "CORREGO SEM NOME" PROXIMO A "LINHA DE AT" "SITIO DR GABRIEL" INCLUSIVE "SITIO DA VO PEQUITITA" INCLUSIVE "ESTRADA SANTA BRANCA" PROXIMO AO "POSTE DE LUZ N 10" EXCLUSIVE "ESTRADA HERNANDES" PROXIMO AO "SITIO ANTONIO CASTRESSANO SANCHES" EXCLUSIVE ATE "EFCB" "EFCB" "CONTRAFORTE ENTRE OS CORREGOS ROMEU E CACHOEIRINHA" ATE "RIO PARAIBA" NA "FOZ DO RIBEIRAO PUTIM" "RIBEIRAO PUTIM" ATE SUA NASCENTE PROXIMO A "ESTACAO EXPERIMENTAL DE HORTALICAS" EXCLUSIVE DIVISA GUARAREMA-BIRITIBA MIRIM NO "DIVISOR DE AGUAS PUTIM-GUARAREMA" ATE "CABECEIRA DO CORREGO JESUINO FRANCO" PELO QUAL DESCE ATE "CORREGO GUARAREMA" DIVISA INTERMUNICIPAL MOJI DAS CRUZES-GUARAREMA ATE "ANTIGA ESTRADA SAO PAULO-RIO" (OU SP-66) PROXIMO AO "RESTAURANTE RABICO" E "RECANTO AGUA VIVA" EXCLUSIVE "ANTIGA ESTRADA SAO PAULO-RIO" (OU SP-66) ATE PONTO INICIAL	Rural
12	351830505000027	170	170		585	5	"RIBEIRAO PUTIM" COM "ESTRADA PARA SANTA BRANCA"	DO PONTO INICIAL "ESTRADA PARA SANTA BRANCA" "CORREGO DA PONTE ALTA" ATE SUA NASCENTE SEGUINDO PELO +DIVISOR GUARAREMA-SANTA BRANCA+ QUE DEIXA A DIREITA AS AGUAS DO "RIBEIRAO PUTIM" E A ESQUERDA AS AGUAS DO "RIBEIRAO DOS MONOS" "ESPIGAO MESTRE TIETE-PARAIBA" PASSANDO PELA CABECEIRA DO "CORREGO JOAO DE MELO" ATE "RIBEIRAO PUTIM" PROXIMO A "ESTACAO EXPERIMENTAL DE HORTALICAS" EXCLUSIVE "RIBEIRAO PUTIM" ATE PONTO INICIAL	Rural

13	351830505000006	277	276	1	1.060	5	ENCONTRO DA - ANTIGA ESTR. SP.-RIO (OU SP-66) - COM - R. ANTONIO TEIXEIRA MUNIZ	DO PONTO INICIAL - R. ANTONIO TEIXEIRA MUNIZ - PASSAGEM BELA VISTA - ANTIGA ESTR. DO LUIZ CARLOS - OLEODUTO DA PETROBRAS - EFCB - ESTR. DO RANCHO DOS SANCHES - ESTR. PARA LUIZ CARLOS - ANTIGA ESTR. SP-RIO (OU SP-66) - ATE PONTO INICIAL	Urbano
14	351830505000020	122	122		423	5	"LINHA DE AT" COM "ESTRADA DO BARBOSA"	DO PONTO INICIAL "ESTRADA DO BARBOSA" "ESTRADA DA CASCALHEIRA" "OLEODUTO DA PETROBRAS" "LINHA DE AT" ATE PONTO INICIAL	Urbano
15	351830505000014	127	127		456	5	"CORREGO S/ NOME" COM "ESTRADA MARACATU"	DO PONTO INICIAL "ESTRADA MARACATU" "EFCB" "ESTRADA DO BARBOSA" "LINHA DE AT" "OLEODUTO DA PETROBRAS" "ROD DOS TRABALHADORES" "AFLUENTE DIREITO DO CORREGO SEM NOME" "CORREGO S/ NOME" ATE PONTO INICIAL	Urbano
16	351830505000019	386	382	4	1.519	5	FOZ DO - CORR. SEM NOME - NO - RIO PARATEI	DO PONTO INICIAL - RIO PARATEI - ATE FOZ DO - CORR. JOÃO PINTO - CORR. JOÃO PINTO - PRIMEIRO AFLUENTE ESQUERDO ATE RETA DA - DIVISA DO PERIMETRO URBANO - DIST. 350MTS DA SUA FOZ , RETA DA DIVISA ATE - CORR. SEM NOME - PROXIMO AO - SÍTIO SAWADA (EXCLUSIVE) - CORR. SEM NOME - ATE SUA FOZ - ATE PONTO INICIAL	Urbano
17	351830505000010	116	113	3	412	4	RIO PARAIBA NA FOZ DO CORR. SEM NOME.	DO PONTO INICIAL - CORR. SEM NOME - LINHA DA DIVISA DO PERIMETRO URBANO PASSANDO PELA - ESTR. DO HERNANDES - PROXIMO AO - SÍTIO ANTONIO CASTREZANA SANCHES (INCLUSIVE) - RIO PARAIBA - ATE PONTO INICIAL	Urbano
18	351830505000013	426	426		1.597	3	"EFCB" COM "RIO PARAIBA"	DO PONTO INICIAL "RIO PARAIBA" "VIELA" "ESTRADA GUARAREMA-SANTA BRANCA" " ESTR. DOS PIRES" "AFLUENTE DO PARAIBA" ATE DIVISA DO PERIMETRO URBANO PROXIMO A "LINHA DE AT" INCLUSIVE DIVISA DO PERIMETRO URBANO ATE "OLEODUTO PETROBRAS" "OLEODUTO PETROBRAS" "EFCB" "CORR. SEM NOME" "RIO GUARAREMA" "RUA MARIA ALVINO DE SOUZA" "RUA DR ARMINDO" "RUA DR FALCAO" "EFCB" ATE PONTO INICIAL	Urbano

19	351830505000008	258	257	1	944	3	"SÍTIO DO ROGERIO GASPAR" NO ENCONTRO DO "RIO PARAIBA" COM LINHA DIVISORIA DO PERIMETRO URBANO	DO PONTO INICIAL SEGUINDO A LINHA DIVISORIA DO PERIMETRO URBANO PASSANDO PELA "FAZENDA SANTA MARIA" EXCLUSIVE "SÍTIO GROTAO" INCLUSIVE "SÍTIO MANGUEIRA GRANDE" INCLUSIVE ATE "EFCB" "EFCB" "RUA DR ROBERTO FEIJO" "RUA MACHADO DE ASSIS" "RUA OLAVO BILAC" "AV ADEMAR DE BARROS" "RIO PARAIBA" ATE "SÍTIO DO ROGERIO GASPAR" PONTO INICIAL	Urbano
20	351830505000012	62	61	1	226	3	ENCONTRO DA ESTR. DOS PIRES - COM -ESTR. GUARAREMA SANTA BRANCA	DO PONTO INICIAL - ESTR. GUARAREMA SANTA BRANCA -ATE LINHA DA DIVISA DO PERIMETRO URBANO PROXIMO AO - POSTE DE LUZ NUMERO 10 (INCLUSIVE) - LINHA DA DIVISA DO PERIMETRO URBANO PASSANDO PELO - SÍTIO DA VÓ PEQUITITA (EXCLUSIVE) - CORREGO SEM NOME - CORR. SEM NOME - ESTR. DOS PIRES - ATE PONTO INICIAL.	Urbano
21	351830505000011	64	64		241	3	ENCONTRO DA - VIELA SEM NOME - COM - RIO PARAIBA.	DO PONTO INICIAL - RIO PARAIBA - ESTR. GUARAREMA SANTA BRANCA - PROXIMO AO POSTE DE LUZ NUMERO 10 (EXCLUSIVE) - ESTR. GUARAREMA SANTA BRANCA - VIELA SEM NOME - ATE PONTO INICIAL	Urbano
22	351830505000005	269	267	2	974	3	ENCONTRO DO - RIBEIRÃO IPIRANGA - COM - R. LUCAS NOGUEIRA GARCEZ.	DO PONTO INICIAL - R. LUCAS NOGUEIRA GARCEZ - R. CAPITÃO ALBERTO WEISSOHN - R. BRASILIO MACHADO - PROLONG. - R. JOÃO DE MELO - R. CONSELHEIRO RODRIGUES ALVES - R. MARIA FLORENCIA - R. DR. PEDRO DE TOLEDO - EFCB - OLEODUTO DA PETROBRAS - ANTIGA ESTR. DO LUIZ CARLOS - R. BELA VISTA - PASSAGEM SEM NOME - R. ANTONIO TEIXEIRA MUNIZ - RIBEIRÃO IPIRANGA - ATE PONTO INICIAL	Urbano
23	351830505000001	342	342		1.198	2	"RUA CAP ALBERTO WEISSOHN" COM "RUA DONA LAURINDA"	DO PONTO INICIAL "RUA DONA LAURINDA" "RUA MARCONDES FLORES" "PRAÇA CEL BRASILIO FONSECA" "RUA DR PEDRO DE TOLEDO" "RUA MARIA FLORENCIA" "RUA CONS RODRIGUES ALVES" "RUA JOAO DE MELO" "RUA BRASILIO MACHADO" "RUA CAP ALBERTO WEISSOHN" ATE PONTO INICIAL	Urbano
24	351830505000003	161	161		575	2	FOZ DO - RIO GUARAREMA NO - RIO PARAIBA.	DO PONTO INICIAL "RIO PARAIBA" "EFCB" , LINHA DE LIMITE NO FIM DA - R. DR. PEDRO DE TOLEDO - RUA DR PEDRO DE TOLEDO - PRAÇA CEL. BRASILIO FONSECA - R. DONA LAURINDA - RIO GUARAREMA - ATE PONTO INICIAL	Urbano

25	351830505000004	348	348		1.463	2	CRUZAMENTO DA - EFCB - COM - R. DR. FALCÃO.	DO PONTO INICIAL - R. DR. FALCÃO - R. DR. ARMINDO - R. MARIA ALVINO DE SOUZA - CORR. SEM NOME - EFCB - ATE PONTO INICIAL	Urbano
26	351830505000009	278	276	2	976	2	"CORREGO SEM NOME" COM "RIO PARAIBA"	DO PONTO INICIAL "RIO PARAIBA" "AV DR ADEMAR DE BARROS" "RUA OLAVO BILAC" "RUA MACHADO DE ASSIS" "RUA DR ROBERTO FEIJO" "EFCB" DIVISA DO PERIMETRO URBANO ATE "CORREGO SEM NOME" "CORREGO SEM NOME" ATE PONTO INICIAL	Urbano
27	351830505000002	249	249		799	2	"RIBEIRAO IPIRANGA" COM "RIO PARAIBA"	DO PONTO INICIAL "RIO PARAIBA" "RIO GUARAREMA" "RUA DONA LAURINDA" "PRACA CEL BRASILIO FONSECA" "RUA MARCONDES FLORES" "RUA DONA LAURINDA" "RUA CAP ALBERTO WEISSOHN" "RUA LUCAS NOGUEIRA GARCEZ" "RIBEIRAO IPIRANGA" ATE PONTO INICIAL	Urbano

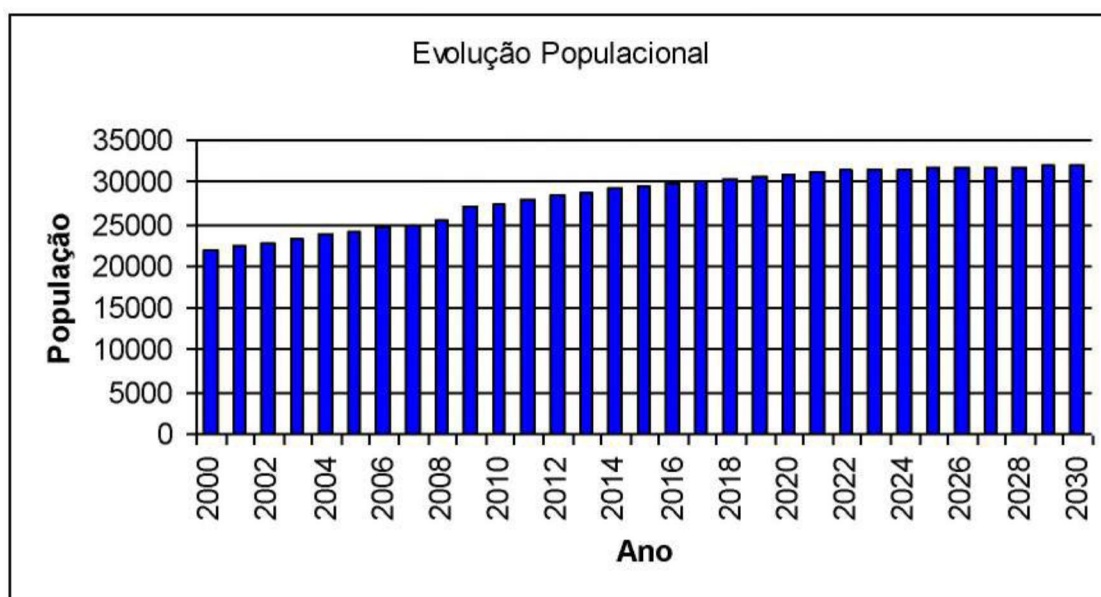
3.2 - Crescimento Populacional

No período 1991-2000, a população de Guararema teve uma taxa média de crescimento anual de 2,32%, passando de 17.961 em 1991 para 21.904 em 2000. De 2000 a 2009, a Taxa Geométrica de Crescimento da População foi de 1,86% ao ano, elevando a população do município para 26.974 habitantes, segundo dados estimativos do IBGE.

A taxa de urbanização cresceu 2,37, passando de 78,98% em 1991 para 80,85% em 2000 e 85,42% em 2009. Em 2000, a população do município representava 0,06% da população do Estado, e 0,01% da população do País.

Com base nos estudos desenvolvidos pelo SEADE que demonstram uma desaceleração na taxa de crescimento populacional para a próxima década, adotamos no presente trabalho uma taxa média de crescimento da ordem de 1,21% para a década de 2011 a 2020 e de 0,31% para a década de 2021 a 2030, o que corresponde a uma taxa média de crescimento da ordem de 1,12%. O resultado dessa simulação é apresentado no gráfico 1.

Gráfico 1 – Projeção populacional de Guararema até 2030



O município de Guararema apresentou a maior alta do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) da Região Metropolitana de São Paulo, no período de 1991 a 2000.

O crescimento de 13,2% do IDH-M de Guararema é bem superior aos apresentados por outros municípios mais populosos como Santo André, São Bernardo do Campo e Guarulhos que apresentaram suas taxas em torno de 4,5%.

A renda per capita média do município cresceu 61,49%, passando de R\$ 218,10 em 1991 para R\$ 352,20 em 2000. A pobreza (medida pela proporção de pessoas com renda

domiciliar per capita inferior a R\$ 75,50, equivalente à metade do salário mínimo vigente em agosto de 2000) diminuiu 32,13%, passando de 31,1% em 1991 para 21,1% em 2000.

A fragante melhoria na qualidade de vida e renda do município de Guararema fez com que o município acompanhasse a tendência do Brasil, de aumento do número de domicílios e com redução do número de moradores por município.

Além da evolução populacional, a análise da evolução do número de domicílios no município ao longo dos anos é de relevante importância, tendo em vista sua correlação com o grau de impermeabilização dos terrenos. A Tabela 2 a seguir apresenta os dados compilados segundo o IBGE.

Tabela 2 – Número de domicílios e moradores por domicílio

Ano	Número de Domicílios	Moradores por domicílio	
		Guararema	Brasil
1991	4388	4,04	4,19
1996	4759	3,75	3,94
2000	5938	3,69	3,73
2007	7370	3,35	3,55

Na aplicação dos modelos hidrológicos relacionados à drenagem urbana necessita-se conhecer a área impermeável e as modificações das condições do escoamento superficial provocadas pela ocupação do solo urbano. Segundo Tucci (2000)⁸, a impermeabilização de 7% da área dos lotes já acarreta a duplicação do escoamento superficial e que casos mais extremos, como a impermeabilização de 80% do lote, gera um volume de escoamento superficial oito vezes maior.

3.3 – Distribuição espacial da população

Para efeito de estudos de macrodrenagem, adotamos a distribuição espacial da população por bacia hidrográfica. A tabela 3 apresenta a distribuição espacial da população por bacia hidrográfica de estudo segundo o censo de 2000.

⁸ TUCCI, C.E.M.: Coeficiente de Escoamento e Vazão Máxima de Bacias Urbanas. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, RBRH, Vol. 5, Nº. 1, Pág. 61-68, Janeiro/Março, 2000.

Tabela 3 – Distribuição da População por bacia hidrográfica

Bacia	População	Domicílios	Pessoas/Domicílio
Bacia 1 - Guararema	5244	1409	3,72
Bacia 2 - Ipiranga	3432	953	3,60
Bacia 3 - Putim			
Bacia 4 - Itapeti	43	12	3,58
Bacia 5 - Ribeirão da Divisa	1021	284	3,60
Bacia 6	1442	391	3,69
Bacia 7 - João Pinto	1143	291	3,93
Bacia 8 – Três Ilhas			
Bacia 9 – Doutor Maneco			
Bacia 10	255	71	3,59
Bacia 11	115	32	3,59
Bacia 12	1421	394	3,61
Bacia 13	4	1	3,55
Bacia 14	270	76	3,55
Bacia 15	358	102	3,51
Bacia 16	380	109	3,48
Bacia 17	76	22	3,47
Bacia 18	55	16	3,47
Bacia 19			
Bacia 20	52	15	3,50
Bacia 21			
Bacia 22			
Bacia 23			
Bacia 24	77	23	3,35
Bacia 25	174	52	3,35
Bacia 26	403	113	3,57
Bacia 27	297	83	3,58
Bacia 28	99	28	3,55
Bacia 29	39	11	3,55
Bacia 30	396	115	3,44
Bacia 31			
Bacia 32	62	18	3,44
Bacia 33	10	3	3,44
Bacia 34	529	141	3,76
Bacia 35	11	3	3,65
Bacia 36			
Bacia 37			
Bacia 38	973	257	3,78
Bacia 39	719	201	3,58
Bacia 40	186	52	3,58
Bacia 41	270	71	3,80
Bacia 42	1049	261	4,02
Bacia 43	1297	328	3,95
Total	21904	5938	3,69

As bacias 3, 8, 9, 19, 21, 22, 23, 31, 36 e 37 não foram incluídas no setores censitários do IBGE, não tendo sido, portanto incluídas na contagem de população do município. Esta população será estimada utilizando-se como parâmetro o número de domicílios da bacia,

obtido no Banco de Dados e a estimativa do número de habitantes por domicílio das bacias contíguas.

A partir dos dados da tabela 3, estimou-se a população das respectivas bacias para os anos de 2020 e 2030, conforme mostrado na tabela 4

Tabela 4 – Estimativa da Distribuição da População por bacia hidrográfica nos anos de 2020 e 2030

Bacia	População			Domicílios			Pessoas por Domicílio		
	2010	2020	2030	2010	2020	2030	2010	2020	2030
Bacia Guararema	6.572	7.410	7.640	1.879	2.254	2.473	3,50	3,29	3,09
Bacia Ipiranga	4.300	4.848	4.999	1.271	1.525	1.673	3,38	3,18	2,99
Bacia Itapeti	54	61	63	16	19	21	3,37	3,16	2,97
Bacia João Pinto	1.432	1.615	1.665	388	466	511	3,69	3,47	3,26
Bacia Ribeirão da Divisa	1.280	1.443	1.488	379	454	499	3,38	3,18	2,98
Bacia 6	1.807	2.038	2.101	521	626	686	3,47	3,26	3,06
Bacia10	319	360	371	95	114	125	3,37	3,17	2,98
Bacia11	144	162	167	43	51	56	3,37	3,17	2,98
Bacia12	1.781	2.008	2.071	525	630	692	3,39	3,19	2,99
Bacia13	4	5	5	1	2	2	3,34	3,14	2,95
Bacia14	338	381	393	101	122	133	3,34	3,14	2,95
Bacia15	449	506	522	136	163	179	3,30	3,10	2,91
Bacia16	476	537	553	145	174	191	3,27	3,08	2,89
Bacia17	96	108	111	29	35	39	3,26	3,06	2,88
Bacia18	70	78	81	21	26	28	3,26	3,06	2,88
Bacia20	66	74	76	20	24	26	3,29	3,09	2,90
Bacia24	97	109	112	31	37	40	3,15	2,96	2,78
Bacia25	219	246	254	69	83	91	3,15	2,96	2,78
Bacia26	505	570	587	151	181	198	3,35	3,15	2,96
Bacia27	373	420	433	111	133	146	3,37	3,16	2,97
Bacia28	125	141	145	37	45	49	3,34	3,14	2,95
Bacia29	49	55	57	15	18	19	3,34	3,14	2,95
Bacia30	496	559	577	153	184	202	3,23	3,04	2,86
Bacia32	78	88	90	24	29	32	3,23	3,04	2,86
Bacia33	13	15	15	4	5	5	3,23	3,04	2,85
Bacia34	664	748	771	188	226	248	3,53	3,32	3,12
Bacia35	14	15	16	4	5	5	3,43	3,22	3,03
Bacia38	1.219	1.374	1.417	343	411	451	3,56	3,34	3,14
Bacia39	901	1.016	1.047	268	322	353	3,36	3,16	2,97
Bacia40	233	263	271	69	83	91	3,36	3,16	2,97
Bacia41	338	381	393	95	114	125	3,57	3,36	3,15
Bacia42	1.315	1.482	1.529	348	418	458	3,78	3,55	3,34
Bacia 43	1.625	1.832	1.890	437	525	576	3,72	3,49	3,28
Total	27.449	30.948	31.912	7.918	9.500	10.424	3,47	3,26	3,06

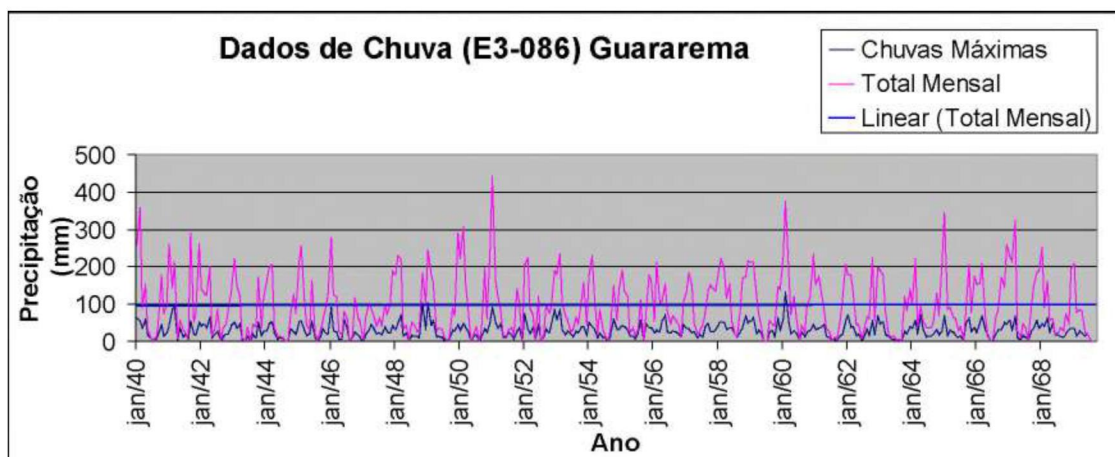
4 – CLIMA E REGIME PLUVIOMÉTRICO

O clima do município de Guararema pertence ao tipo Cwa, correspondente a climas tropicais de altitude em que o período mais seco coincide com o inverno, com a temperatura média do mês mais quente superior a 22°C. As precipitações médias anuais são em torno de 1.300 mm e as temperaturas médias anuais em torno de 21,2 °C, conforme dados do Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura - CEPAGRI⁹

Os dados pluviométricos foram obtidos no banco de dados do SIGRHI – sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Os postos pluviométricos mantidos pelo DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica foram desativados, mas preservam uma série histórica que serviram de base para os estudos hidrológicos. As informações sintetizadas nos gráficos 2, 3 e 4 são apresentadas de forma detalhada no Anexo 1.

O posto pluviométrico Guararema (DNAEE) prefixo E3-086 localizado na latitude 23°25', longitude 46°03' e altitude 620 m apresenta uma série de dados de 29 anos e 9 meses, correspondente ao período de janeiro de 1940 até setembro de 1969

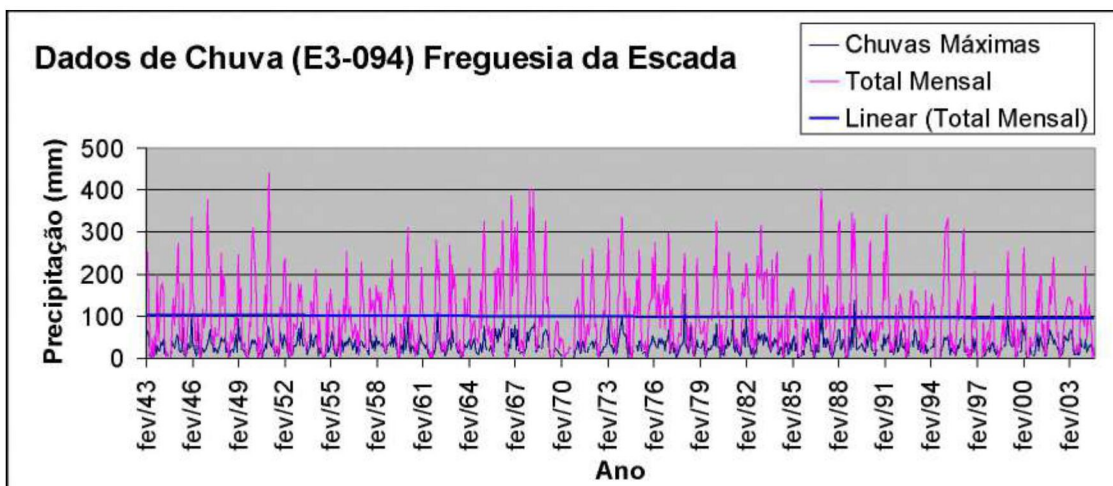
Gráfico 2 – Dados de chuvas de jan/40 a set/69 – Bacia Rib. Guararema



O posto pluviométrico Freguesia da Escada prefixo E3-094 localizado na latitude 23° 23', longitude 46° 04' e altitude 580 m apresenta uma série de dados de 62 anos e 7 meses, correspondente ao período de fevereiro de 1943 até setembro de 2004

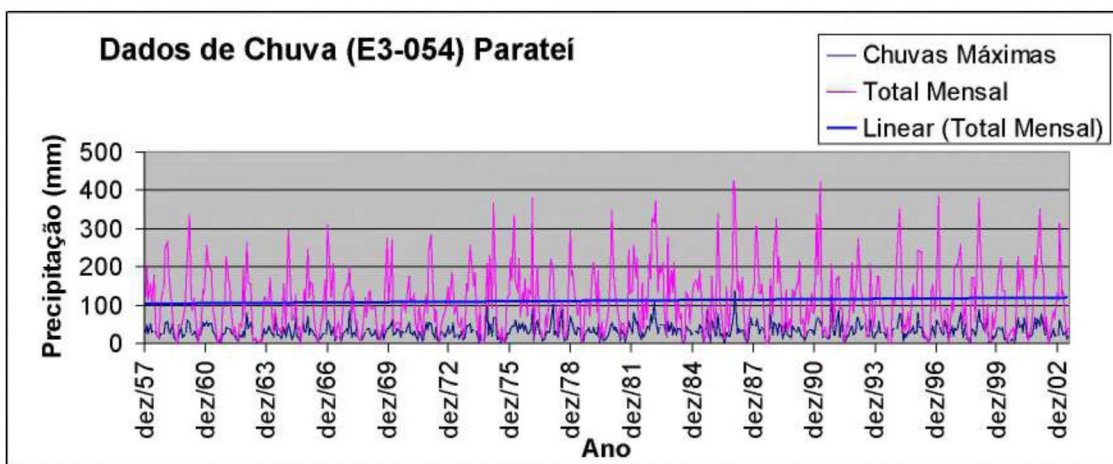
⁹ Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura – CEPAGRI. UNICAMP. www.cpa.unicamp.br

Gráfico 3 – Dados de chuvas de fev/43 a set/04 – Bacia Rio. Paraíba do Sul



O posto pluviométrico Parateí prefixo E3-054 localizado na latitude 23°19', longitude 46°07' e altitude 600 m apresenta uma série de dados de 45 anos e 7 meses, correspondente ao período de dezembro de 1957 até junho de 2004

Gráfico 4 – Dados de chuvas de dez/57 a jun/03 – Bacia Rio. Parateí



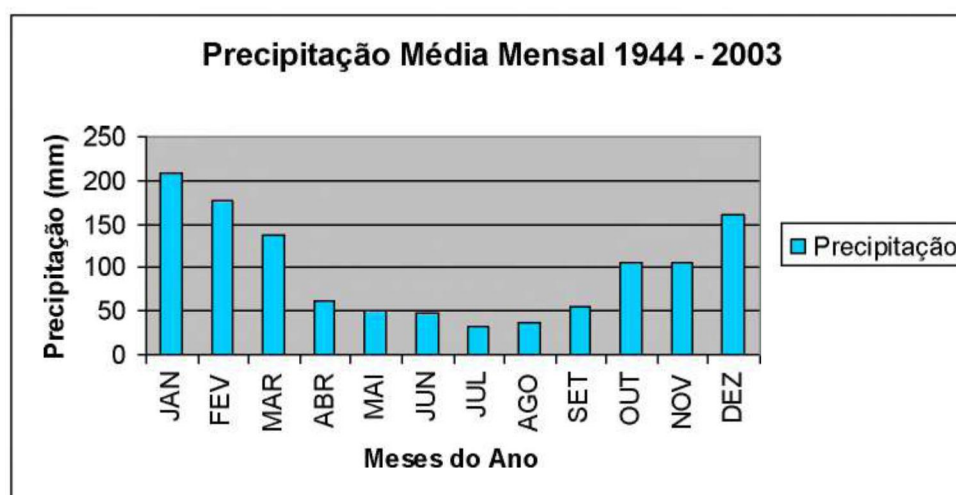
Embora os dados não sejam conclusivos, porque a série de medições pluviométricas tenha sido interrompida em 2003, observou-se no período estudado, uma tendência de

crescimento do total de chuvas mensais, indicando um acréscimo de precipitação de cerca de 20,0 mm em 2003, se comparado com o ano de 1957.

O gráfico 5 foi baseado nos dados do posto pluviométrico Freguesia da Escada E3-094 do DAEE que está posicionado na latitude 23° 23', longitude 46° 04' e altitude 580 m na Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul possibilitou uma análise temporal das características das chuvas, mostrando a distribuição das mesmas ao longo do ano e os períodos de maior e menor ocorrência. O período estudado de 1944 a 2003 foi definido em função da existência de uma série de dados completa deste posto pluviométrico.

É possível perceber uma variação sazonal da precipitação média mensal com duas estações marcantes, uma predominantemente seca e outra predominantemente chuvosa, verificada na área mais densamente povoada do município. O período mais chuvoso ocorre de outubro a março, quando os índices de precipitação média mensal são superiores a 100,0 mm, enquanto o mais seco correspondente aos meses de abril a setembro, com destaque para junho, julho e agosto, quando a média mensal é menor que 50,0 mm. Observa-se também um aumento progressivo do volume de chuvas de outubro a janeiro e posterior decréscimo nos dois meses seguintes, sendo que de dezembro a março os índices médios foram maiores que 150,0 mm mensais. O mês de janeiro, por sua vez, possui o maior índice de precipitação atingindo uma média de 208,25 mm no período estudado

Gráfico 5 – Posto E3-094 – Precipitação Média Mensal: 1944 - 2003



4.1 - Precipitações Máximas

A precipitação corresponde a toda quantidade de água proveniente da atmosfera que atinge a superfície terrestre. Dependendo do estado da água, as precipitações podem ser dos tipos neblina, orvalho, geada, neve, granizo, saraiva e a chuva e embora cada um dos tipos

possua importância dentro de algum sistema, a chuva (forma líquida) é a principal forma devido ao fato de possibilitar diretamente o abastecimento urbano, industrial, bem como de dar suporte à agricultura irrigada e ainda a sua capacidade de gerar escoamento superficial ocasionando inundações e prejuízos econômicos.

A ocorrência da precipitação é aleatória e não permite uma previsão determinística, sendo tratado estatisticamente em termos de probabilidade de ocorrência e com a utilização de uma série de dados (30 anos) o sistema de coleta que para a maioria das bacias hidrográficas se constitui num problema devido à falta de dados.

O cálculo das vazões foi efetuado a partir da determinação da precipitação máxima sobre a bacia considerando-se uma chuva de duração crítica a partir da equação IDF desenvolvida para a região.

Todas as relações fornecidas por equações IDF são determinadas exclusivamente para a chuva em um ponto, uma vez que foram baseadas em medições pontuais de pluviógrafo. A precipitação sobre uma bacia dificilmente é uniforme, tornando-se necessária à correção do valor de redução da precipitação máxima em função da área da bacia hidrográfica. A Figura 25 indica a relação de redução da precipitação máxima em função da área da bacia, considerada a área padrão de 25 km².

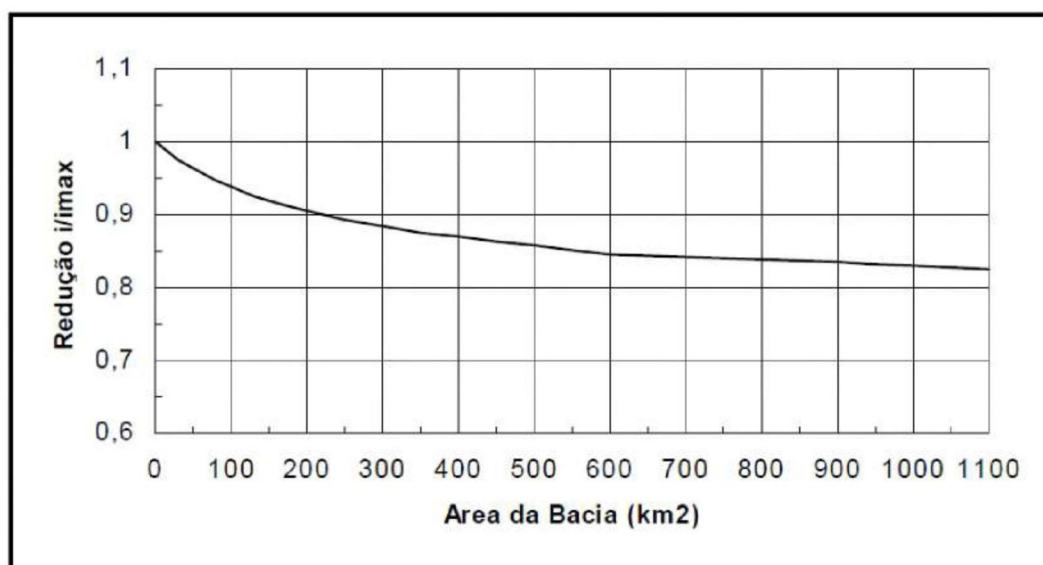


Fig. 25 – Redução da chuva em função da área da bacia

Não existe uma equação de chuvas intensas, tipo IDF, para Guararema. A localidade mais próxima e de clima similar, para onde foi deduzida uma equação IDF é Taubaté, também situada no vale do rio Paraíba do Sul. Esta equação, calculada pelo Convênio do Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE- e Escola Politécnica da Universidade de

São Paulo (Martinez Jr, Magni, 1999)¹⁰ é apresentada a seguir:

Nome da estação: Taubaté – E2-022R
 Coordenadas geográficas: Lat. 23°02'S; Long. 45°34'W
 Altitude: 610 m

Período de dados utilizados: 1964-65; 1969-88; 1990-97 (30 anos)

$$i_{t,T} = 54,5294 \cdot (t + 30)^{-0,9637} + 11,0319 \cdot (t + 20)^{-0,9116} \cdot \left[-0,4740 - 0,8839 \cdot \ln \ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]$$

para $10 \geq t \geq 1440$

onde:

i = intensidade da chuva em mm/min

t = duração da chuva em min

T = período de retorno em anos

Tabela 5 – Taubaté: Previsão de máximas intensidades de chuvas, em mm/h

Duração t (minutos)	Período de retorno T (anos)								
	2	5	10	15	20	25	50	100	200
10	89,0	118,9	138,7	149,8	157,6	163,6	182,2	200,6	218,9
20	72,0	95,0	110,2	1148,7	124,7	129,4	143,6	157,8	171,9
30	60,5	79,2	91,6	98,6	103,5	107,3	118,9	130,5	142,0
60	41,0	53,2	61,3	65,8	69,0	71,5	79,1	86,6	94,1
120	25,1	32,4	37,3	70,0	41,9	43,4	47,9	52,4	56,9
180	18,1	23,4	26,9	28,9	30,3	31,4	34,6	37,9	41,2
360	10,0	12,9	14,9	16,0	16,8	17,3	19,2	21,0	22,8
720	5,3	6,9	8,0	8,6	9,0	9,3	10,3	11,3	12,3
1080	3,6	4,8	5,5	5,9	6,2	6,4	7,1	7,8	8,5
1440	2,8	3,6	4,2	4,5	4,8	4,9	5,5	6,0	6,5

Tabela 6 – Taubaté: Previsão de máximas alturas de chuvas, em mm

Duração t	Período de retorno T (anos)
-----------	-----------------------------

¹⁰ MARTINEZ, Francisco Júnior. MAGNI, Nelson Luiz Goi (1999) *Equações de chuvas intensas do Estado de São Paulo*, DAEE-SP

(minutos)	2	5	10	15	20	25	50	100	200
10	14,8	19,8	23,1	25,0	26,3	27,3	30,4	33,4	36,5
20	24,0	31,7	36,7	39,6	41,6	43,1	47,9	52,6	57,3
30	30,2	39,6	45,8	49,3	51,8	53,6	59,5	65,2	71,0
60	41,0	53,2	61,3	65,8	69,0	71,5	79,1	86,6	94,1
120	50,1	64,8	74,5	80,0	83,8	86,8	95,9	104,9	113,9
180	54,4	70,3	80,8	86,7	90,9	94,1	103,9	113,7	123,5
360	59,9	77,6	89,9	95,9	100,5	104,1	115,1	126,0	136,8
720	63,7	83,0	95,7	102,9	108,0	111,9	123,8	135,7	147,5
1080	65,4	85,6	98,9	106,4	111,7	115,8	128,3	140,7	153,1
1440	66,5	87,3	101,0	108,8	114,2	118,4	131,2	144,0	156,8

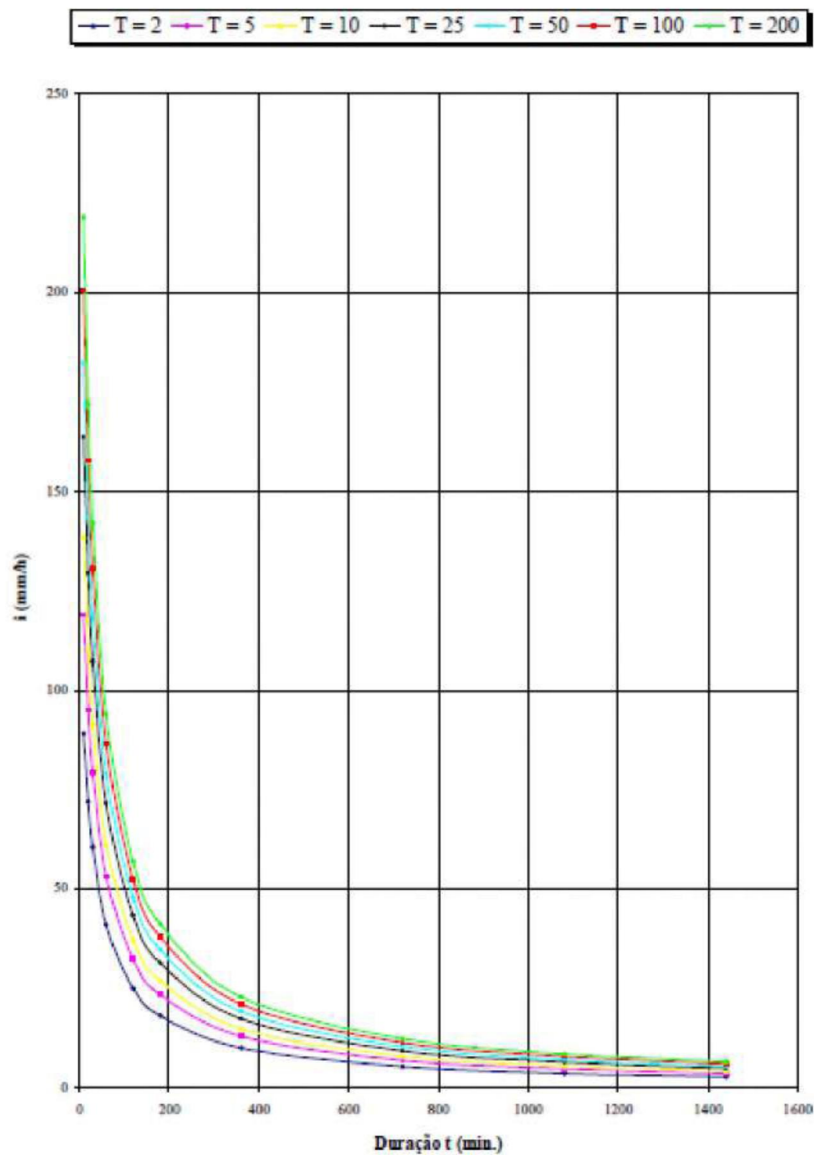


Fig. 26 – Taubaté: Equação IDF em função do período T (anos)

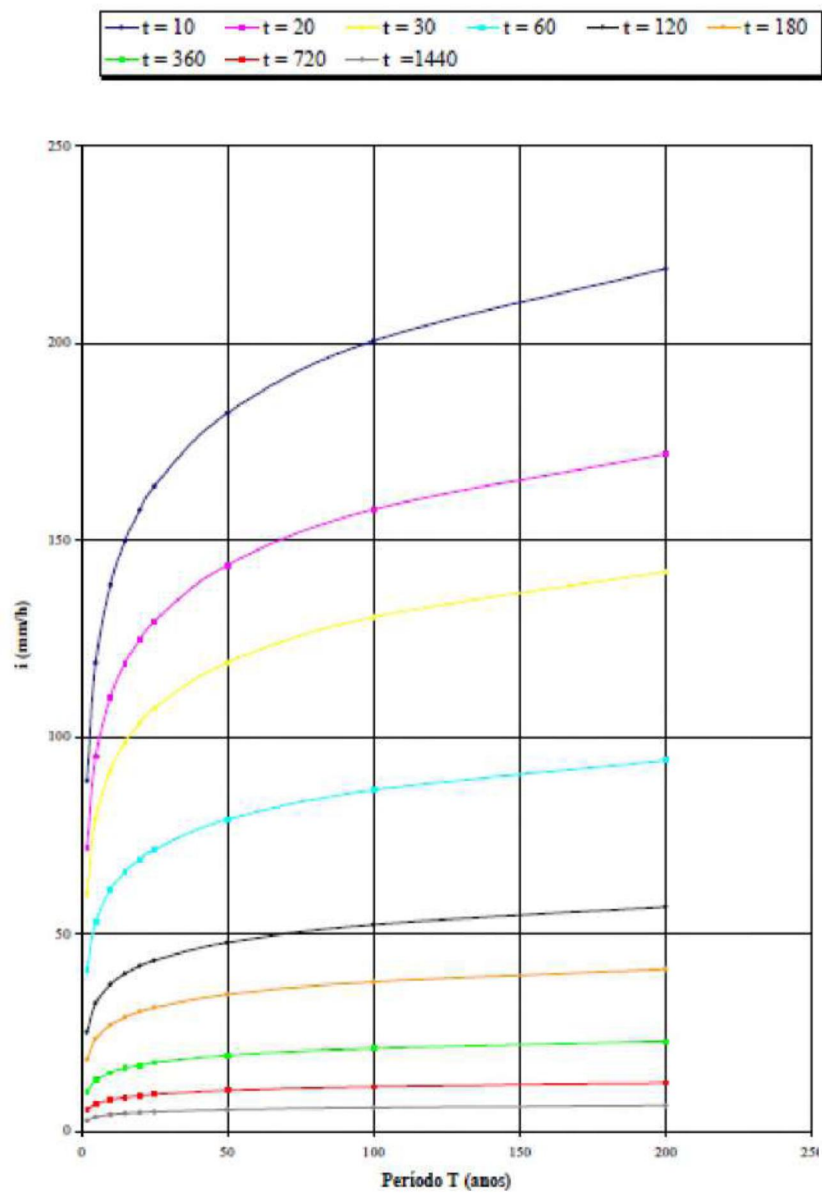


Fig. 27 – Taubaté: Equações IDF em função da duração t (minutos)

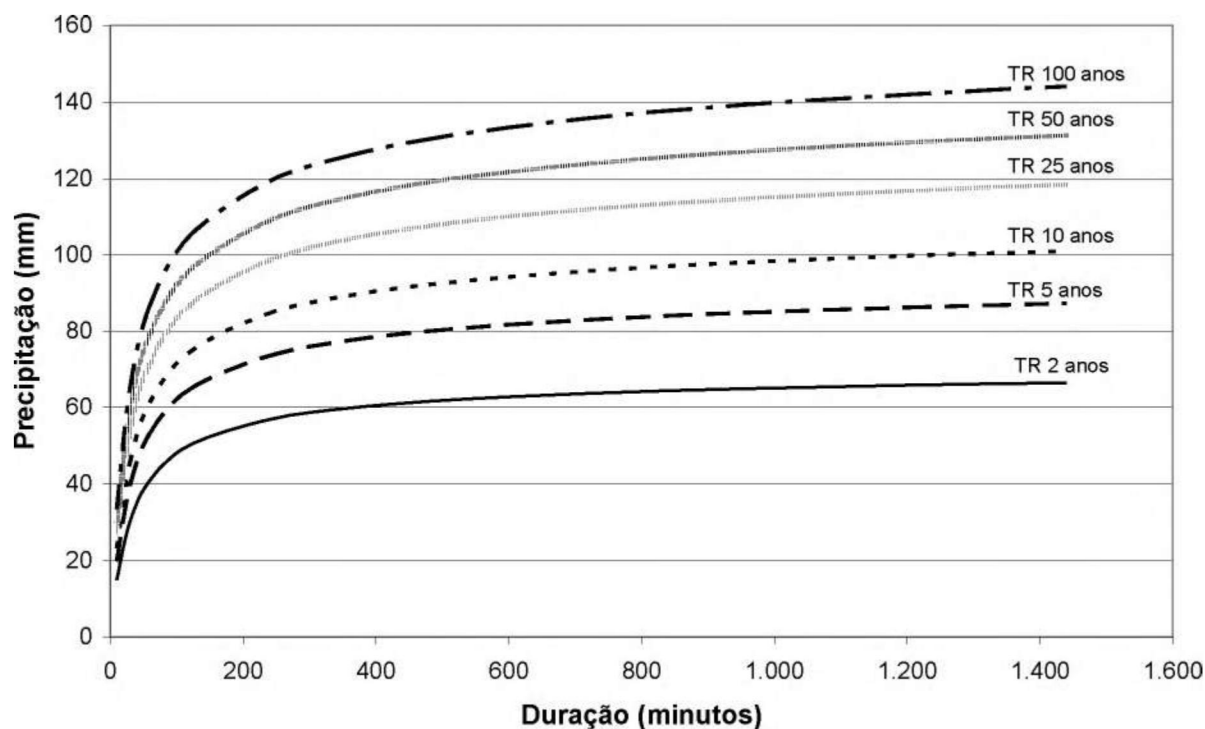


Fig. 28– Curvas Intensidade x duração x freqüência – Curvas calculadas pela equação IDF deduzida para o município de Taubaté

5 – HIDROGRAFIA E MACRODRENAGEM

O presente trabalho adotou como premissa a rede hidrográfica catalogada no levantamento aerofogramétrico da EMLASA – Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo, na escala 1:10.000.

Adotou-se o princípio da Bacia Hidrográfica como unidade de gestão e foram catalogadas 43 bacias com exultório no rio Paraíba do Sul e rio Parateí, cobrindo a totalidade do território do município de Guararema.

Entende-se por Bacias Hidrográficas, localidades da superfície terrestre separadas topograficamente entre si, cujas áreas funcionam como receptores naturais das águas da chuva. Devido a isso, todo o volume de água captado é automaticamente escoado por meio de uma rede de drenagem das áreas mais altas para as mais baixas, seguindo uma hierarquia fluvial, até concentrarem-se em um único ponto, formando um rio principal. Assim, o conceito de Bacia Hidrográfica pode ser entendido por meio de dois aspectos: Rede Hidrográfica e Relevo (Figura 29).

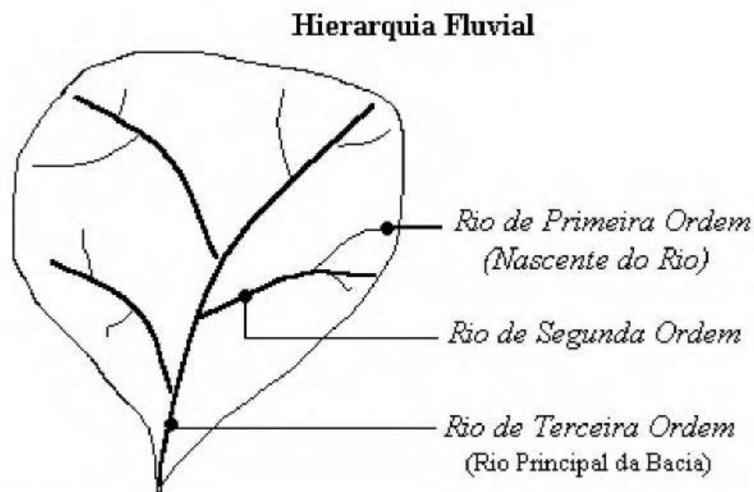


Fig. 29 – Hierarquia Fluvial

Rede Hidrográfica significa um conjunto de rios dispostos em hierarquias encontrados nas bacias hidrográficas.

Os rios de primeira ordem correspondem às nascentes, onde o volume de água ainda é baixo. Os rios de segunda ordem correspondem à junção de dois rios de primeira ordem e os rios de terceira ordem, a junção de dois de segunda, assim sucessivamente, formando uma hierarquia. A conclusão dessa análise é de que, quanto maior for a ordem do rio principal, maior será a quantidade de rios existentes, e maior será também sua extensão.

Em microbacias, os rios principais serão no máximo de 3° ordem, enquanto que em grandes bacias hidrográficas, como a do rio Tietê, por exemplo, pode-se chegar até a 10° ordem. Além disso, o escoamento das águas dentro de uma bacia segue um outro caminho, bem mais lento, através da infiltração no solo, em direção ao leito fluvial.

Uma outra característica importante no estudo sobre Bacias Hidrográficas é a questão escalar. Dependendo da escala adotada é possível verificar detalhes como relevo, solo, ocupação humana, encontrados em microbacias (escala local), até a abrangência de uma mesobacia (escala continental), resultado do agrupamento de inúmeras microbacias.

De modo geral, uma Bacia Hidrográfica pode ser mais bem caracterizada, analisando-se seu perfil topográfico (Figura 30).



Fig. 30 – Características físicas de uma Bacia Hidrográfica

Dentro desta perspectiva de análise, é possível observar as seguintes partes de uma bacia:

Interflúvios: São regiões mais elevadas de uma Bacia Hidrográfica, servindo de divisor entre uma bacia e outra. Também são chamados de divisores topográficos ou divisores de água, dependendo da análise.

Nos interflúvios predominam os processos de erosão areolar (em círculos), realizadas pelo intemperismo físico e químico, que tendem a rebaixar o relevo. Os sedimentos resultantes desses processos tendem a se deslocar em direção ao leito fluvial (canal do rio), caracterizando assim uma região fornecedora de material.

Vertentes: Por definição, é considerada uma vertente, qualquer superfície que possua uma inclinação superior a 2°, ângulo suficiente para haver escoamento da água. Entretanto, as vertentes são mais do que superfícies inclinadas; são consideradas as partes mais importantes de uma bacia, principalmente por estabelecerem uma conexão dinâmica entre os topos dos interflúvios e o fundo do vale, ou leito fluvial, e por comportarem geralmente, a maior parte da vegetação.

Além de servirem de região de transportes de sedimentos, a inclinação das vertentes é fundamental na densidade de drenagem em uma bacia. Em vertentes muito inclinadas e sem a presença de vegetação nas suas encostas, o resultado em geral é rápido e desastroso. A perda de solo causa voçorocas (grandes buracos) e os sedimentos são carregados em direção ao fundo do vale, ocasionando o assoreamento do rio, tornando-se mais raso.

Leito Fluvial: O leito fluvial é denominado como sendo o canal de escoamento de um rio (Figura 31e 32).

Características Físicas do Leito Fluvial



Fig. 31 – Leito Fluvial

Leito da Vazante: Região mais baixa da bacia hidrográfica, onde o rio escoar em época de seca.

Leito Menor: O leito menor é considerado como sendo o leito do rio propriamente dito, por ser bem encaixado e delimitado, caracterizando-se também como a área de ocupação da água em época de cheia.

Leito Maior: Denominado também como planície de inundação, é nessa área que ocorrem as cheias mais elevadas, denominadas enchentes.



Fig. 32 – Sucessão sazonal do escoamento em um leito fluvial

Perfil Longitudinal de um Rio: O perfil longitudinal de um rio está intimamente ligado ao relevo, pois corresponde à diferença de altitude entre a nascente e a confluência com outro rio. Por isso, ao analisar o perfil longitudinal, é possível constatar sua declividade ou gradiente altimétrico, pois se trata de uma relação visual entre a altitude e o comprimento de um determinado curso d'água (Figura 33).

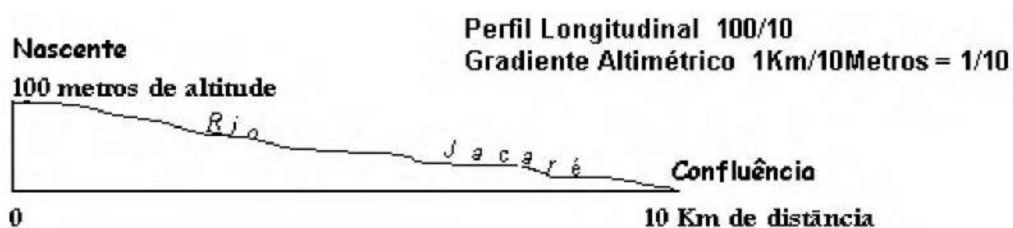


Fig. 33 – Perfil Longitudinal de um curso d'água

A descrição da hidrografia do município apresentada na tabela 7 foi incluída em um mapa geral da rede hidrográfica que contém as principais bacias hidrográficas com suas respectivas áreas urbanizadas e áreas totais com os limites dessas bacias e indicação das áreas urbanas, já inseridas no Banco de Dados de informações.

Tabela 7 – Hidrografia

Bacia	Nome do rio principal	Extensão Total (m)	Extensão em área urbanizada (m)
1 - Guararema	Ribeirão Guararema	21.553,51	1.610,02(da sua foz no rio Paraíba até a Rua José Fonseca) +1.794,99 (próximo a Estrada Municipal Argemiro de Souza Melo)
2 - Rio Comprido	Rio Comprido/Ipiranga	9.541,20	2,04
3-Ribeirão Putim	Ribeirão Putim	23.422,14	614,01
4-Ribeirão Itapeti	Ribeirão Itapeti	19.837,31	529,96
5-Ribeirão da Divisa	Ribeirão da Divisa	16.403,38	946,07
6		12.754,49	386,59
7-Córrego João Pinto	Córrego João Pinto	6.201,47	173,67+1.273,64+1.130,04
8-Ribeirão Três Ilhas	Ribeirão Três Ilhas	6.291,23	764,04
9-Córrego Doutor Maneco	Córrego Dr. Maneco	4.282,50	575,83+311,46+402,49
10		5.329,56	1.371,03
11		3.141,84	-
12		3.250,55	856,85
13		2.592,76	927,25
14		1.927,40	455,46
15		2.082,16	347,98
16		822,22	370,11
17		2.139,37	-
18		1.473,95	245,57
19		1.019,33	-
20		1.767,32	321,40
21		2.124,70	120,98
22		2.994,55	596,99
23		633,07	-
24		2.309,91	501,13
25		1.440,91	-
26		1.611,05	121,24
27		1.707,07	423,18
28		1.386,82	-
29		1.276,72	557,07
30		422,64	163,82
31		325,36	-
32		436,21	-
33		630,11	-
34		1.295,72	994,34
35		1.407,72	-
36		1.763,04	-
37		1.599,28	-
38		1.611,52	1.453,37
39		983,71	556,36
40		730,79	-
41		2.595,68	584,84
42 - Antinhas	Córrego das Antinhas	2.145,90	699,77
43		1.429,16	1.174,92

6 – PONTOS CRÍTICOS

Os pontos críticos abrangem os locais onde ocorrem inundações crônicas como também os pontos onde há problemas de erosão e escorregamento devido a deficiências do sistema de drenagem.

Foi realizada em 18 de janeiro de 2010, uma visita de campo nos pontos críticos, onde foram observados as conseqüências das inundações ocorridas por ocasião das chuvas torrenciais em janeiro de 2010.

De acordo com os dados obtidos pelo município, o índice pluviométrico observado no dia dos eventos de enchentes e deslizamentos foi de 84 mm num intervalo de 24 horas.

As condições de tempo e clima observadas na região em 2009 apresentam situações particulares que muito contribuíram nos resultados negativos desse evento, tais como a ocorrência de chuvas distribuídas por todo o ano de 2009, com redução da capacidade de absorção da água pelo solo e o conseqüente aumento no escoamento superficial.

Tais condições se somaram ao evento de chuvas intensas e resultaram nas enchentes e deslizamentos de terra registrados no município.

Ressalta-se ainda que provavelmente a intensidade da chuva fosse uniforme em todas as bacias hidrográficas do município, dada a mancha densa observada na imagem de satélite registrada pelo CPTEC-INPE as 13:00 GMT do dia 01/01/2010 na figura 34, abaixo.

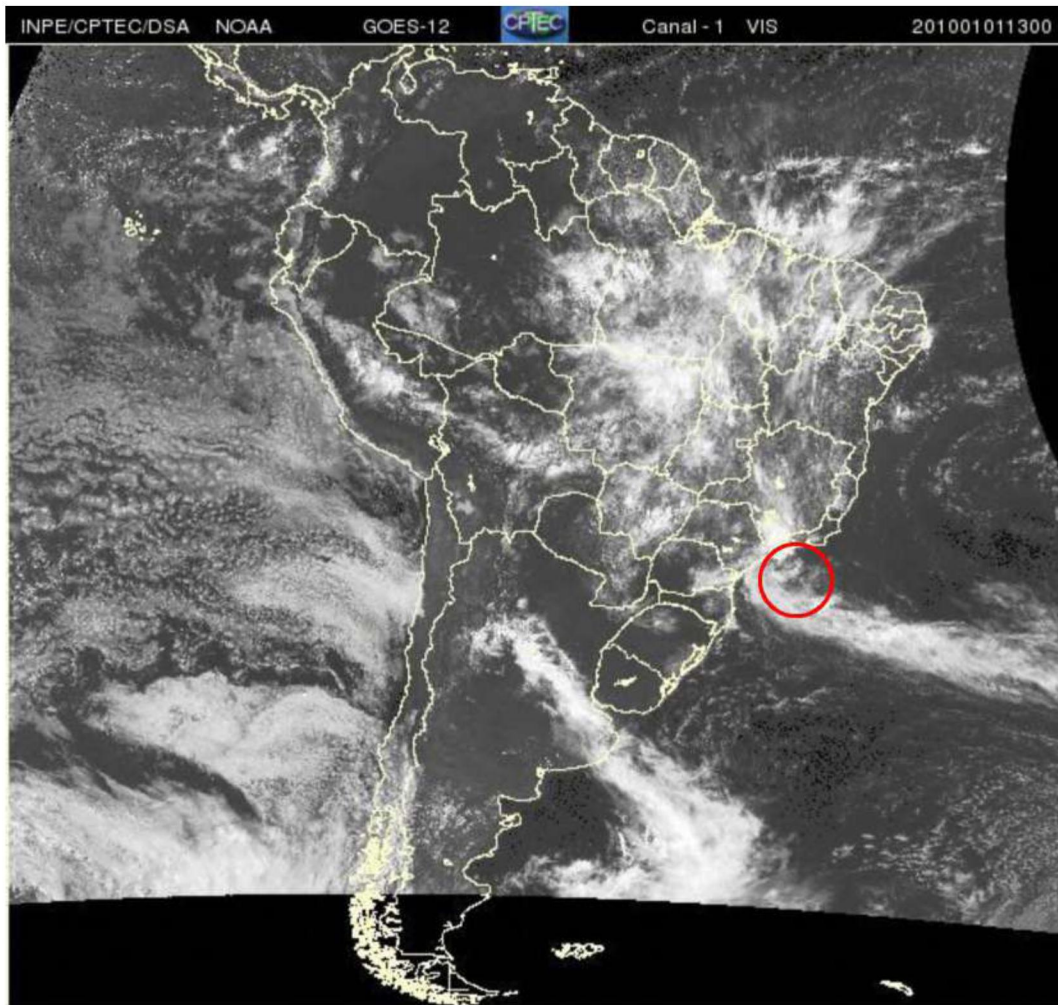
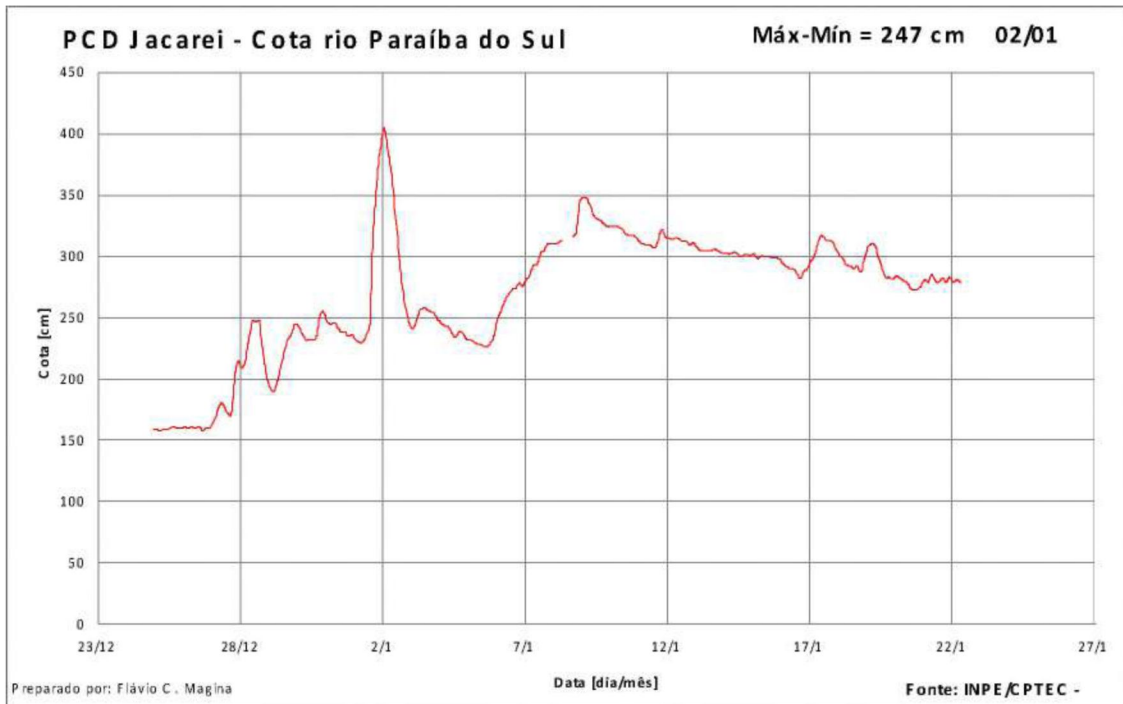


Fig. 34 - Imagem do satélite GOES – 12 as 13:00 GMT do dia 01/01/2010, no centro do círculo em vermelho a mancha de nuvens densas que provocaram as fortes chuvas.

Quanto aos elementos do quadro natural observados, ficou explícito que se trata de um evento extremo de chuvas, cujos resultados potencializados pelas condições de tempo e clima ocorridas ao longo de 2009 muito contribuíram para os resultados negativos.

O volume de chuva e enxurradas acumuladas foi de tal ordem que provocou sozinho um pico de elevação do nível do Rio Paraíba do Sul da ordem de 175,0 cm entre o intervalo de 230 cm a 405 cm, conforme observado na PCD fluvimétrica de Jacareí, SP no dia 02/01/2010, conforme gráfico 6, abaixo.

Gráfico 6 – Nível do rio Paraíba do Sul em Jacareí



As observações foram orientadas no sentido de avaliar *in loco* possíveis estrangulamentos, entupimentos e outros problemas correlatos que possam ter contribuído para o agravamento da concentração e retenção das águas pluviais que provocaram a maior enchente já registrada em Guararema, SP.

A vistoria foi realizada nos pontos indicados pela municipalidade onde ocorreram os maiores níveis de inundação no dia 1 de janeiro de 2010. Foram elencados 20 pontos críticos que requerem atenção quanto ao dimensionamento de obras hidráulicas e de bacias de contenção de águas pluviais. A relação abaixo os pontos indicados pela prefeitura municipal para a referida vistoria.

CENTRO

Ribeirão Guararema

1. Rua Oswaldo Freire Martins - Creche João Freire
2. Estrada Dionísia Maria da Conceição

NOGUEIRA

3. Ribeirão Guararema
4. Rua Gelson F. Ceragioli
5. Rua Fernando Marcelino
6. Rua Sergio M. Alves dos Santos
7. Rua Jordano Lunardini
8. Rua Olympio G. Filho

IPIRANGA

Ribeirão Ipiranga

9. Rua Antonio Teixeira Munis

ITAPEMA

Rio Paraíba do Sul

10. Rua Dr. Roberto Feijó
11. Rua Manuel Sanchez Moyano
12. Av. Carlos Drummond de Andrade
13. Rua Admiletto Gasparini
14. Rua Silvio Usier

LAGOA NOVA

Ribeirão Putim

15. Estrada Mun. Lagoa Nova

LUIZ CARLOS

Ribeirão Guararema

16. Rod. Henrique Eroles –SP66

Córrego Estiva

17. Rod. Henrique Eroles – SP66

PARATEÍ

18. Córrego de Antinhas

GUANABARA

19. Rua Guanabara

LAMBARI

20. Estr. Elvira Cardoso Santana

A distribuição espacial dos pontos elencados está representada na Figura 35.

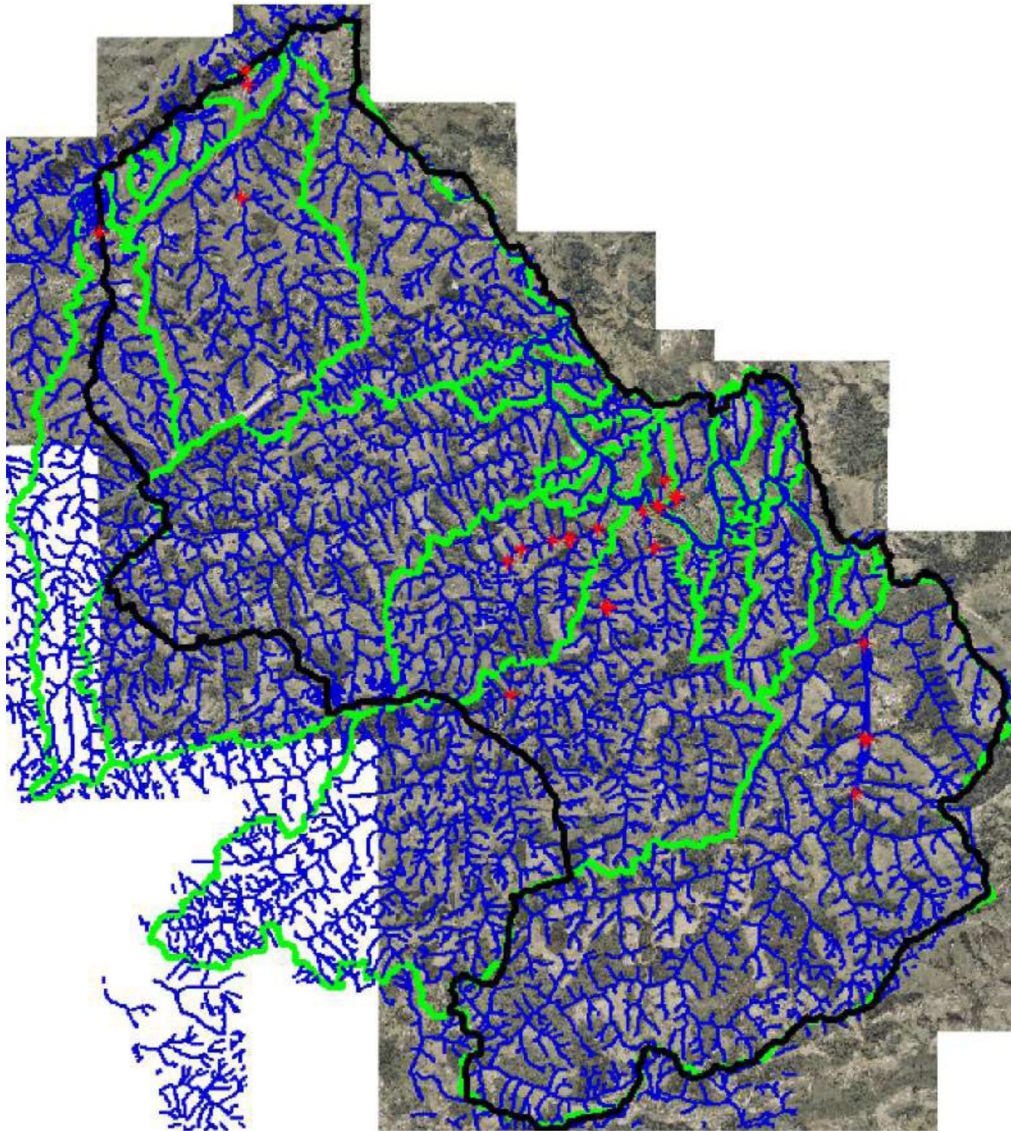


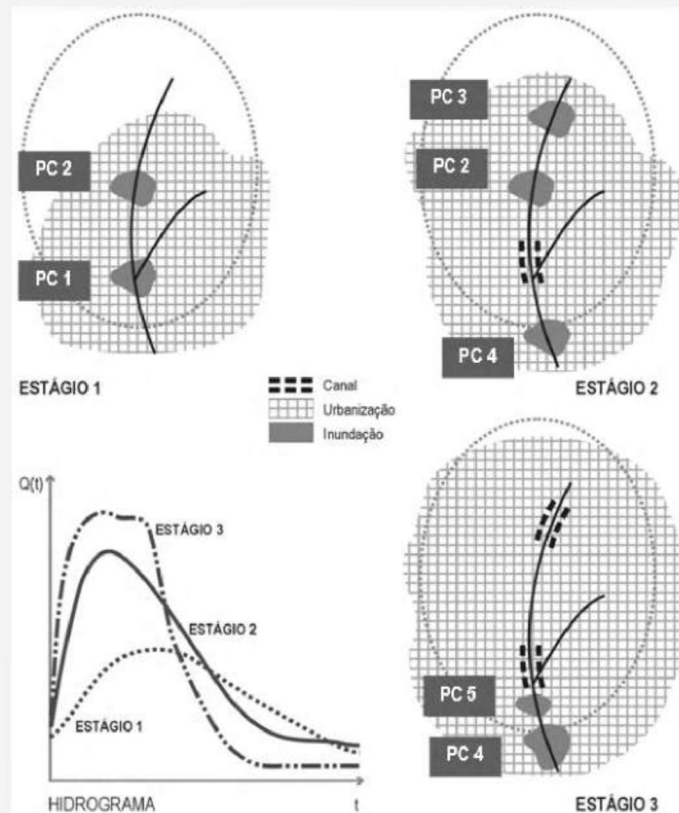
Fig. 3 - Distribuição espacial dos pontos críticos de inundação no município de Guararema,SP. Em verde os limites das bacias de contribuição hídrica e em vermelho os pontos críticos observados.

O problema das inundações em áreas urbanas ocorre em muitas cidades brasileiras e suas principais causas são: assoreamento do leito dos rios, impermeabilização das áreas de infiltração na bacia de drenagem ou fatores climáticos. O poder público, por sua vez procura combater os efeitos de uma cheia nos rios, construindo represas, diques, desviando o curso natural dos rios, etc. Mesmo com todo esse esforço, as inundações continuam acontecendo, causando prejuízos de vários tipos.

O Quadro 1 apresenta genericamente como as inundações se desenvolvem com o desenvolvimento urbano.

Quadro 1 - Desenvolvimento das Inundações em uma Bacia Urbana

A Ilustração mostra genericamente como se desenvolvem os pontos críticos de inundação (PCs) em uma bacia urbana. No Estágio 1 surgem os pontos críticos PC 1 e PC 2 devido à impermeabilização da bacia e à ocupação ribeirinha. No Estágio 2 a urbanização se expande para montante e são implantadas obras de canalização para a solução do PC1; o aumento da área impermeável e a aceleração do escoamento fazem surgir um novo ponto crítico a jusante (PC4). No Estágio 3 são implantadas novas obras de canalização que resolvem PC 2 e PC3, mas agravam PC 4 e fazem surgir um novo ponto crítico (PC5).



Evolução das inundações com a evolução da urbanização

O esquema mostra o surgimento e a transferência de pontos críticos (PC) de inundação em uma área urbanizada com rios canalizados

7. - DIAGNÓSTICO DO SISTEMA ATUAL

A metodologia utilizada para o diagnóstico do sistema atual de drenagem das bacias hidrográficas do município de Guararema buscou caracterizar os principais canais naturais e seus afluentes das 43 principais bacias com foz no rio Paraíba do Sul e rio Parateí.

A análise consistiu no levantamento de aspectos relativos às características físicas, às condições das calhas e à avaliação do funcionamento atual do sistema de drenagem, através da determinação da capacidade de descarga das estruturas nos pontos críticos de inundações apontados pela Prefeitura Municipal.

Pôde-se observar que os principais problemas do sistema de drenagem em estudo referem-se as condições inadequadas de escoamento devido à falta de capacidade de descarga das seções hidráulicas atuais, agravados com a ocorrência de:

- Assoreamento dos talvegues;
- Travessias e obras de transposições inadequadas;
- Ocupação desordenada das margens dos córregos;
- Estado inadequado de conservação e limpeza.

A situação prevista para a drenagem desta região tornar-se-á ainda mais crítica ao longo do horizonte de projeto (2030), durante o qual deverá ocorrer um crescimento populacional e o conseqüente adensamento e ocupação das áreas contribuintes, o que colabora para a elevação no índice de impermeabilização do solo e o aumento das vazões de cheia.

Em função da deficiência constatada, proceder-se-á ao pré-dimensionamento hidráulico das seções necessárias ao escoamento das vazões de projeto com período de retorno de 100 anos, permitindo a proposição de seções típicas a serem implantadas nos canais existentes e a serem implantados.

Os critérios e parâmetros de dimensionamento têm como principais componentes, além das vazões de projeto, a declividade equivalente média, a geometria da seção e o tipo de revestimento a ser empregado no canal projetado.

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

As medidas disponíveis para intervenção do poder público no âmbito do sistema de drenagem se constituem em medidas estruturais e não estruturais.

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

As ações estruturais podem ser classificadas como medidas extensivas ou intensivas.

As medidas extensivas são aquelas que agem na bacia de drenagem, como a avaliação da cobertura do solo na modificação da relação entre chuva e deflúvio (vazão). Já as medidas intensivas requerem ações diretamente na calha dos rios e podem agir de três maneiras:

- aumentando a capacidade de descarga dos rios;
- retardando o escoamento, com a construção de reservatórios ou bacias de amortecimento;
- desviando o escoamento, com descarga para outros rios.

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

São, portanto, medidas que não utilizam estruturas que venham a alterar o regime de escoamento das águas da chuva. Destinam-se ao controle do uso e ocupação do solo e à diminuição da vulnerabilidade da população que habita as áreas de risco aos efeitos das inundações, buscando alternativas para que a população passe a conviver melhor com o fenômeno natural das cheias, e fique mais bem preparada para absorver os impactos causados pelas enchentes. São ações que envolvem regras de disciplinamento, alcançadas pelo gerenciamento da bacia hidrográfica, da planície de inundação, e pelo planejamento urbano e regional.

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

Algumas ações não estruturais, como aquisição de terrenos para preservação, regulamentações, manual de práticas, seguro contra inundações, reassentamentos, alerta à população durante os eventos críticos, programas de prevenção e controle de erosão nos locais em construção, varrição de ruas e disposição adequada do lixo, programas de inspeção e manutenção, programas de contingências e programas de educação

pública são capazes de melhorar de forma significativa o funcionamento e o desempenho do sistema de macro-drenagem.

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



PLANO DE MACRODRENAGEM DO MUNICÍPIO DE GUARAREMA

Volume II

NRC Engenharia Ltda.

CLIENTE: Prefeitura Municipal de Guararema

Março de 2010

RESUMO

O Plano de Macrodrenagem do município de Guararema objetivou de forma geral organizar os elementos técnicos de interesse e estabelecer diretrizes, critérios e recomendações estruturais e não estruturais necessárias para o disciplinamento das águas pluviais no sistema de drenagem principal

Este volume apresenta a compilação de dados e informações para o desenvolvimento dos trabalhos de elaboração do Plano Diretor de Macrodrenagem do município de Guararema. O material apresentado foi reunido a partir de fontes diversas e processado para servir de fundamento aos trabalhos das etapas subseqüentes. Apresenta, também as duas principais linhas de financiamento a fundo perdido que poderão ser utilizadas pela Prefeitura para concretização das obras necessárias que serão delineadas no volume 3.

SUMÁRIO

RESUMO	2
1 - INTRODUÇÃO	4
2 – CARACTERÍSTICAS GERAIS	5
2.1 - Histórico.....	5
2.2 – Localização e características geográficas	6
2.2.1-Principais acessos	8
2.3 – Desenvolvimento econômico	9
2.3.1 – Características econômicas	9
2.3.2 – Demografia.....	10
2.3.3- IDHM.....	11
2.3.4 – Renda.....	12
2.4 – Infra-estrutura e serviços públicos	12
2.4.1 – Abastecimento de água.....	12
2.4.2 – Esgotamento sanitário.....	14
2.4.3 – Disposição final de resíduos sólidos	16
2.4.4 – Sistema de microdrenagem	17
2.5 – Legislação e sistema institucional.....	20
2.6 – Geologia e Geomorfologia	27
2.7 – Clima e regime pluviométrico.....	29
3. – HIDROGRAFIA E MACRODRENAGEM	32
3.1 – Métodos hidrológicos utilizados	35
3.2 –Determinação das Vazões Máximas.....	35
3.2.1 – Método Racional	35
3.2.2 – Método I-Pai-Wu	36
3.3 – Pontos críticos de inundação.....	40
4 – POPULAÇÃO RESIDENTE EM ÁREA DE RISCO	49
4.1 – População residente em área de risco potencial de enchentes.....	49
5. - LINHAS DE FINANCIAMENTO PARA CONCRETIZAÇÃO DAS PROPOSTAS DO PLANO DE MACRODRENAGEM.....	51
5.1 – FEHIDRO.....	51
5.2 - CEIVAP	53

1 - INTRODUÇÃO

O crescimento da população urbana e da urbanização nas últimas décadas gerou problemas relacionados à infra-estrutura urbana. No Brasil a população em áreas urbanas representa cerca de 76% da população total, segundo Tucci (1997)¹.

Esse quadro de urbanização crescente e conseqüente impermeabilização, é responsável pela redução de infiltração no solo, que se transforma em escoamento superficial, pelo aumento dos volumes escoados e das vazões de pico, e pela redução do tempo de concentração que eleva os picos dos hidrogramas de cheias, e acarreta, por vezes a obsolescência gradual e incontrolável das redes de drenagem levando a inundações cada vez mais freqüentes em áreas urbanizadas causando imensas conseqüências sociais, políticas e econômicas. Dentre as conseqüências pode-se citar:

- a perda de vidas;
- a degradação do ambiente e da paisagem urbana e;
- os prejuízos patrimoniais, econômicos e financeiros que recaem sobre as pessoas, empresas e governos.

A poluição existente nas águas pluviais consideradas limpas surge atualmente bastante significativa devendo também ser levada em consideração.

No século XX a concepção de sistemas de drenagem de águas pluviais e de esgotamento sanitário com redes subterrâneas e a canalização quase generalizada dos cursos d'água em meio urbano, sem a preservação de várzeas e áreas de retenção eram comuns no meio técnico. Essa visão focalizava o controle do escoamento na própria calha do curso d'água, não dando muita importância à geração do escoamento nas superfícies urbanizadas.

No início do século XXI a preocupação pela valorização da paisagem urbana, pela melhoria da qualidade de água e preservação dos cursos d'água e lagos no meio urbano aparece a florada.

Hoje é consenso no meio técnico, no que diz respeito à drenagem urbana, que uma nova abordagem, mais elaborada e integrada com medidas que proporcionem o desenvolvimento sustentável, se fazem necessárias. A integração das diversas esferas da política municipal, estadual e federal é fator determinante.

¹ TUCCI, C. E. M. ; MACHADO, E. 1997. Concepção do Controle de Enchentes na Região Metropolitana de Curitiba. In: . Drenagem urbana: Gerenciamento Simulação e Controle. Editora da Universidade ABRH. P 27-37

A sustentabilidade da macrodrenagem relaciona-se com um processo de formulação de políticas que permitam um desenvolvimento sob o ponto de vista **econômico, social e ecológico**.

Nascendo o conceito de “**ambiental**”, aparecem as soluções alternativas ou ambientais de drenagem, que atuando junto a outras estruturas de drenagem convencionais, têm a finalidade de compensar os efeitos da urbanização também em termos qualitativos.

A valorização da água no meio urbano deve ser tomada como um aspecto importante quando da adoção de medidas de controle de escoamento superficial. A utilização de dispositivos alternativos proporcionam um papel fundamental no que se refere a melhorias ecológicas no ciclo da água em meio urbano.

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 planos diretores para as atividades de manejo e aproveitamento das fontes hídricas naturais.

O município de Guararema embora politicamente inserido na Região Metropolitana de São Paulo, geograficamente localiza-se na bacia do rio Paraíba do Sul. Apresenta altos índices pluviométricos anuais e a maior parte da área central da cidade está localizada nas margens do rio Paraíba, na região da foz do Ribeirão Guararema, e Córrego Ipiranga, áreas sujeitas a constantes episódios de inundação, o que ensejou a contratação de um Plano Diretor de Macrodrenagem, visando trazer benefícios à população.

Em função dessas premissas, a Prefeitura do Município de Guararema contratou a NRC Engenharia para a elaboração do Plano Diretor de Macrodrenagem do município, que vem sofrendo uma significativa mudança na forma de ocupação devido às tendências ativas de expansão urbana no município.

2 – CARACTERÍSTICAS GERAIS

2.1 - Histórico

Na região do médio Paraíba, surgiu o povoado de Guararema, fundado em meados do século XVI, por Gaspar Cardoso, Capitão Mór de Mogi das Cruzes, chamando-se inicialmente Arraial da Escada.

Em 1654, os frades capuchinhos, levantaram uma capela em louvor a Nossa Senhora da Escada, segundo dizem, porque havia uma escada entre a barranca do rio e o lugar onde se ergueu a capela. Em 1872, pela Lei nº 1, foi elevado a Distrito de Paz.

Foram seus primeiros dirigentes: Benedito Antônio de Paula, Antônio de Mello Franco e Joaquim Alves Pereira. Como vigário da nova paróquia veio o Padre Miguel Piemont e a 3 de julho de 1872 a capela Nossa Senhora da Escada foi instituída canonicamente e, hoje, faz parte do Patrimônio Histórico Nacional.

Em 1875 Dona Laurinda de Souza Leite a fim de auxiliar uma ex-escrava - Maria Florência, doou-lhe um quinhão de terra situado às margens do rio Paraíba, pouco acima do ribeirão Guararema. Maria Florência construiu, com o auxílio de outras pessoas, uma capela a São Benedito, que atraindo outros moradores originou o vilarejo Guararema, palavra tupi-guarani, que significa "Pau d'alho", devido à abundância dessa árvore na região. Em 1876 inaugurou-se trecho da Estrada de Ferro Central do Brasil, entre Mogi das Cruzes e Jacareí, com passagem por Guararema. Em 1890, a sede do Distrito de Paz da Escada foi transferido para o povoado².

2.2 – Localização e características geográficas

O município de Guararema embora se localize, geograficamente, no Vale do Paraíba pertence à a Mesoregião Metropolitana de São Paulo e Microregião de Mogi das Cruzes, estando localizada à 75 km da Capital.. Com uma população de 26.974 habitantes (IBGE/2009)³, possui uma área de 270,5 km², o que resulta numa densidade demográfica de 101,988 hab/km². Faz divisa com os municípios de Salesópolis, Biritiba Mirim, Santa Isabel, Jacareí, Santa Branca e Mogi das Cruzes

² IBGE Cidades. Página visitada em 15 de janeiro de 2010.

³ *Estimativas de População*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (14 de agosto de 2009). Página visitada em 28 de dezembro de 2009.

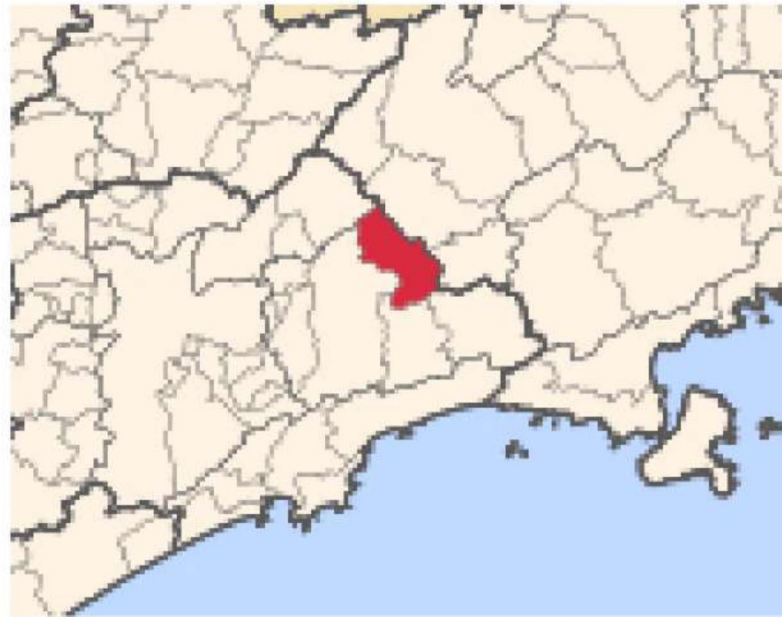


Fig. 1 - Limite do município Guararema

Guararema encontra-se inserido na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos nº 2 (figura 2) é definida pela bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul; seus limites são: ao norte, com a UGRHI 01 (Serra da Mantiqueira), além do Estado de Minas Gerais; a nordeste, com a UGRHI 05 (Piracicaba/Capivari/Jundiaí); a oeste, novamente com a UGRHI-05 e com a UGRHI-06 (Alto Tietê), sendo que esta última também faz o limite sudoeste; ao sul, com a UGRHI-03 (Litoral Norte); a sudeste, também com a UGRHI 03 e com o Estado do Rio de Janeiro; e a leste e nordeste, com os Estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais.

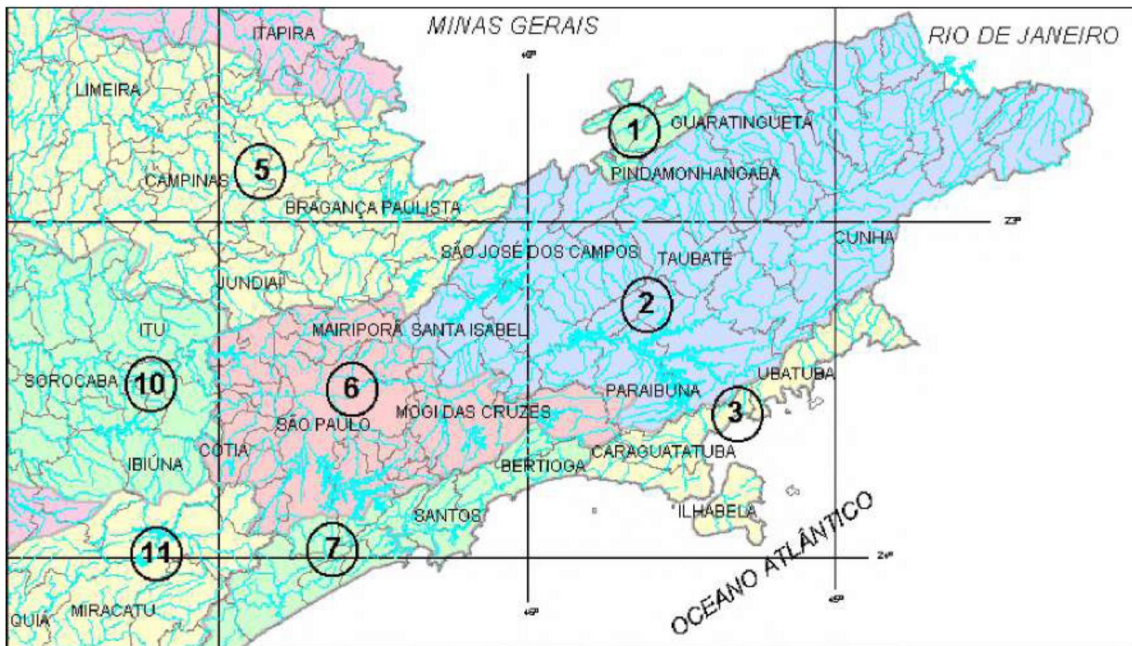


Fig. 2 -:Mapa da UGRHI 2 – Paraíba do Sul

2.2.1-Principais acessos

Os principais acessos ao município de Guararema são feitos pela Rodovia Presidente Dutra, Rodovia Governador Carvalho Pinto, Rodovia Ayrton Senna da Silva, Rodovia Nicola Capucci, Rodovia Henrique Eroles e Rodovia Euryale de Jesus Zerbini.



Fig. 1 -:Principais acessos para Guararema

2.3 – Desenvolvimento econômico

2.3.1 – Características econômicas

O município de Guararema tem sua atividade econômica diversificada, sendo bem dividida entre indústria, comércio, serviços e agropecuária, não tendo nenhum setor específico que se destaque entre os demais.

A agricultura que já foi a principal atividade do município tem perdido espaço, sendo hoje representada principalmente pelo cultivo de flores e frutas, estas apresentando o caqui e a tangerina como principais produtos. A agroindústria é representada pela produção dos derivados do leite, mel e aguardente.

A atividade industrial é a que tem apresentado maior crescimento nos últimos anos, tanto pela localização estratégica do município que tem seu distrito industrial (ZUPI I) localizado no entroncamento da Rodovia Presidente Dutra com o complexo Ayrton Senna/Carvalho Pinto, como pela política de incentivos fiscais adotada pela Administração Municipal. A proximidade com a Rodovia Dom Pedro I, o acesso pela Estrada Velha Rio - SP (SP 66), e ainda a linha ferroviária que corta o distrito industrial também são fatores importantes no escoamento da produção, o que tem incentivado a instalação de novas empresas.

O comércio da cidade é variado, contando com lojas de boa qualidade, diversidade e sofisticação. Observa-se um aperfeiçoamento e crescimento contínuo devido ao crescente aumento no número de turistas, bem como por causa dos novos moradores que em sua grande maioria vem da capital.

Turisticamente a cidade apresenta ótimas oportunidades, pois o clima agradável combinado com um meio ambiente preservado constitui um atrativo. A capacidade hoteleira ainda é pequena, mas conta com excelentes estruturas. O Rio Paraíba despoluído também é um grande atrativo, sendo procurado para pesca e esportes aquáticos. A infra-estrutura urbana, com praças floridas limpas e bem organizadas favorece o desenvolvimento da atividade. A cidade possui ainda um Centro Artesanal que oferece trabalhos variados feitos pelos artesãos locais⁴.

⁴ SILLVA, V.A; MANOLESCU, F.M.K. Desenvolvimento Econômico de Guararema. In: VIII Encontro Latino americano de Iniciação Científica e IV Encontro Latino Americano de Pós –Graduação. UNIVAP, 2004. P 596 a 600.

2.3.2 – Demografia

No período 1991-2000, a população de Guararema teve uma taxa média de crescimento anual de 2,32%, passando de 17.961 em 1991 para 21.904 em 2000. De 2000 a 2009, a Taxa Geométrica de Crescimento da População foi de 1,86% ao ano, elevando a população do município para 26.974 habitantes, segundo dados estimativos do IBGE.

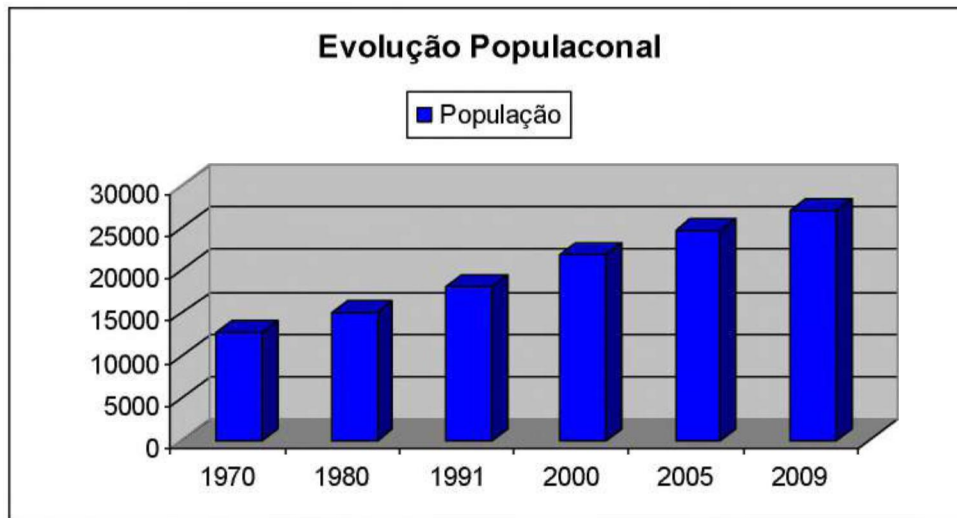
A taxa de urbanização cresceu 2,37, passando de 78,98% em 1991 para 80,85% em 2000 e 85,42% em 2009. Em 2000, a população do município representava 0,06% da população do Estado, e 0,01% da população do País.

A evolução populacional do município de Guararema de 1991 até a projeção de 2009, segundo dados do IBGE é demonstrada na tabela 1 e no gráfico 1.

Tabela 1:- Evolução Populacional de Guararema

Ano	População
1970	12.638
1980	15.105
1991	17.961
2000	21.904
2005	24.583
2009	26.974

Gráfico 1 – Evolução Populacional



O município de Guararema não possui Zona Rural, portanto, toda sua população é urbana. Este aspecto é preocupante sob a ótica da macrodrenagem, pois há uma tendência futura de urbanização de todo o território, o que trará como consequência a ocupação de áreas de risco e um grande crescimento de áreas impermeabilizadas com consequente aumento do escoamento superficial.

2.3.3- IDHM

O IDHM - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal reflete a renda, a longevidade e o nível educacional e é divulgado para os municípios brasileiros no Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil do IBGE, 2004.

No período 1991-2000, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) de Guararema cresceu 13,19%, passando de 0,705 em 1991 para 0,798 em 2000. A dimensão que mais contribuiu para este crescimento foi a Longevidade, com 37,5%, seguida pela Educação, com 33,9% e pela Renda, com 28,6%. Neste período, o hiato de desenvolvimento humano (a distância entre o IDH do município e o limite máximo do IDH, ou seja, $1 - \text{IDH}$) foi reduzido em 31,5%.

Se mantivesse esta taxa de crescimento do IDHM, o município levaria 9,9 anos para alcançar São Caetano do Sul (SP), o município com o melhor IDH-M do Brasil (0,919).

Em 2000, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal de Guararema era 0,798. Segundo a classificação do PNUD, o município está entre as regiões consideradas de médio desenvolvimento humano (IDH entre 0,5 e 0,8). Em relação aos outros municípios do Brasil, Guararema apresenta uma situação boa: ocupa a 597ª posição, sendo que 596 municípios (10,8%) estão em situação melhor e 4.910 municípios (89,2%) estão em situação pior ou igual.

Em relação aos outros municípios do Estado, Guararema apresenta uma situação boa: ocupa a 179ª posição, sendo que 178 municípios (27,6%) estão em situação melhor e 466 municípios (72,4%) estão em situação pior ou igual.

2.3.4 – Renda

A renda per capita média do município cresceu 61,49%, passando de R\$ 218,10 em 1991 para R\$ 352,20 em 2000. A pobreza (medida pela proporção de pessoas com renda domiciliar per capita inferior a R\$ 75,50, equivalente à metade do salário mínimo vigente em agosto de 2000) diminuiu 32,13%, passando de 31,1% em 1991 para 21,1% em 2000.

2.4 – Infra-estrutura e serviços públicos

2.4.1 – Abastecimento de água

O sistema de abastecimento de água e coleta de esgotos sanitários de Guararema é operado pela SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo desde 1977. A cidade de Guararema possui uma população estimada de 26.974 habitantes; e, o abastecimento de água na sede central atende 15.800 pessoas possuindo cerca de 3.974 ligações de água e 2.558 ligações de coleta de águas servidas. Segundo dados disponíveis no sítio do SEADE – Fundação Estadual de Análise de Dados atendimento em relação à demanda total do município em 2000, era da ordem de 69,36%, conforme mostrado no gráfico 6.

Gráfico 6 – Abastecimento de Água - Nível de Atendimento

Infra-estrutura
Abastecimento de Água - Nível de Atendimento (Em %) - 2000
Estado de São Paulo, Região Metropolitana de São Paulo e Município de Guararema



Fonte : Fundação Seade
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.
Censo Demográfico

A captação de água bruta para abastecimento da sede do município tem como manancial o Rio Paraíba do Sul. A qualidade do manancial é considerada satisfatória; eventualmente ocorrem problemas de turbidez elevada e presença de algas provocando efeitos desagradáveis de sabor e odor. A captação de água bruta é efetuada através de adutora construída de ferro fundido e com diâmetro de 250 milímetros. A água bruta é bombeada para a planta de tratamento com a utilização de dois conjuntos moto-bomba que recalcam um volume máximo de 80,0 litros por segundo em cada conjunto. A água bruta é recalçada numa tubulação de ferro fundido com diâmetro de 250 milímetros, numa altura de 60 metros e com um comprimento de 295 metros.

Sistema de Abastecimento: Guararema

Localização: Rua Aldiney Moreira, 190 - Centro

Processo de Tratamento: Coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação

Manancial: Rio Paraíba do Sul

Local Abastecido: Sede do município

Na região dos bairros Guanabara e Paratei, o abastecimento de água usa como manancial água subterrânea:

Sistema de Abastecimento: Chácara Guanabara

Localização: Rua Portugal, 390 - Guanabara

Processo de Tratamento: Filtração, desinfecção e fluoretação

Manancial: Poço P01

Local Abastecido: Bairro Guanabara

Sistema de Abastecimento: Dist. Parateí II

Localização: Rua Benedito Almeida, 130 - Parateí

Processo de Tratamento: Desinfecção e fluoretação

Manancial: Poço P03 e 04

Locais Abastecidos: Bairros Parateí I e II

As demandas atuais para o abastecimento urbano e industrial do município Guararema estão expressas na tabela 2

Tabela 2 – Demanda de Abastecimento Urbano

Usos	Manancial	Vazão (m ³ /s)		
		Superficial	Subterrânea	Total
Urbano	Rio Paraíba do Sul	0,044	0,017	0,061
Industrial	Rio Paraíba do Sul	0,004	0,003	0,007

Fonte: Cadastro de Outorgas ANA (2008)

A demanda para irrigação e a área irrigada no município de Guararema estão expressas na tabela 3

Tabela 3 – Demanda para irrigação e área irrigada

Município	Área irrigada em 2008 (ha)	Demanda Irrigação (m ³ /s)		
		Superficial	Subterrânea	Total
Guararema	421	0,126	-	0,126

Fonte: Cadastro de Outorgas ANA (2008)

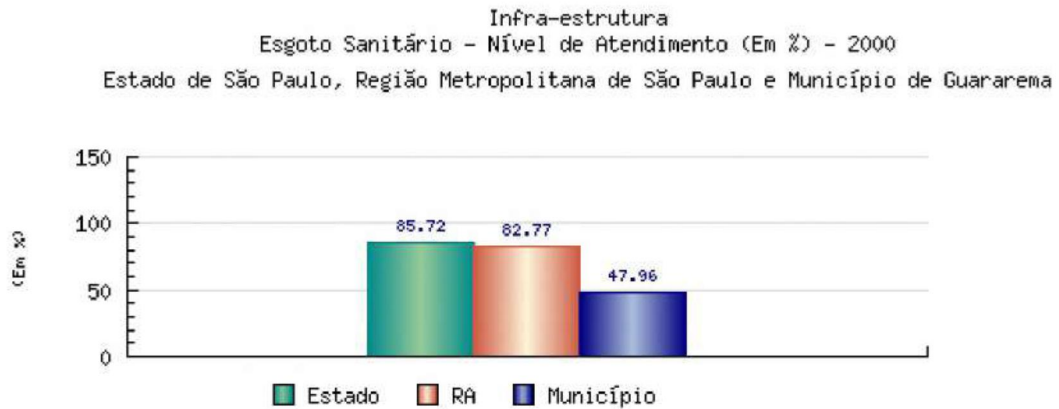
2.4.2 – Esgotamento sanitário

A implantação da rede coletora de esgotos foi iniciada em 1977, também pela SABESP. Em 2002 já existiam interceptores de esgotos implantados, com um total de 2.356 ligações.

Quanto às ligações, a prefeitura permite a utilização de fossas sépticas, mesmo onde há rede coletora de esgotos, desde que construídas segundo o Código Sanitário. Na maioria, essas fossas foram construídas anteriormente à implantação da rede coletora e não se exigiu a substituição da rede interna para ligação com a rede SABESP. A fiscalização dessas fossas, quando denunciado ou verificado algum problema, é realizada pela municipalidade em conjunto com a SABESP.

Segundo dados do SEADE – Fundação Estadual de Análise de Dados o atendimento em esgotamento sanitário em 2000, era da ordem de 47,96%, conforme mostrado no gráfico 7.

Gráfico 7 – Esgotamento Sanitário - Nível de Atendimento



Fonte : Fundação Seade
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.
Censo Demográfico

SEADE
Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados

O Governo do Estado inaugurou em 01/07/2008 o Sistema de Esgotos Sanitários de Guararema. Construído pela SABESP, o novo sistema garantirá o tratamento de 100% dos esgotos coletados no município. No início da operação, serão beneficiadas 12.500 pessoas. Ao todo serão investidos R\$ 18,5 milhões, incluindo a Estação de Tratamento de Esgotos Parateí, que deverá entrar em funcionamento posteriormente.

A implantação do sistema de tratamento de esgotos do município de Guararema elimina os lançamentos in natura dos esgotos e contribui para a melhoria das condições de vida da população, a diminuição das doenças de veiculação hídrica e a queda do índice de mortalidade infantil.

Com a entrada em funcionamento dessas duas novas Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), 100% do esgoto coletado em todo o município de Guararema serão tratados.

O sistema prevê a implantação de duas ETEs, sendo que a ETE Sede atenderá às populações dos bairros Valparaíba, Itapema, Jardim Itapema, São João, Centro, Nogueira, CDHU, Ipiranga, Freguesia da Escada, Ajuda, Vale dos Eucaliptos; e a ETE Parateí atenderá a população localizada no Parateí, Jardim Dulce e Parateí Colônia.

As obras compreendem a construção do sistema de tratamento de esgotos que incluem: a implantação de duas ETEs, sendo que a de Guararema/Sede terá uma vazão de 34 l/s e a do Parateí, tratará 15 l/s. Também serão implantados 27km de tubulações, 14 estações de bombeamento e 402 ligações domiciliares de esgotos.

As obras de despoluição em Guararema estão em fase de implantação. A estação da região central já está em operação e se encontra em andamento a segunda fase, correspondente à implantação da ETE Parateí.

No Parateí foram executadas 290 ligações de esgotos, que entrarão em operação a partir da operação de quatro Estações Elevatórias de Esgotos (EEEs).

Quando em operação o sistema atenderá a 100% das ligações domiciliares de esgotos, que hoje totalizam 3.405 ligações, beneficiando diretamente cerca de 18 mil pessoas, atingindo um índice de cobertura da ordem de 57,34% dos domicílios de Guararema.

2.4.3 – Disposição final de resíduos sólidos

As atividades e o comportamento humano geram resíduos, quase sempre de maneira pouco sustentáveis, que, uma vez gerados devem ser coletados e afastados de sua área de produção e consumo e destinados a sistemas de disposição final adequados para que não causem impactos negativos ao meio ambiente e à saúde humana.

Nesse sentido, há ainda que se salientar outro aspecto importante: o crescimento populacional, que aliado ao desenvolvimento tecnológico, às mudanças de hábito de consumo e ao acelerado processo de urbanização, vem acarretando de maneira geral um aumento considerável na geração dos diversos tipos de resíduos sólidos, em especial os domiciliares

As informações coletadas nas inspeções realizadas pelos técnicos da CETESB são processadas e os dados permitem expressar as condições ambientais do local de disposição dos resíduos por meio do índice IQR, com variação de 0 a 10 e classificá-lo em três faixas de enquadramento: inadequada, controlada e adequada.

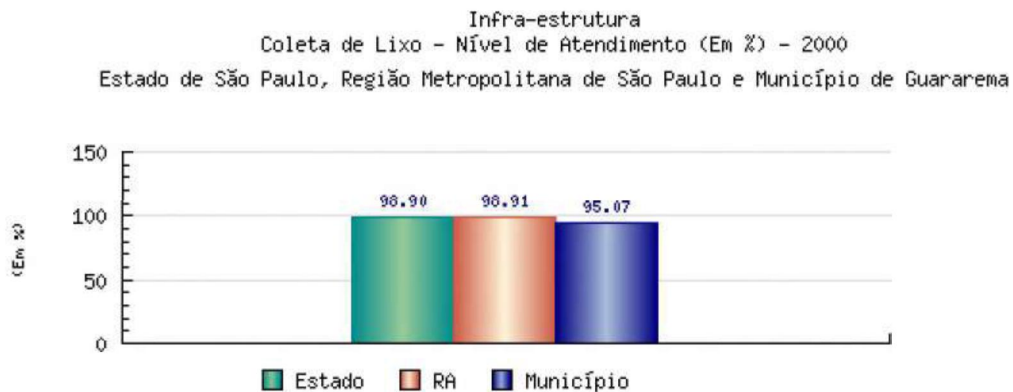
A evolução do enquadramento da disposição final dos resíduos sólidos domiciliares de Guararema de 1997 a 2008 é expressa na tabela 4.

Tabela 4 – Evolução do IQR de Guararema

Lixo (ton/dia)	Evolução do IQR									Enquadramento
	1997	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
8,6	3,6	3,0	3,5	3,1	10,0	9,8	9,5	9,8	8,0	Controlado – Aterro Particular em Santa Isabel

Segundo dados do SEADE – Fundação Estadual de Análise de Dados o nível de atendimento em coleta de lixo domiciliar em 2000, era da ordem de 95,07%, conforme mostrado no gráfico 8.

Gráfico 8 – Esgotamento Sanitário - Nível de Atendimento



Fonte : Fundação Seade
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.
Censo Demográfico

A coleta do lixo domiciliar é efetuada pela Prefeitura Municipal e atualmente, o nível de cobertura é da ordem de 100% da área urbanizada do município, sendo 90% com coleta diária e 10% com coleta 2 ou 3 vezes por semana.

2.4.4 – Sistema de microdrenagem

Segundo informações prestadas em 19/08/2002 pelo então Secretário de Obras da Prefeitura Municipal de Guararema, a rede de drenagem cobre 100% da área urbana do município, sendo rotineiramente redimensionada. A rede é cadastrada, sendo que as redes antigas são cadastradas em papel e as mais novas, digitalizadas em Auto-CAD.

Na prefeitura, a Secretaria e Obras é responsável pela construção e fiscalização das obras de drenagem e a Secretaria de Serviços Públicos é responsável pela sua manutenção. Na manutenção, trabalham aproximadamente 20 funcionários da Secretaria de Serviços Públicos, sendo monitorados pelos técnicos da Secretaria de Obras.

Problemas de drenagem ocorrem raramente no município. Não há cursos d'água degradados no território municipal e problemas de erosão e assoreamento ocorrem em escala muito pequena.

Os itens exigidos para a implantação de um loteamento ou nova rua são: guias, sarjetas, bocas-de-lobo, área verde e drenagem (nem sempre tubulação enterrada). O único item da listagem não exigido é a pavimentação.

O padrão utilizado de guias, sarjetas e seções viárias é o padrão estabelecido pela PMSP. Utiliza-se também a tabela de composição de preço básico da PINI, embora haja preferência pela tabela da PMSP para pavimentação.

Quanto à pavimentação na área urbana, ela se distribuiu entre os elementos da seguinte forma: asfalto (20%), bloquetes de concreto (1%), paralelepípedo (30%), sem calçamento (49%). O asfalto é visto como sinal de “progresso” pela população. A população não compreende os benefícios de outras formas de pavimentação que permitem infiltração da água. Como exemplo da preferência popular pelo asfalto, a prefeitura recebe muitas solicitações de substituição do paralelepípedo pelo asfalto devido a “danos” causados pelo primeiro ao veículo. Portanto, a postura municipal acaba sendo pela adoção do asfalto, preferencialmente.

Sempre que possível, os cursos d’água são deixados em estado natural, somente revestido com vegetação.

Não há dispositivo para controle ou redução de inundações urbanas (ex.: “piscinão”) no município por não haver necessidade para tal.

Tanto o desassoreamento de rios, córregos, canais como a sua manutenção através de podas, limpeza das margens ocorrem às vezes, na medida da necessidade. Ambas as ações requerem licenciamento ambiental fornecido pelo DEPRN (Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais).

A manutenção e limpeza de galerias e tubulações de drenagem e das bocas-de-lobo ocorrem mais de uma vez ao ano.

Quanto às ocupações irregulares, a única favela existente no município, em área de proteção de manancial, foi removida através de um projeto com recursos do Governo Federal para construção de casas. No local, foi promovida uma reurbanização com a construção de um parque.

A demanda por habitação existente no município tem sido atendida pela CDHU e Governo Federal. Esta demanda se constitui de pessoas que pagam aluguel ou coabitam no mesmo lote com outros familiares.

Quando alguma obra em lote regular provoca erosão, a prefeitura a suspende e

revoga/nega a aprovação.

Quanto às várzeas, estas são tratadas como APP (áreas de proteção permanente). Quando alguém deseja utilizá-las, necessita de um licenciamento ambiental do DEPRN, SEMA (Secretaria Estadual do Meio Ambiente). A legislação pertinente é o Código Florestal (Federal).

Para o secretário de obras, os recursos hídricos e a drenagem são fundamentais para o desenvolvimento sustentado do município. Quando se releva o tema, acontecem os problemas que vêm ocorrendo em São Paulo. Todo o corpo dirigente da prefeitura tem a mesma postura. Devido à vocação turística do município, já mencionada, a prefeitura pretende construir parques ecológicos em seu território.

A descrição do sistema existente de microdrenagem, bem como a avaliação do seu desempenho, apontando suas deficiências com as possíveis causas dessas deficiências incluindo dados quantitativos tal como extensão de rede, área de cobertura, critérios de projeto adotados (tais como diâmetro mínimo, posicionamento de captações e sarjetões, etc.) será apresentada no Volume III do presente trabalho.

Segundo dados da EMPLASA⁵, em trabalho concluído no ano 2000, o sistema de drenagem de águas pluviais de Guararema era insuficiente para atender as condições de escoamento da época, sendo praticamente inexistente o sistema de “bocas de lobo”, guias e sarjetas além de galerias. Na ocasião, foi detectado também a necessidade de conservação apropriada para resolver os problemas de assoreamento e conseqüentemente estrangulamento da seção.

Foi também detectado problema grave de inundação, pois a área urbana de Guararema situa-se às margens do rio Paraíba do Sul e é circundada por elevações. A Rua Coronel Ramalho, paralela ao rio Paraíba situa-se em cota superior às da área próxima, conferindo-lhe a configuração de uma “bacia”, abrangendo as ruas Pe3ixoro, 23 de maio, Dr. Luz Martinez, Dona Laurinda, Prof. Lucas Nogueira Garcez e Rangel Junior.

Outro problema sério constatado durante as chuvas diz respeito ao escoamento de águas pluviais das encostas das elevações que circundam a cidade. A abertura de novos arruamentos sem maiores cuidados implicou em erosão dessas novas vias e conseqüentemente assoreamento do sistema de drenagem existente.

⁵ Projeto 4118 – SNM EMPLASA SETEPLA – Diretrizes para drenagem da área urbana do município de Guararema – Contrato: BADESP/EMPLASA 050/78/1564-0-0559

2.5 – Legislação e sistema institucional

O Plano Diretor do município foi aprovado em 16 de outubro de 2006 pela Lei nº 2385/2006. A partir dele, serão revistos o Zoneamento e o Código de Obras. O Plano Diretor estabelece diretrizes de desenvolvimento da Indústria (eixos das Rodovias Dutra e Ayrton Senna) e Turismo (chácaras de recreio, hotéis-fazenda, parque ecológicos), visando a promoção do desenvolvimento sustentável do município. Este desenvolvimento já vem ocorrendo com mais intensidade nos últimos 5 anos. O Plano prevê a proibição da intervenção nos morros do município de acordo com a declividade, partindo do exemplo concreto de um problema de erosão ocorrido na cidade.

Enquanto o a revisão do zoneamento e do código de obras não ocorre, a peça jurídica mais recente (2000) e que já trás indícios da intenção da prefeitura em promover o desenvolvimento sustentável em seu território é o Código de Posturas (Lei nº 2.037 de 18/12/02).

Logo no início, no Título I (Disposições Gerais), Capítulo I (Disposições Preliminares), o Art. 2º determina que “A fiscalização municipal de Guararema atuará de forma integrada com os objetivos de: I – proteger o meio ambiente e combater a poluição ambiental em qualquer de suas formas; II – garantir o bom uso e conservação dos recursos naturais e dos equipamentos públicos municipais; ... IV – acentuar a vocação turística do Município bem como os seus objetivos de industrialização de bens e serviços dentro de uma orientação de desenvolvimento auto-sustentável.”

No Art. 5º, o Poder Executivo se coloca em condição de igualdade de interesses e ações, no que se refere ao meio ambiente, aos poderes executivos estaduais e federais, como poder ser constatado em sua redação: “O Poder Executivo exercerá a fiscalização sobre o meio ambiente e os recursos naturais de interesse do Município, em colaboração com o Estado e a União, e integrará o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) de acordo com o que dispõe o artigo 6º da Lei Federal nº 6.938 de 31 de agosto de 1981 e sua regulamentação”. Ainda no seu Parágrafo Único determina que “os responsáveis por estabelecimentos comerciais e industriais, de qualquer natureza, que emitam resíduos líquidos, sólidos ou gasosos, manterão em bom funcionamento filtros e outros instrumentos e processos de tratamento aceitos pelo órgão estadual de controle ambiental e pela Prefeitura, com o objetivo de assegurar a boa qualidade do meio ambiente.”

No Título II (Da Vigilância Sanitária), Capítulo I (Disposições Gerais), o Art. 7º determina que o “Poder Executivo Municipal, em colaboração com o Governo do Estado, desenvolverá as ações sanitárias básicas de sua competência, visando à melhoria das condições do meio ambiente urbano e rural, à promoção da saúde e do bem-estar da população”. Para tanto, entre

outros, o Parágrafo Único diz que “à Prefeitura cumpre: I – tomar medidas relativas à higiene do ambiente urbano no que se refere aos logradouros, áreas de uso público, terrenos cursos d’águas, valas, lixo urbano e controle da poluição ambiental;...”.

No Capítulo II (Da Higiene das Vias Públicas), do Título II acima mencionado, no Art. 10º fica estabelecido que “é dever da população cooperar com a Prefeitura na conservação e limpeza de logradouros públicos urbanos”. Para tanto, no Parágrafo Único, determina-se que fica vedado à população, entre outros: “I – despejar águas servidas, lixo, resíduos domésticos, industriais ou de serviços, no leito do rio Paraíba e em qualquer curso d’água existente no Município; ... V – jogar entulhos provenientes de construções e demolições nas vias públicas e nos terrenos baldios; VI – atirar animais mortos, lixos, detritos, papéis e outras matérias nas vias públicas e nos terrenos baldios; ... XI – obstruir ou concorrer, direta ou indiretamente, para a obstrução de valas, calhas, bueiros ou bocas-de-lobo, ou impedir, por qualquer forma, o escoamento das águas; XII – despejar lixo e resíduos domésticos, industriais ou de serviços nas vias públicas ou terrenos baldios.”

No Capítulo III (Da Higiene dos Terrenos), além das disposições referentes à manutenção dos mesmos em condições de limpeza e salubridade, chama a nossa atenção o Art. 17º que tem particular interesse para o objeto de nosso Estudo. Sua redação é a seguinte: “O terreno onde se verificar a possibilidade de erosão, desmoronamento ou carreamento de terras, materiais, detritos e lixo para logradouros, sarjetas, valas ou canalização pública e particular será, obrigatoriamente, protegido por obras de arrimo”.

O Capítulo V (Do Controle da Água e dos Sistemas de Eliminação de Dejetos) trata, em seu Art. 23, da obrigatoriedade da ligação à rede de esgotos quando da sua existência. “Nenhum prédio situado em via pública dotada de rede de abastecimento de água e de esgotos poderá ser habitado sem que esteja ligado às respectivas redes”. No Parágrafo 1º, diz o mesmo com relação à rede de abastecimento de água, desta forma também protegendo os recursos das águas subterrâneas. A sua redação é a seguinte: “não serão permitidas nos prédios localizados neste Município, providos de rede de abastecimento de água, a abertura e a manutenção de poços, salvo casos especiais mediante autorização da Prefeitura e obedecidas as normas do órgão estadual competente e da legislação de obras e edificações”.

No caso da inexistência da rede de esgotos, o Art. 25 prove que “em locais que não forem dotados de rede de abastecimento de esgotos, deverão ser instaladas e mantidas fossas, de acordo com as normas da ABNT”. Além da exigência técnica visando a qualidade do tratamento local a ser realizado, a Lei externa a preocupação com a manutenção do mesmo, manifesta no Art. 26 “A prefeitura fomentará a organização de serviços de “limpa-fossa” podendo prestar esses serviços a particulares mediante o pagamento de tarifa”.

O Art. 28 trata da separação absoluta dos esgotos das águas pluviais. Sua redação: “Não será permitido lançar resíduos industriais in natura nos coletores de esgotos ou nos cursos naturais, quando contiverem substâncias nocivas à fauna e à flora, assim como não será permitida a ligação de águas pluviais provenientes de quintais ou áreas descobertas na rede de esgotos”.

O Capítulo VI (Da Limpeza e Desobstrução dos Cursos D’água e das Valas) trata de assunto do maior interesse para a drenagem urbana. O Art. 30 determina que “os proprietários conservarão limpos e desobstruídos os cursos d’água ou valas que existirem em seus terrenos ou com eles limitarem, de forma que a seção de vazão de águas em curso ou valas se realize desembaraçadamente”. O Art. 31 determina ainda que “a prefeitura poderá exigir, quando for julgado necessário, que o responsável pelo terreno execute obras de regularização dos cursos de água ou valas”. Determina também que “Art. 32 – nenhum serviço ou construção poderá ser feito nas margens, do leito do rio Paraíba ou outros cursos de água, sem serem observados os afastamentos legais e executadas as obras-de-arte tecnicamente adequadas, a juízo da Prefeitura”.

No Título III (Da Polícia de Costumes e da Ordem e Segurança nos Logradouros Públicos), Capítulo I (Da Ordem e do Sossego Públicos), embora os títulos possam sugerir que não haja conexão com o tema “gerenciamento dos recursos hídricos em áreas urbanas”, encontramos na Seção III (Da Proteção da Vegetação e das Praças) determinações que favorecem a preservação das áreas de infiltração no município. O Art. 132 diz que “no desenvolvimento da política de proteção e fomento da arborização e paisagismo, cabe à Prefeitura: II – patrocinar campanhas, cursos e eventos para difundir e incentivar junto ao público, condomínios privados e empresas, os padrões desejáveis de arborização e paisagismo nas diversas regiões do Município”. Ainda na mesma Seção III, Art. 133 fica determinado que “as áreas transferidas ao Município em decorrência da aprovação de projetos de loteamento urbano, enquanto não forem ocupadas com equipamentos públicos, serão cercadas, preservadas e arborizadas pela Prefeitura para fins agrícolas, desportivos, comunitários ou outros visando à melhoria da qualidade do meio ambiente”. Esta medida nos parece bastante pertinente considerando que em várias localidades as áreas verdes e institucionais municipais que não são objeto da mesma preocupação, acabam por ser ocupadas por habitações subnormais com evidentes problemas aos seus próprios ocupantes além de reflexos danosos ao restante do município, principalmente no tocante à questão em pauta em nosso Estudo.

Ainda tratando das áreas verdes, o Art. 141 enfatiza a intenção da prefeitura trabalhar de forma cooperativa com os poderes superiores, “a Prefeitura colaborará com a União e o Estado, no sentido de evitar devastações de florestas e bosques e de estimular o plantio de árvores”.

O Capítulo V (Da Exploração de Pedreiras, Cascalheiras, Olarias e Depósitos de Areia e Saibro) expõe a preocupação com este tipo de exploração. O Art. 213 determina que “A exploração de pedreiras, cascalheiras, olarias e depósitos de areias e de saibro depende da licença da Prefeitura, que a concederá caso sejam observados os preceitos deste Código e da legislação federal e estadual pertinente sobre minérios e proteção ao meio ambiente”. No Parágrafo Único, do Art. 216 determina que “o Poder Executivo promoverá a interdição da pedreira ou parte da pedreira cuja exploração apresente perigo ou dano à vida, à propriedade e ao meio ambiente em geral, inclusive à paisagem”. No que concerne à drenagem, o temor fica claramente manifesto no Art. 22 “a Prefeitura poderá, a qualquer tempo, mediante parecer técnico, determinar a execução de obras no recinto da exploração de pedreiras ou cascalheiras com o intuito de proteger propriedades particulares ou públicas ou evitar a obstrução das galerias de águas e proteger, por todas as formas possíveis, o meio ambiente”. Mais especificamente com relação aos cursos d’água, o Art. 222 determina que “É proibida a extração de areia em todos os cursos d’água do Município: I – à jusante do local em que recebam contribuições de esgotos; II – quando haja indícios de que se modifica o leito ou as margens; III – quando possibilite a formação de locais ou causa, sob qualquer forma, a estagnação das águas; IV – quando, de algum modo, possa oferecer perigo a pontes, muralhas ou qualquer outra obra construída nas margens ou sobre os leitos de rios.”

Ainda que dependente das diretrizes a serem estabelecidas pela nova Lei de Zoneamento e Código de Obras a serem atualizados e/ou elaborados, este Código de Posturas estabelece na Seção I (Disposições Gerais), do Capítulo I (Do Licenciamento dos Estabelecimentos Industriais, Comerciais e Prestadores de Serviços) do seu Título V (Do Funcionamento do Comércio, da Indústria e dos Prestadores de Serviços), no Parágrafo 3^o, do Art. 228 que “As indústrias a serem instaladas em distritos industriais do Município, além das normas técnicas estaduais e federais pertinentes, estão condicionadas às exigências da legislação do Município de Guararema quanto aos critérios de localização e proteção do meio ambiente de interesse local”. O Art. 230 determina que o prédio e as instalações de que trata este Capítulo, “deverão ser previamente vistoriados pelos órgãos competentes, no que diz respeito às seguintes condições: I – compatibilidade da atividade do estabelecimento com a legislação municipal sobre proteção dos recursos naturais e diretrizes urbanísticas;”.

No Título VI (Das Infrações e das Penalidades), Capítulo I (Das Infrações), Seção I (Disposições Gerais), o Art. 265 determina que são circunstâncias agravantes das infrações, entre outros, “V – as infrações afetarem recursos naturais, conforme vistoria técnica”. Ainda com relação ao mesmo tema, a Seção V (Das Multas), no Art. 275 determina que “para a imposição da graduação às infrações levar-se-ão em conta: I – a sua maior ou menor gravidade e suas consequências para o meio ambiente, o patrimônio público, para a saúde dos cidadãos ou para a segurança e a ordem pública;....”. Ainda reafirmando a preocupação com

que o Poder Executivo avalia os danos ao meio ambiente, o Art. 276 que trata do cálculo do valor das multas, no Parágrafo 2^o determina que “quando laudo técnico comprovar que a ação ou omissão causa dano contínuo ou progressivo sobre condições ambientais, a multa será diária e contínua até que cessem as causas da infração”. Tomando a frente do processo, na possibilidade da ausência dos poderes superiores, o Art. 277 prove que “na ausência dos órgãos federais e estaduais do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA, a Prefeitura processará administrativamente as infrações relacionadas com lesão ao meio ambiente e recursos ecológicos.”

No final, no Título VII (Disposições Finais e Transitórias), fica marcada a preocupação com temas relevantes que poderiam ser eventualmente negligenciados. “Art. 305 – até que se edite a legislação própria sobre obras e edificações, os serviços de terraplenagem, nas áreas urbanas ou rurais, serão regidas por esta Lei. Parágrafo 2º – O proprietário da obra de terraplenagem fica obrigado a: I – tomar as medidas de segurança e de proteção do público e privado recomendadas pela autoridade municipal competente; II – responsabilizar-se pelos danos porventura causados ao ambiente, fazendo as obras que se tornarem necessárias para reconstituí-lo.”

Para finalizar, um último artigo que nos pareceu pertinente, considerando o gerenciamento integrado supra-municipal a ser realizado através dos comitês de bacias e sub-bacias: “Art. 311 – com o objetivo de manter o sistema de fiscalização apto para promover a qualidade de vida no Município, fica o Poder Executivo autorizado a celebrar convênios com órgãos públicos federais e estaduais, formar consórcios com outros Municípios ou firmar contratos de serviços de assistência técnica com entidades privadas”.

Na ausência de um Código de Obras próprio, o qual deverá ser elaborado a partir da elaboração do novo Plano Diretor do município, como já mencionado, a prefeitura se utiliza do Código Sanitário do Estado para legislar sobre edificações.

A legislação de uso do solo e preservação levantada no município de Guararema, bem como a legislação estadual e federal aplicável está listada nas tabelas 5, 6 e 7.

Tabela 5: Legislação Municipal

Lei nº	Data	Assunto	Observações
2298	23/06/2005	Dispões sobre a ampliação da Zona Urbana do município de Guararema	Amplia a Zona Urbana em 26,6 Km ²
2385	16/10/2006	Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do Município de Guararema, nos termos da Constituição Federal, do Estatuto da Cidade e da Lei Orgânica do Município de	Atendimento às disposições do Artigo 182 da Constituição Federal, nos termos da Lei no 10.257/01 – Estatuto da Cidade – e da Lei Orgânica do Município

Guararema			
2651	10/12/2009	Autoriza a celebração de convênio com o Estado de São Paulo, através da Secretaria de Saneamento e Energia, objetivando a elaboração de Plano Municipal de Saneamento Básico	Conjugação de esforços dos partícipes para elaboração do Plano de Saneamento Básico do Município, e sua consolidação no Plano Estadual de Saneamento Básico, em conformidade com as disposições do artigo 19 da Lei Federal no 11.445, de 5 de janeiro de 2007
2661	21/12/2009	Consolida as leis que definiram as Zonas Urbanas e cria a Zona de Expansão Urbana do Município de Guararema	A Zona Urbana Central do Município de Guararema possui a área de 58,80 km ² e a Zona Urbana Norte do Município de Guararema possui a área de 32,98 km ² . O restante da área do Município de Guararema, ou seja, 178,72 km ² ficam consideradas Zona de Expansão Urbana

Tabela 6 - Legislação Estadual

Instrumento legal nº	Data	Assunto	Observações
Lei 1.817/78	27/10/1978	Estabelece os objetivos e as diretrizes para o desenvolvimento industrial metropolitano e disciplina o zoneamento industrial, a localização, a classificação e o licenciamento de estabelecimentos industriais na Região Metropolitana da Grande São Paulo, e dá providências correlatas	
Lei 4.529/85		Lei de Proteção da Serra do Itapeti (situada entre os municípios de Mogi das Cruzes e Guararema) - define critérios de uso e ocupação do solo	
Lei 9.509/97	20/03/1997	Dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação	Os Municípios também poderão estabelecer normas supletivas e complementares às normas federais e estaduais relacionadas com a administração da qualidade ambiental, uso dos recursos ambientais, desenvolvimento sustentável e controle da produção, comercialização e

			o emprego de técnicas, método, substâncias que comportem risco para a vida, qualidade de vida e o meio ambiente
Lei 9.866/97	28/11/1997	Estabelece uma nova política de proteção e recuperação dos mananciais de interesse regional do Estado de São Paulo; Estabelece Áreas de Intervenção; Define Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais - APRM; Estabelece penalidades.	O Sistema Gerencial de Informações será operacionalizado pelo órgão técnico da APRM, que garantirá acesso aos órgãos da administração pública municipal, estadual e federal e à sociedade civil. Para cada APRM, será elaborado Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental – PDPA
Lei 10.780/01	9/3/2001	Dispõe sobre a reposição florestal no Estado de São Paulo e dá outras providências	Ficam isentas desse registro aquelas que utilizem lenha ou produtos florestais para uso doméstico, trabalhos artesanais e apicultura. A fiscalização do cumprimento desta lei será exercida pelo Comando de Policiamento Florestal e de Mananciais da Polícia Militar do Estado de São Paulo, pelo Departamento Estadual de Proteção dos Recursos Naturais e/ou outros órgãos/entidades com funções delegadas pela, Secretaria do Meio Ambiente (regulamento)
Decreto 10.755/77	22/11/1977	Dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores na classificação prevista no Decreto n. 8.468/76.	
Decreto 26.116/86	29/10/1986	Disciplinamento do uso e da ocupação do solo na Região da Serra do Itapeti	Fica aprovado o Regulamento da Lei nº 4.529, de 18 de janeiro de 1985
Decreto 43.002/98	7/5/1998	Regulamentam dispositivos relativos ao Plano Emergencial de Recuperação dos Mananciais da Região Metropolitana da Grande São Paulo, que dispõe sobre diretrizes e normas para a proteção e a recuperação dos mananciais de interesse regional do Estado de São Paulo e dá providências correlatas.	Aprova o Regulamento do Plano Emergencial (Art. 47 da Lei 9.866/97)
Decreto 47.696/03	7/3/2003	Delimita as áreas de proteção dos mananciais, cursos e reservatórios de água de interesse da Região	Regulamenta o artigo 37-A da Lei nº 1.172, de 17 de novembro de 1976, acrescido pela Lei nº 11.216, de 22 de

Tabela 7: Legislação Federal

Lei nº	Data	Assunto	Observações
4.771/65	15/09/1965	Código Florestal - determina áreas que devem ser preservadas	Já alterada pela Leis Federais nº 7.803/89 e 9.605/98 - Institui o novo Código Florestal.
7.803/89	18/07/1989	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.	Altera a redação da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e revoga as Leis nº 6.535, de 15 de julho de 1978 e 7.511, de 7 de julho de 1986.
9.605/98	02/1998	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. (Lei de Crimes Ambientais).	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. (Lei de Crimes Ambientais).
CONAMA 302	20/03/2002	Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno.	
CONAMA 303	20/03/2002	Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.	

O conteúdo da legislação de uso do solo e de preservação ambiental, pertinentes ao Município, em nível municipal, estadual e federal foi mapeado, inserido no Banco de Dados Ambientais.

2.6 – Geologia e Geomorfologia

Guararema situa-se no complexo Embu, unidade paragnáissica na zona do “Planalto do Paraitinga”, abrangida pela província “Planalto Atlântico” da Divisão Geomorfológica do

Estado de São Paulo, sendo que uma faixa ao norte do município se encontra na zona “médio Vale do Paraíba”.

O Planalto do Paraitinga limita-se ao norte com a zona Médio Vale do Paraíba; ao nordeste com a zona Planalto Bocaina, a leste com o Estado do Rio de Janeiro; ao sul com a zona Baixadas Litorâneas da Província Costeira e a sudoeste com a zona Planalto Paulistano.

Essa zona, com cerca de 600Km², compreende a região drenada pela bacia do rio Paraíba do Sul a montante de Guararema, estendendo-se às faldas do Planalto da Bocaina. Trata-se de um planalto cristalino de estrutura complexa, maturamente dissecado, com relevo de “mar de morros” e longas serras longitudinais. Suas altitudes, que decrescem para WSW, alcançam cerca de 1.300 metros, com amplitudes locais de relevo que não raro atingem de 200 a 300 metros. Seus rios são jovens, com numerosas corredeiras e cachoeiras, e extrema adaptação às estruturas.

Particularmente, Guararema localiza-se no Complexo Brasileiro do Pré-Cambiano, na compartimentação do Complexo Embu com litotipos Biotita Gnaiss, Milonito, Anfibolito, Rocha Calcissilicática, Quartzito, Biotita Xisto e Gnaiss Quartzoso, metamorfizados em gnaisses e migmatitos na região central do município e ao norte desta, e de micaxistos ao sul.

Do município de Cunha ao cotovelo de Guararema as águas do Paraitinga e as do Paraíba descem pouco mais de 200 metros, num trecho que em reta mal atinge 120 km. Disso decorrem cursos de clima úmido, explicando o caráter encaixado de seus vales e os numerosos acidentes fluviais.

Devido à adaptação dos rios às faixas de gnaisses menos resistentes e de micaxistos, seus traçados refletem a presença de fraturas, o que explica as sinuosidades do Paraíba nas imediações de Guararema. Com o cotovelo de Guararema, o rio Paraíba contorna a terminação afiliada de uma vasta estrutura anticlinal gnáissica, que daquelas imediações se estende mais de 100 km para ENE, em cujo núcleo amplamente se expõe granitos e rochas muito granitizadas do chamado “Arqueano Inferior”. De tal modo, a faixa de micaxistos e gnaisses fitados mais ou menos micáceos do flanco noroeste da estrutura, reflete-se na aba sudeste do grande anticlinório, numa faixa que o rio Paraíba acompanha bem clara na região entre Guararema, Santa Branca e Paraibuna. No cotovelo de Guararema o rio tem seu traçado evidentemente condicionado à direção noroeste de fraturas. Assim é possível explicar o estranho traçado do rio como resultado de simples adaptação estrutural, por erosão regressiva.

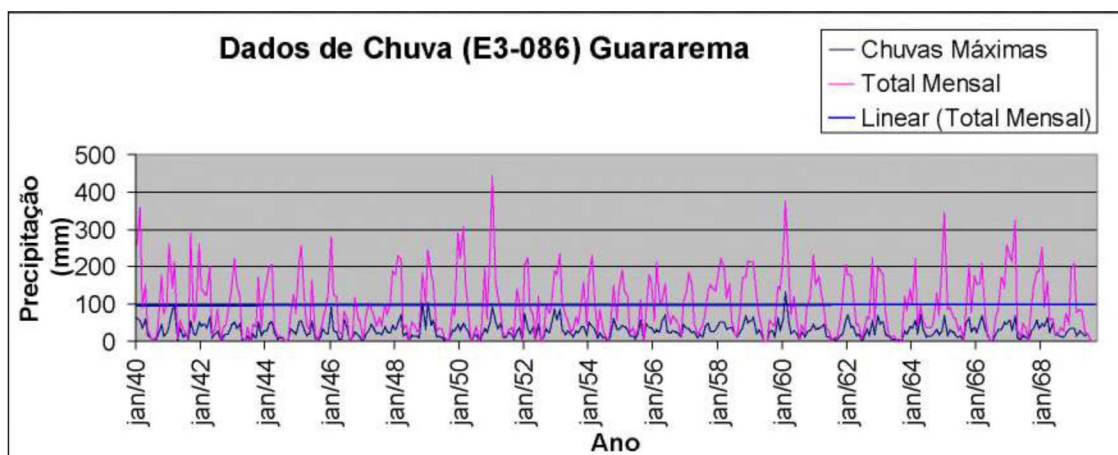
2.7 – Clima e regime pluviométrico

O clima do município de Guararema pertence ao tipo Cwa, correspondente a climas tropicais de altitude em que o período mais seco coincide com o inverno, com a temperatura média do mês mais quente superior a 22°C. As precipitações médias anuais são em torno de 1.300 mm e as temperaturas médias anuais em torno de 21,2 °C, conforme dados do Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura - CEPAGRI⁶ O valor médio da umidade relativa é da ordem de 88%, sendo que a máxima mensal corresponde a julho com 89% e a mínima a dezembro com 84,6%. A evaporação média total anual é de cerca de 697 mm, com máxima altura mensal de evaporação em janeiro e mínima em julho, com respectivamente, 72,0 e 45,5 milímetros em média.

Os dados pluviométricos foram obtidos no banco de dados do SIGRHI – sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Os postos pluviométricos mantidos pelo DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica foram desativados, mas preservam uma série histórica que serviram de base para os estudos hidrológicos. As informações sintetizadas nos gráficos 2, 3 e 4 são apresentadas de forma detalhada no Anexo 1.

O posto pluviométrico Guararema (DNAEE) prefixo E3-086 localizado na latitude 23°25', longitude 46°03' e altitude 620 m apresenta uma série de dados de 29 anos e 9 meses, correspondente ao período de janeiro de 1940 até setembro de 1969

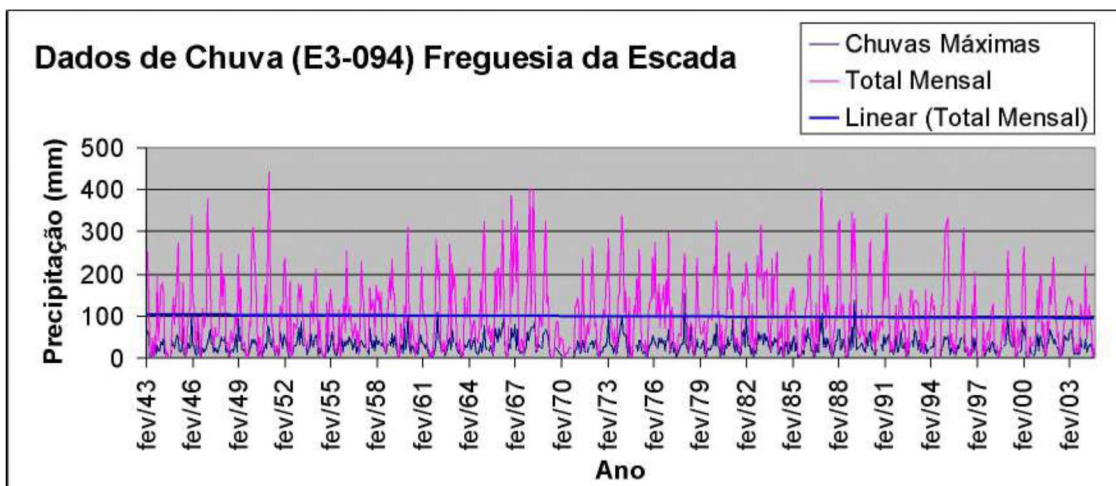
Gráfico 2 – Dados de chuvas de jan/40 a set/69 – Bacia Rib. Guararema



⁶ Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura – CEPAGRI. UNICAMP. www.cpa.unicamp.br

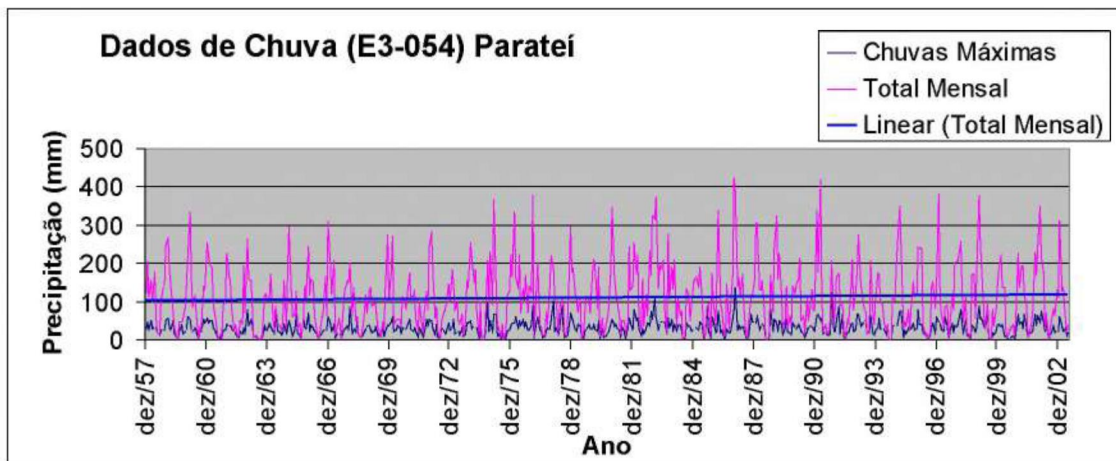
O posto pluviométrico Freguesia da Escada prefixo E3-094 localizado na latitude 23° 23', longitude 46° 04' e altitude 580 m apresenta uma série de dados de 62 anos e 7 meses, correspondente ao período de fevereiro de 1943 até setembro de 2004

Gráfico 3 – Dados de chuvas de fev/43 a set/04 – Bacia Rio. Paraíba do Sul



O posto pluviométrico Parateí prefixo E3-054 localizado na latitude 23°19', longitude 46°07' e altitude 600 m apresenta uma série de dados de 45 anos e 7 meses, correspondente ao período de dezembro de 1957 até junho de 2004

Gráfico 4 – Dados de chuvas de dez/57 a jun/03 – Bacia Rio. Parateí

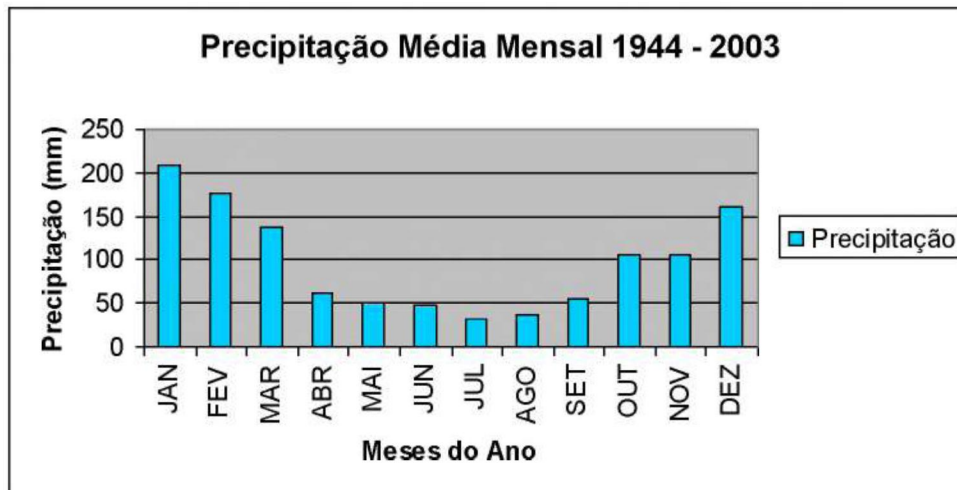


Embora os dados não sejam conclusivos, porque a série de medições pluviométricas tenha sido interrompida em 2003, observou-se no período estudado, uma tendência de crescimento do total de chuvas mensais, indicando um acréscimo de precipitação de cerca de 20,0 mm em 2003, se comparado com o ano de 1957.

O gráfico 5 foi baseado nos dados do posto pluviométrico Freguesia da Escada E3-094 do DAEE que está posicionado na latitude 23° 23', longitude 46° 04' e altitude 580 m na Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul possibilitou uma análise temporal das características das chuvas, mostrando a distribuição das mesmas ao longo do ano e os períodos de maior e menor ocorrência. O período estudado de 1944 a 2003 foi definido em função da existência de uma série de dados completa deste posto pluviométrico.

É possível perceber uma variação sazonal da precipitação média mensal com duas estações marcantes, uma predominantemente seca e outra predominantemente chuvosa, verificada na área mais densamente povoada do município. O período mais chuvoso ocorre de outubro a março, quando os índices de precipitação média mensal são superiores a 100,0 mm, enquanto o mais seco correspondente aos meses de abril a setembro, com destaque para junho, julho e agosto, quando a média mensal é menor que 50,0 mm. Observa-se também um aumento progressivo do volume de chuvas de outubro a janeiro e posterior decréscimo nos dois meses seguintes, sendo que de dezembro a março os índices médios foram maiores que 150,0 mm mensais. O mês de janeiro, por sua vez, possui o maior índice de precipitação atingindo uma média de 208,25 mm no período estudado.

**Gráfico 5 – Posto E3-094 – Precipitação Média Mensal
1944 - 2003**



3. – HIDROGRAFIA E MACRODRENAGEM

O município de Guararema está localizado na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Possui extensa malha hidrográfica e seus principais cursos d'água são: Guararema, Parateí, Divisa, Ipiranga e Putim.

Para efeito desse estudo foram selecionadas quarenta e três bacias hidrográficas com foz nos rios Paraíba do sul e Parateí, cobrindo a totalidade da malha hidrográfica do município.

A tabela 8 descreve as principais bacias hidrográficas onde ocorrem episódios de inundação e que serão objeto de estudo.

A descrição da hidrografia do município apresentada foi incluída em um mapa geral da rede hidrográfica que contém as principais bacias hidrográficas com suas respectivas áreas urbanizadas e áreas totais com os limites dessas bacias e indicação das áreas urbanas, já inseridas no Banco de Dados de informações.

Tabela 8: Bacias hidrográficas com ocorrência de inundações

Bacia	Nome do rio	Nº do Ponto Crítico	Extensão em área urbanizada (m)	Extensão canalizada (m)	Extensão no trecho a ser incluído nos estudos hidráulicos do Plano
Bacia do Ribeirão Guararema	Ribeirão Guararema	1 e 3	1.569,87m da sua foz no rio Paraíba até o final da Rua Ver. Olympio de Campos	Canal aberto alternando os lados, da Rua Marcilio de Souza Leite até a Rua Maria Alvino de Souza	465,76m da foz até os limites da propriedade do Clube Guararema 697,61m da Rua Marcilio de Souza Leite até final da Rua Ver. Olympio de Campos
		2	283,39m entre a Estrada Dionisia Maria da conceição e a EFCB		Todo o trecho será objeto de estudo
		17	964,19m próximo a Luiz Carlos		10,0m na travessia do ribeirão Guararema sob a Estr. Mun. Romeu Tanganelli
	Córrego sem nome	17	900,20m às margens da Rodovia SP 66 e 370,47m próximo à Luiz Carlos		10,0m na travessia sob a Rua Antonio de Paula
Bacia do Rio Comprido	Rio Comprido/Rio Ipiranga	4 e 5	2.174,53m da Rua Benedito de Freitas até a foz no rio Paraíba	1.584,51m da foz até a travessia do Depósito Ipiranga na Av. Antonio Teixeira Muniz	50,0m na travessia da Av. Antonio Teixeira Muniz (Depósito Ipiranga)
	Rio Comprido	16	-	132,03m no trevo da Rodovia SP66	Todo o trecho canalizado
		15	-	17,00m travessia sob a Estr. Mun. Ivo de Senne	Todo o trecho canalizado
Bacia do Ribeirão Putim	Ribeirão Putim	12	-	17,00m travessia sob a Estr. de acesso a uma propriedade próximo à Petrobras	Todo o trecho canalizado
		13	-		Ocupação irregular da margem do ribeirão
		14	-	25,00m travessia sob a Estr. Antonio Donizeti Leite	Todo o trecho canalizado
Bacia do	Ribeirão da	20	2.346,00 da Av. America,	20,0m na travessia sob a	Todo o trecho canalizado

Ribeirão da Divisa	Divisa		até a estrada João Evangelista	Av. América	
Bacia do Ribeirão Lambari		19	-	17,00m travessia sob a Estr. Elvira Santana Cardoso	Todo o trecho canalizado
Bacia 12	Córrego sem nome	6 e 7	779,92	146,82	Todo o trecho canalizado da Rua Manoel Sanchez Moyano até a Rua Roberto Feijó
Bacia 15	Córrego sem nome	8	-	17,00m travessia sob a Rua Admiletto Gasparini, esquina com Silvio Usier	Todo o trecho canalizado
	Rio Paraíba	9 e 10	-	-	

3.1 – Métodos hidrológicos utilizados

Na determinação das vazões de projeto foram adotadas duas metodologias de cálculo. Para bacias de contribuição com área de drenagem inferior a 2 Km², foi adotado o Método Racional e para as bacias com área de drenagem superior a 2 Km² foi adotado o método I-Pai-Wu. Ambos exigem como dados de entrada informações sobre o comprimento do talvegue, a área da bacia estudada, a declividade equivalente, coeficiente de impermeabilidade e intensidade da chuva crítica para o período de retorno considerado. A relação intensidade-duração-frequência das chuvas adotadas nesse estudo é a obtida pela equação de chuvas intensas, tipo IDF de Taubaté, também situada no vale do rio Paraíba do Sul, sendo a localidade mais próxima e de clima similar, para onde foi deduzida uma equação IDF. Esta equação, calculada pelo Convênio do Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE- e Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Martinez Jr, Magni, 1999).

3.2 – Determinação das Vazões Máximas

Para a determinação das descargas de pico foi adotado o critério relacionado à dimensão da bacia hidrográfica contribuinte. Para bacias de contribuição com área de drenagem inferior a 2 Km², foi adotado o Método Racional e para as bacias com área de drenagem superior a 2 Km² foi adotado o método I-Pai-Wu, descritos a seguir:

3.2.1 – Método Racional

O método racional é dos mais conhecidos e antigos modelos para o cálculo da vazão de pico à saída de uma bacia hidrográfica. Aplica-se a pequenas bacias hidrográficas, ou seja, as que atendem aos seguintes critérios:

O método racional implica na definição de que a máxima vazão irá ocorrer quando toda a bacia estiver contribuindo com a vazão do rio, na saída da bacia, Figura 3. Desse modo, o tempo de percurso da água do ponto mais remoto na bacia até a foz, será igual ao T_c (tempo de concentração). O cálculo se dá pela seguinte expressão:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

onde:

Q = descarga máxima em m³/s

C = coeficiente de escoamento (runoff)

I = intensidade (mm/h) da precipitação esperada para um certo período de retorno e de duração igual ao tempo de concentração da bacia.

A = área em hectares.

Observando a formula verifica-se que a vazão será tanto maior quanto maior forem os valores de C, I e A.

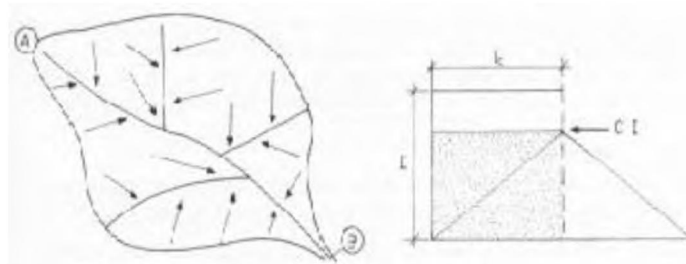


Figura 3 - Representação esquemática do escoamento considerado na formula racional.

3.2.2 – Método I-Pai-Wu

É um aprimoramento do Método Racional, para aplicações em bacias de área de drenagem entre 2 e 200 Km² (CCN, 1991). Sua apresentação é semelhante à do método racional, com a inclusão de um coeficiente K de distribuição espacial da chuva, que pode ser obtido graficamente, em função da área da bacia e da duração da precipitação.

De acordo com critérios do DAEE, têm-se:

$$Q_1 = 0,278 \cdot C \cdot i \cdot A^{0,9} \cdot K$$

Sendo:

C → Coeficiente de escoamento

i → intensidade máxima de precipitação (mm/h)

A → Área da bacia hidrográfica (km²)

K → Fator de distribuição da chuva

Coeficiente de escoamento (C)

O coeficiente de escoamento C é estimado de forma diferente, levando em consideração o fator de forma da bacia, a relação entre o volume de escoamento calculado na elevação do hidrograma e o volume total escoado e ainda, um coeficiente volumétrico de escoamento, função da área de drenagem, da precipitação excedente e do volume total escoado

$$C = C2 (2 + F) / 2 (1 + F) FF)F)$$

Sendo:

F → Fator de Forma da bacia.

C2 → coeficiente volumétrico de escoamento, definido de acordo com o uso e tipo de solo.

Coeficiente Volumétrico de escoamento (C2)

A bacia em estudo tem ocupação de vegetação em sua maioria (zonas verdes), composta de pastagens, florestas, com trechos com morros, montanhas, etc.

O **Grau de Impermeabilidade do Solo** foi considerado por ponderação aplicada sobre o mapa de uso e ocupação do solo para, individualizado para cada bacia hidrográfica estudada. Portanto, em função da bacia e sua ocupação o valor de C2 foi definido pela interpolação entre os valores de C2 por unidade de área conforme o Quadro 1.

Quadro 1 - Relação entre as classes de uso e ocupação do solo e o respectivo coeficiente C2.

Classe de Uso do Solo	Coeficiente (C2)
Pasto	(0,40)
Mata ou capoeira	(0,30)
Urbana	(0,80)
Água	(0,80)
Solo exposto	(0,50)
Cultura	(0,40)
Reflorestamento	(0,30)
Pasto sujo	(0,35)
Pasto degradado	(0,50)

Reflorestamento cortado	(0,40)
Área minerada	(0,80)

Fator de Forma da Bacia (F)

$$F = L / [2 (A/\pi)^{1/2}]$$

Sendo:

L → comprimento do talvegue, entre a seção de estudo (**H1**) e o ponto mais distante da bacia (**H2**).

A → área da bacia (km²).

Declividade equivalente (Se)

É a declividade que o curso d'água teria para uma partícula de água percorrer o comprimento do talvegue com uma velocidade constante.

$$Se = [\sum Li / \sum (Li / Si)^{1/2}]^2$$

Sendo:

Si = Hi / Li → **Se** em cada trecho i (m/m)

Hi → diferença de cotas do trecho i (m)

Li → comprimento do trecho i

Tempo de Concentração (tc)

Dado pela a equação:

$$tc = 57 (L^2 / Se)^{0,385}$$

Onde: **tc** em min.

L em Km

Se em m/km

Intensidade Máxima de Precipitação (i)

Foi utilizada a equação para a cidade de Taubaté, devido à proximidade do município ter com a mesma. A equação foi extraída do boletim “Precipitações Intensas no Estado de São Paulo”, do DAEE- CTH, de 1999.

Equação de Taubaté:

$$i = 54,53(t + 30)^{-0,9637} + 11,03(t + 20)^{-0,9116} [-0,474 - 0,8839 \cdot \ln \ln (T / T - 1)] \quad (i.2)$$

Onde:

t → tempo de duração da chuva que, segundo critério do DAEE, será considerado o tempo de concentração (tc)

T → tempo de retorno

Para T=100 anos temos:

$$i = 54,53(t + 30)^{-0,9637} + 11,03(t + 20)^{-0,9116} \cdot 3,592$$

Distribuição Espacial da Chuva (K)

Valores definidos pela Tabela 3.7, do manual do DAEE “Manual de Cálculos das Vazões Máximas, Médias e Mínimas na Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo”

As vazões de projeto foram determinadas a partir da aplicação das equações anteriormente apresentadas.

A delimitação das bacias hidrográficas e a correspondente planimetria das áreas de drenagem foram obtidas a partir dos dados das cartas topográficas da EMPLASA na escala de 1:10.000, incorporados ao Banco de Dados Georreferenciado elaborado sobre a plataforma SPRING (CÂMARA et. All, 1996), por meio da delimitação dos divisores topográficos das bacias, considerando as bacias com exutório direto nos Rios Parateí e Paraíba do Sul respectivamente.

3.3 – Pontos críticos de inundação

As diretrizes para o Plano de Macrodrenagem de Guararema foram desenvolvidas baseadas na consideração do atendimento de toda a área urbanizada do município. A delimitação dessa área foi efetuada adotando a bacia hidrográfica como unidade de planejamento, sendo o município dividido em 43 bacias com exutório no rio Paraíba do Sul e rio Parateí. Os estudos foram concentrados naquelas bacias que já apresentam pontos críticos de inundação e que foram apontadas pela Prefeitura Municipal em nossa primeira reunião.

Para o bairro do Nogueira, localizado na bacia do Ribeirão Guararema, onde atualmente ocorrem inundações periódicas e foi considerada a área mais crítica de Guararema, foi efetuado o estudo mais detalhado do problema a nível de definição das obras de macrodrenagem necessárias para eliminar esse tipo de ocorrência.

Os pontos críticos abrangem os locais onde ocorrem inundações crônicas como também os pontos onde há problemas de erosão e escorregamento devido a deficiências do sistema de drenagem.

Foi realizada em 18 de janeiro de 2010, uma visita de campo nos pontos críticos, onde foram observados as conseqüências das inundações ocorridas por ocasião das chuvas torrenciais em janeiro de 2010.

As observações foram orientadas no sentido de avaliar *in loco* possíveis estrangulamentos, entupimentos e outros problemas correlatos que possam ter contribuído para o agravamento da concentração e retenção das águas pluviais que provocaram a maior enchente já registrada em Guararema, SP.

A vistoria foi realizada nos pontos indicados pela municipalidade onde ocorreram os maiores níveis de inundação. Foram elencados e observados em campo 20 pontos que requerem atenção quanto ao dimensionamento de obras hidráulicas e de bacias de contenção de águas pluviais. A relação abaixo os pontos indicados pela prefeitura municipal para a referida vistoria.

CENTRO

Ribeirão Guararema

1. Rua Oswaldo Freire Martins - Creche João Freire
2. Estrada Dionísia Maria da Conceição

NOGUEIRA

3. Ribeirão Guararema
4. Rua Gelson F. Ceragioli

5. Rua Fernando Marcelino
6. Rua Sergio M. Alves dos Santos
7. Rua Jordano Lunardini
8. Rua Olympio G. Filho

IPIRANGA

Ribeirão Ipiranga

9. Rua Antonio Teixeira Munis

ITAPEMA

Rio Paraíba do Sul

10. Rua Dr. Roberto Feijó
11. Rua Manuel Sanchez Moyano
12. Av. Carlos Drummond de Andrade
13. Rua Admileto Gasparini
14. Rua Silvio Usier

LAGOA NOVA

Ribeirão Putim

15. Estrada Mun. Lagoa Nova

LUIZ CARLOS

Ribeirão Guararema

16. Rod. Henrique Eroles –SP66

Córrego Estiva

17. Rod. Henrique Eroles – SP66

PARATEÍ

18. Córrego de Antinhas

GUANABARA

19. Rua Guanabara

LAMBARI

20. Estr. Elvira Cardoso Santana

A distribuição espacial dos pontos elencados está representada na Figura 4.

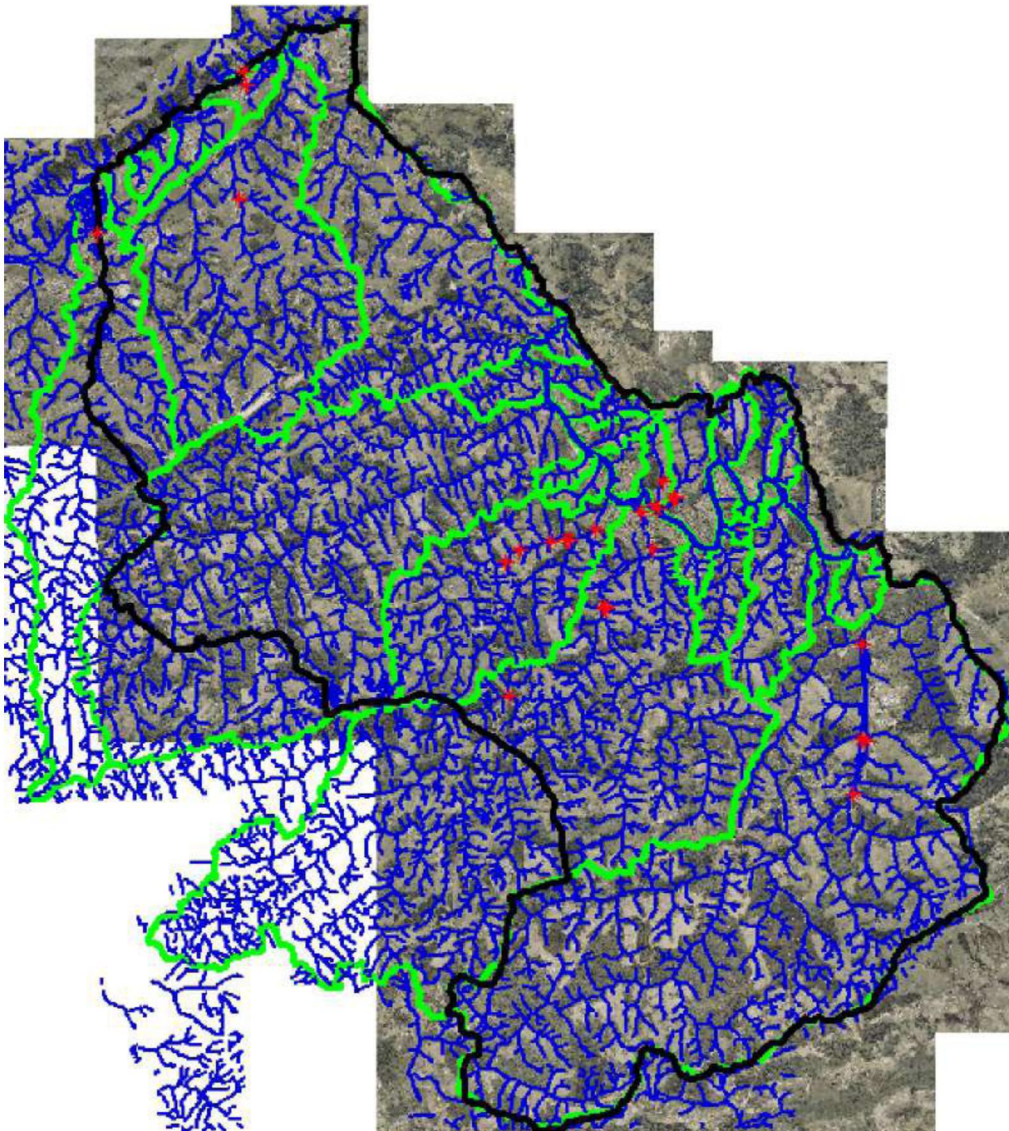


Fig. 4 - Distribuição espacial dos pontos críticos de inundação no município de Guararema,SP.
Em verde os limites das bacias de contribuição hídrica e em vermelho os pontos críticos observados

A descrição dos locais onde se apresentam os pontos críticos de inundação, bem como as observações feitas são apresentadas na tabela 9.

Tabela 9 - Pontos Críticos de Inundação

Ponto	Bairro	Bacia	Localização Coordenadas UTM)	Tipo de passagem	Descrição da situação no local
1	Centro	Ribeirão Guararema	X: 394.364 Y: 7.410.467	Canal aberto	Rua Oswaldo Freire Martins – Creche João Freire Praça próxima a creche municipal Prefeito João Freire Martins com passagem em canal aberto junto à foz do Ribeirão Guararema, houve afogamento do exutório com elevação do nível do Rio Paraíba do Sul, a água retida do Ribeirão Guararema atingiu aproximadamente 1 metro de altura dentro da creche, ou seja, seguramente houve uma elevação no nível do rio superior a 2,5 metros nesse ponto.
2	Centro	Ribeirão Guararema	X: 393.517 Y: 7.408.267	Canal aberto	Passagem em canal aberto com ocupações na margem. Houve erosão de margens e inundação das casas com danos nas estruturas dos muros. O local fica junto à estrada de ferro e recebe contribuição de outras microbacias à montante.
3	Nogueira	Ribeirão Guararema	X: 394.647 Y: 7.409.601	Canal aberto	Rua Gelson F. Ceragioli, Rua Fernando Marcelino, Rua Sergio M. Alves dos Santos, Rua Jordano Lunardini e Rua Olympio G. Filho. Houve elevação do nível do Ribeirão Guararema junto ao canal e numa faixa de aproximadamente cinquenta metros em ambos lados, o nível da água esteve acima da grade de proteção do canal e atingiu cerca de 1,60 m nas residências afetadas.
4	Ipiranga	Córrego Ipiranga	X: 392.693 Y: 7.409.826	Ponte	A área está em obras de canalização, no entanto, a área à montante da passagem sob a Rua Antonio Teixeira Muniz em especial uma madeireira situada na cabeceira da ponte produziram material que provocou o entupimento da passagem d'água, o que ocasionou o represamento da água à montante e o transbordamento pelo leito da avenida.
5	Ipiranga	Córrego Ipiranga	X: 392.691 Y: 7.409.798	Canal aberto	Local em obras de canalização, há ocupação das margens e um aterro de acesso das máquinas e equipamentos das obras de canalização, nesse local houve inundação com queda de um muro junto ao córrego e outros possíveis danos estruturais nas ocupações.
6	Itapema		X: 395.097 Y: 7.410.776	Tubular	Passagem com duas linhas de tubos com 80cm e 60 cm respectivamente, com cerca de 35% da secção comprometida pelo assoreamento do canal.

7	Itapema		X: 395.165 Y: 7.410.858	Tubular	Houve o rompimento da linha de tubos que recebe o córrego canalizado entre duas residências na Rua Manoel Sanches Moyano, deverá ser revisto o dimensionamento da caixa de passagem
8	Itapema Rua Silvio Usier		X: 394.890 Y: 7.411.798	Tubular	Outra situação de estrangulamento da passagem por assoreamento e deposição de material lenhoso e escombros de construção (madeira, capim, entulho etc...)
9	Itapema Rua Carlos Drumond de Andrade		X: 394.672 Y: 7.410.601		O local situa-se em cota muito próxima à linha d'água do Rio Paraíba do Sul, e recebeu ainda grande volume de enxurradas, o que provocou uma altura de 80,0 cm de água na enchente distribuída ao longo de toda a rua.
10	Itapema Rua João Osório Silveira Martins		X: 394.730 Y: 7.41.0526		Houve invasão de residências pela enxurrada, principalmente nas áreas mais próximas ao Rio Paraíba do Sul.
11	Lagoa Nova	Ribeirão do Putim	X: 399 548 Y: 7.405.130	Diâmetro (m) vão 7 m	Trata-se de uma derivação do ribeirão Putim em um canal de captação e ou disposição de uso da Transpetro S/A, nesse ponto não há alagamento, e pode servir como canal de escoamento auxiliar, no entanto fica em cota superior ao que se observa no talvegue da várzea e contribui para o alagamento desta.
12	Lagoa Nova 01	Ribeirão do Putim	X: 399 466 Y: 7.405.161	Diâmetro (m)	Passagem sob ponte em situação precária, o leito carroçável encontra-se em altura de aproximadamente 1 m em relação ao nível do rio. O local possui características topográficas naturalmente sujeitas a inundação, trata-se de uma planície aluvial, e determina como condição natural da paisagem uma zona de várzea alagável.
13	Lagoa Nova 02	Ribeirão do Putim	X: 399276 Y: 7.403.871	Canal aberto	Ocupação irregular em margem do Ribeirão Putim, a área em questão é uma pequena várzea que também foi atingida pela cheia.
14	Lagoa Nova 02	Ribeirão do Putim	X: 399 473 Y: 7.407.369	Tubular	Estrangulamento da passagem sob a estrada que dá acesso à Transpetro, no início da curva, trata-se da principal passagem do Ribeirão Putim, encontra-se totalmente afogada e com parte da estrutura desmoronada, não foi possível dimensionar a tubulação, depende de redimensionamento e limpeza dos canais tanto à montante quanto Jusante.
15	Estiva	Ipiranga	X: 391 243 Y: 391 243	Tubular	Passagem sob a estrada do bairro da Estiva com uma linha de tubos com 1,5m de diâmetro parcialmente obstruída com galhos e uma tora de eucalipto.
16	Estiva (Trevo	Ipiranga	X: 391 543	Tubular	Trevo da Rodovia SP 66, há relato que antes da implantação do trevo

	da rodovia Henrique Eroles)		Y: .7409.558		havia uma passagem de gado com dimensões de 3 x 3m, e com a construção do trevo as obras de arte foram complementadas com duas linhas de tubos de 1,5 m, hoje os tubos encontram-se semi assoreados.
17	Luís Carlos	Ribeirão Guararema	X: 391.289 Y: 7.406.184	Tubular	A passagem sob a Rodovia SP-66 é uma obra recém concluída e de acordo com relato de moradores locais não foi suficiente para o escoamento, o que ocasionou 70,0 cm de inundação no restaurante.
18	Parateí	Rio Parateí	X: 385.160 Y: 7.420.722	Canal aberto	O rio na margem esquerda, município de Santa Isabel, apresenta um desbarrancamento próximo à cabeceira da ponte à montante, serão necessárias obras de proteção das margens e muro de contenção.
19	Lambari	Lambari	X: 38.5059 Y: 7.417.757	Tubular	O local apresenta uma passagem sob a rua com três linhas de tubos de 80 cm, possivelmente sub dimensionados e conforme se verifica pelo fluxo a jusante, parcialmente obstruídos.
20	Guanabara	Jaguari	X: 381.763 Y: 7.416.963	Tubular	Necessário redimensionamento, os tubos encontram-se semi obstruídos e há uma ocupação com canalização por tubos imediatamente à jusante, o que contribui para o estrangulamento da vazão e o respectivo transbordamento do córrego sobre a estrada de acesso.

Outros eventos de chuvas intensas com precipitações superiores a 84 mm já ocorreram no município em tempos passados, e estão relacionados nas tabelas 10, 11 e 12.

Tabela 10 – Dados de chuvas Posto E3-054 – Parateí

Mês/Ano	Chuva Máxima	Chuva Total	Ocorrência do El Niño
jan-68	85,5	200,5	Sim
fev-92	85,8	176,7	Sim
jan-99	89,3	377,6	Não
jun-78	89,8	104,6	Sim
jan-77	90,5	379,4	Sim
out-74	96	207,1	Não
jan-78	102,6	183,9	Sim
jan-83	108	315,5	Sim
out-91	123,3	207,3	Não
jan-87	136,2	393,4	Sim

Tabela 11 – Dados de chuvas Posto E3-086 – Guararema

Mês/Ano	Chuva Máxima	Chuva Total	Ocorrência do El Niño
fev/53	84,8	237	Sim
fev/41	86,4	142,7	Sim
dez/52	86,4	190,4	Não
jan/51	90,8	443,4	Sim
jan/46	92,6	278,4	Sim
mar/41	95,8	213,8	Sim
nov/48	104,6	185,2	Não
jan/49	104,8	245,4	Não
fev/60	132,6	376,6	Não

Tabela 12– Dados de chuvas Posto E3-094 – Freguesia da Escada

Mês/Ano	Chuva Máxima	Chuva Total	Ocorrência do El Niño
---------	--------------	-------------	-----------------------

fev/53	84	173,5	Sim
abr/68	84,3	211,5	Sim
jan/00	85,9	194,7	Não
mar/81	90	165,4	Não
jan/49	95	245,7	Não
jan/99	95,2	254,3	Não
jan/82	95,4	224,6	Sim
nov/86	95,7	177,3	Sim
fev/73	99,7	283,7	Sim
dez/73	99,9	337,3	Sim
abr/66	100,4	125,1	Sim
fev/60	102,2	310,2	Não
jan/46	104,2	335,4	Sim
jan/87	106,1	343,8	Sim
jan/62	109,3	187,8	Não
fev/89	136	329,3	Não
jan/78	151,9	247,9	Sim

Como se pode observar, houve desde 1941 várias ocasiões de chuvas com índices iguais ou superiores ao observado entre o dia 31/12/2009 e 01/01/2010 e que em 60% dos casos os eventos de chuva intensa estavam diretamente ligados ao fenômeno El Niño.

A ocorrência de enchentes registrada em janeiro de 1987, conforme apuramos, também causaram grandes prejuízos ao município, levando-o a efetivar a doação de imóveis situados nas Ruas Fernando Marcelino e Gelson F. Ceragioli, no Bairro Nogueira, às famílias atingidas pela enchente ocorrida no Bairro Ipiranga, naquele ano.

As enchentes provocadas pelas chuvas ocorridas nos dias 31/12/2009 e 01/01/2010 causaram grandes prejuízos tanto aos moradores, como à municipalidade.

A Câmara de Guararema aprovou durante a sessão extraordinária na segunda semana de janeiro de 2010, três leis que autorizam o Executivo a dar benefícios às famílias vítimas das enchentes ou desmoronamentos ocorridos no município no início do mês. Além do auxílio emergencial para suprir perdas materiais e do auxílio-moradia emergencial, as pessoas cadastradas pela Secretaria Municipal de Assistência Social e Cidadania ficaram isentas do pagamento do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) deste ano.

A lei nº 2.672, destinou auxílio-moradia emergencial no valor de R\$ 400 para a locação de uma residência para as famílias com renda de até cinco salários mínimos que tiveram a casa total ou parcialmente destruída ou que estivesse em áreas de risco iminente de desabamento ou desmoronamento ou tenha sido interdita ou desocupada. O benefício será

pago durante seis meses, e prorrogável por igual período.

O auxílio emergencial para suprir perdas materiais teve parcela única. O valor varia de acordo com a gravidade da perda. São três níveis: grave, de R\$ 4 mil, moderada, de R\$ 2 mil, e mínima, de R\$ 1 mil. Segundo estimativas da Prefeitura Municipal, os gastos com auxílio Moradia e auxílio emergencial são da ordem de R\$ 500.000,00 (quinhentos mil reais).

Com a isenção de IPTU concedida às vítimas das enchentes, a Prefeitura deixa de arrecadar em 2010, R\$ 75.632,32, correspondente a 259 residências atingidas pela enchente, relacionadas na tabela 13

Tabela 13 – Número de Residências com isenção do IPTU em 2010

Rua	Bairro	Residências beneficiadas	Valor (R\$)
Anita Alvino de Souza	Nogueira	37	11.151,92
Antonio Teixeira Muniz	Ipiranga	49	15.702,83
Aparecido Batista dos Santos	Nogueira	9	2.161,24
Dr. Armindo	Centro	2	676,40
Dr. Pedro de Toledo	Centro	2	1.424,19
Fernando Marcelino	Nogueira	18	2.485,98
Gelson Franco Cerraglioli	Nogueira	4	600,67
João Ramires	Ipiranga	13	2.324,23
Jordano Lunardini	Ipiranga	10	2.414,54
José Ramires	Ipiranga	21	8.932,32
Maria José Ramos Leite	Nogueira	24	7.376,53
Olympio Guilherme Filho	Nogueira	6	2.159,63
Pedro Alvino de Souza	Nogueira	19	6.314,82
Sergio Messias Alves dos Santos	Nogueira	16	5.251,26
Ver. Olympio de Campos	Nogueira	27	6.655,75
Total		259	75.632,32

Quanto às estruturas hidráulicas observadas em campo nos pontos críticos, muitos problemas foram notados tais como entupimento, assoreamento, dimensões dos tubos nas passagens dentre outros, todavia, diante do volume de chuva observado no período e da saturação hídrica do solo, essas estruturas hidráulicas pouco poderiam atenuar os efeitos então registrados.

4 – POPULAÇÃO RESIDENTE EM ÁREA DE RISCO

4.1 – População residente em área de risco potencial de enchentes

Adotando-se como parâmetro os pontos críticos apontados pela Prefeitura Municipal e as inundações ocorridas no princípio do ano de 2010, foi possível estimar a população residente em área de risco de inundação, cujos dados estão expressos nas tabelas 14 a 20.

Tabela 14 – População residente em área de risco potencial de inundação na Bacia 1 – Ribeirão Guararema

Localização dos pontos potenciais de risco de inundação	Número de Pontos Críticos	Número de Domicílios	População estimada
Rodovia Henrique Eroles e Estrada Benedito Thomaz	1	3	11
Estrada Dionísia Maria da Conceição	1	29	108
Praça Oswaldo Freire	1	Creche João Freire	
Rua Marcilio de Souza Leite	-	9	33
Rua Gelson L. Ceragioli	-	4	15
Rua Fernando Marcelino	-	19	70
Rua Sergio M. Alves dos Santos	-	17	62
Rua Maria José Ramos Leite	-	23	84
Rua Anita Alvino de Souza	-	37	136
Rua Pedro Alvino de Souza	-	20	73
Rua Dr. Armindo	-	2	7
Rua Olympio G. Filho	1	6	22
Rua Apécido Batista dos Santos	-	9	33
Rua ver. Olympio de Campos	-	24	88
Rua Pedro de Toledo	-	2	7
Total		204	748

Tabela 15 – População residente em área de risco potencial de inundação na Bacia 2 – Ribeirão Ipiranga – Rio Comprido

Localização dos pontos potenciais de risco de inundação	Número de Pontos Críticos	Número de Domicílios	População estimada
Av. Antonio Teixeira Muniz	2	117	421
Total		117	421

Tabela 16 – População residente em área de risco potencial de inundação na Bacia 5 –
Ribeirão da Divisa

Localização dos pontos potenciais de risco de inundação	Número de Pontos Críticos	Número de Domicílios	População estimada
Limite de município	1	-	-
Total		-	-

O ponto crítico observado no Ribeirão da Divisa não compromete nenhum domicílio em Guararema, mas, aproximadamente 48 no município de Mogi das Cruzes.

Tabela 17 – População residente em área de risco potencial de inundação na Bacia 6

Localização dos pontos potenciais de risco de inundação	Número de Pontos Críticos	Número de Domicílios	População estimada
Estrada Francisca Lerária e Elvira Santana Cardoso	-	1	4
Total		1	4

Esse ponto crítico não coloca moradores locais em risco, mas compromete o tráfego nas estradas Francisca Lerária e Elvira Santana Cardoso.

Tabela 18 – População residente em área de risco potencial de inundação na Bacia 12

Localização dos pontos potenciais de risco de inundação	Número de Pontos Críticos	Número de Domicílios	População estimada
Rua Manoel Sanchez e Dr. Roberto	2	-	-
Total		-	-

Este ponto de inundação compromete o tráfego na Rua Dr. Roberto, causando episódios de inundação no trecho compreendido entre a rua e o rio Paraíba do Sul.

Tabela 19 – População residente em área de risco potencial de inundação na Bacia 15

Localização dos pontos potenciais de risco de inundação	Número de Pontos Críticos	Número de Domicílios	População estimada
Av. Carlos Drumond de Andrade e João Osório Silveira Martins	2	25	89
Rua Silvio Usier	1		
Total		25	89

Os episódios de inundação na Av. Carlos Drumond de Andrade e Rua João Osório Martins estão diretamente ligados à elevação do nível do rio Paraíba do Sul.

Tabela 20 – População residente em área de risco potencial de inundação na Bacia 42

Localização dos pontos potenciais de risco de inundação	Número de Pontos Críticos	Número de Domicílios	População estimada
Entre o rio Parateí e a Rodovia Presidente Dutra	2	61	245
Total		61	245

5. - LINHAS DE FINANCIAMENTO PARA CONCRETIZAÇÃO DAS PROPOSTAS DO PLANO DE MACRODRENAGEM

Priorizamos as duas principais e mais acessíveis linhas de financiamento, devido à proximidade da administração municipal e, também por se tratar de financiamento não reembolsável.

5.1 – FEHIDRO

O FEHIDRO - Fundo Estadual de Recursos Hídricos, criado pela Lei 7.663/91 e regulamentado pelos Decretos 37.300/93 e 43.204/98, tem por objetivo dar suporte financeiro à Política Estadual de Recursos Hídricos e às ações correspondentes.

O Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH é o instrumento técnico, estratégico e econômico-financeiro para implantação da Política Estadual de Recursos Hídricos.

Os projetos financiados pelo FEHIDRO são enquadrados conforme as prioridades estabelecidas no PERH, que fornece as diretrizes, objetivos e metas para realização de programas de proteção, recuperação, controle e conservação de recursos hídricos.

Beneficiários

- Pessoas jurídicas de direito público, da administração direta ou indireta do Estado e dos municípios;
- Concessionárias de serviços públicos nos campos de saneamento, meio ambiente e de aproveitamento múltiplo de recursos Hídricos;
- Pessoas jurídicas de direito privado, usuárias de recursos Hídricos;
- Consórcios intermunicipais regulamente constituídos;
- Associações de usuários de recursos hídricos;
- Universidades, instituições de ensino superior e entidades especializadas em pesquisa, desenvolvimento tecnológico públicos e capacitação de recursos humanos, no campo dos recursos hídricos, com verificação do cumprimento desses requisitos pela análise dos respectivos Estatutos pela Secretaria Executiva do COFEHIDRO.

Condições de financiamento

Os recursos do FEHIDRO destinam-se a financiamentos, reembolsáveis ou a fundo perdido, de projetos, serviços e obras que se enquadrem no PERH.

Contrapartida

Participação mínima de 20% (vinte por cento) do valor total do empreendimento

Elegibilidade

Técnica: Enquadramento no PERH

Legal: Cumprir as legislações incidentes, tanto para o tomador como para o objeto da solicitação.

Financeira: Cumprir normas internas e o regulamento geral de operações do Agente Financeiro Banco Nossa Caixa. O tomador não pode estar inadimplente com as contribuições federais e/ou estaduais e com os serviços prestados pelas concessionárias federais e/ou estaduais.

Procedimentos para dar entrada ao pedido de financiamento

Os interessados na obtenção de recursos do FEHIDRO, deverão procurar o Comitê de Bacia Hidrográfica – CBH em que estão situados. O município e Guararema está inserido na UGRHI 2, onde os recursos são distribuídos aos interessados pelo CBH-OS – Comitê das Bacias Hidrográficas do Rio Paraíba do Sul, com sede em Taubaté, na Praça Santa Luzia nº 25.

5.2 - CEIVAP

A cobrança pelo uso da água é a principal de fonte de recursos financeiros para investimentos na bacia do rio Paraíba do Sul. A Agência Nacional de Águas - ANA é a instituição responsável pela operacionalização da cobrança em rios de domínio da União, para posterior repasse às respectivas Agências de Bacia.

Os recursos arrecadados são repassados integralmente, desde 2004, pela ANA à Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia do Rio Paraíba do Sul - AGEVAP, conforme determina a Lei nº 10.881/04. Portanto, na Bacia do Paraíba do Sul, cabe à AGEVAP receber e gerir os recursos repassados, buscando alcançar as metas previstas no Contrato de Gestão assinado com a ANA, instrumento pelo qual são transferidos os recursos.

Cabe ao CEIVAP a hierarquização dos projetos, serviços e obras a serem financiadas com os recursos da cobrança, a partir do processo de seleção e pré-hierarquização realizado pela AGEVAP, baseado em critérios técnicos constantes no Manual de Investimentos, aprovado a cada ano pelo Comitê. A AGEVAP é responsável, também, pela aplicação dos recursos e acompanhamento da execução das ações contratadas.

As ações da AGEVAP, aprovadas pelo CEIVAP, são divididas em 5 itens, a saber:

- Implantação e Operação da Agência;
- Ações não Estruturais Prioritárias para o Cumprimento do Contrato de Gestão;
- Ações de Gestão;
- Ações de Planejamento;
- Ações Estruturais.

A AGEVAP aplica, diretamente, os valores creditados nas **Ações não Estruturais Prioritárias para o Cumprimento do Contrato de Gestão** e nas **Ações de Gestão**, através de Programas/Projetos aprovados pelo CEIVAP.

Para as **Ações de Planejamento e Ações Estruturais**, a AGEVAP organiza um **Manual de Investimentos** (vide Contrato de Gestão ANA-AGEVAP), que estabelece os critérios de repasse dos recursos. Após uma pré-hierarquização técnica, realizada pela AGEVAP, os projetos dos tomadores dos recursos são apreciados pelo CEIVAP, que delibera sobre a hierarquização final. Cabe, então, à AGEVAP, celebrar os contratos até o limite das disponibilidades de recursos da cobrança, recursos estes repassados pela ANA à conta bancária da AGEVAP e por ela movimentada.

Os procedimentos da AGEVAP são acompanhados pela ANA (vide Contrato de Gestão ANA-AGEVAP) e fiscalizados rigidamente pelas seguintes entidades:

- Conselho Fiscal da AGEVAP;
- Auditor Independente contratado pela AGEVAP;
- Comissão de Avaliação do Contrato de Gestão (MMA, ANA, MPOG);
- CGU - Controladoria Geral da União; e
- TCU - Tribunal de Contas da União.

**PLANO DE MACRODRENAGEM DO MUNICÍPIO DE
GUARAREMA**

Volume III

NRC Engenharia Ltda.

CLIENTE: Prefeitura Municipal de Guararema

Março de 2010

RESUMO

Este volume tem como objetivo a apresentação do Plano Diretor de Macrodrenagem do Município de Guararema, a partir da estruturação e disponibilização de um banco de dados ambientais contendo informações sobre o meio físico, uso da terra e dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas do município. O banco de dados gerado nesse projeto contém informações georreferenciadas que deverão subsidiar a elaboração de ações visando a redução da sedimentação dos rios e orientar projetos e obras de controle de enchentes urbanas.

As atividades executadas incluíram:

- Estruturação do banco de dados georreferenciado;
- Mapeamento do uso e cobertura da terra;
- Mapeamento das áreas protegidas;
- Análise da vulnerabilidades das terras;

O Plano de Macrodrenagem do município de Guararema objetivou de forma geral organizar os elementos técnicos de interesse e estabelecer diretrizes, critérios e recomendações estruturais e não estruturais necessárias para o disciplinamento das águas pluviais no sistema de drenagem nas principais bacias hidrográficas do município

SUMÁRIO

RESUMO	2
1 – BANCO DE DADOS AMBIENTAIS GEORREFERENCIADO	4
2.1 - Bacia do Ribeirão Guararema	Erro! Indicador não definido.
2.1.1 - <i>Localização e Características principais</i>	Erro! Indicador não definido.
2.1.3 - <i>População</i>	Erro! Indicador não definido.
2.1.4 - <i>Pontos críticos</i>	Erro! Indicador não definido.
2.2 - Bacia do Rio Comprido ou ribeirão Ipiranga	Erro! Indicador não definido.
2.2.1 - <i>Localização e características principais</i>	Erro! Indicador não definido.
2.2.2 - <i>Uso e ocupação do solo</i>	Erro! Indicador não definido.
2.2.3 - <i>População</i>	Erro! Indicador não definido.
2.2.4 - <i>Pontos críticos</i>	Erro! Indicador não definido.
2.3 - Bacia do Ribeirão Putim	Erro! Indicador não definido.
2.3.1 - <i>Localização e Características principais</i>	Erro! Indicador não definido.
2.3.2 - <i>Uso e ocupação do solo</i>	Erro! Indicador não definido.
2.3.3 - <i>População</i>	Erro! Indicador não definido.
2.3.4 - <i>Pontos Críticos</i>	Erro! Indicador não definido.
2.4 - Bacia Ribeirão Itapetí	Erro! Indicador não definido.
2.4.1 - <i>Localização e Características principais</i>	Erro! Indicador não definido.
2.4.2 - <i>Uso e ocupação do solo</i>	Erro! Indicador não definido.
2.4.3 - <i>População</i>	Erro! Indicador não definido.

1 – BANCO DE DADOS AMBIENTAIS GEORREFERENCIADO

O objetivo de estruturar e implementar um Banco de Dados Georreferenciado (BDG) no âmbito do desenvolvimento do Plano Diretor de Macrodrenagem do município de Guararema foi dotar o município de uma ferramenta com potencialidade de armazenar, integrar, consultar, visualizar e analisar, numa única base de dados, de informações espaciais de todo o território no município de Guararema, de modo a disponibilizar em base única todas as informações necessárias para subsidiar o planejamento municipal e desenvolvimento sustentável, nas questões sócio-econômicas e ambientais.

Nesse sentido, o SIG selecionado para a realização do trabalho foi o SPRING – Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas¹, produzido e suportado pelo INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, um sistema de informações geográficas denominado de SIG Completo, que reúne funcionalidades de sensoriamento remoto e geoprocessamento na mesma plataforma, desenvolvido com tecnologia nacional, no estado da arte das geotecnologias, de uso livre, e que não onera o erário público com a aquisição de licenças de software proprietário para tantas estações de trabalho quantas forem as pessoas ou secretarias que irão se utilizar dessas informações.

O SPRING foi desenvolvido e estruturado em quatro módulos: Impima; Spring; Scarta e Iplot com o objetivo de facilitar a sua utilização. O módulo Impima é utilizado somente para obter uma imagem no formato GRIB, através da leitura de imagens em diversos formatos, como DATA, TIF, GeoTIF, RAW e o próprio GRIB. No módulo Spring estão disponíveis as funções relacionadas à criação, manipulação de consulta ao banco de dados, funções de entrada de dados, processamento digital de imagens, modelagem numérica de terreno e análise geográfica de dados. É o módulo principal de entrada, manipulação e transformação de dados geográficos. O módulo Scarta apresenta para editar uma carta e gerar um arquivo de impressão. Após gerar o arquivo de impressão, este é exportado para o módulo Iplot, o qual permite enviar para impressora do tipo *plotter*, que possibilita a impressão dos mapas em escalas maiores, de acordo, por exemplo, com a escala da base cartográfica (INPE, 2007).

No SPRING, o ambiente de trabalho é organizado baseado num Banco de Dados Geográficos (BDG's), onde inicialmente se define o esquema conceitual associado às entidades de BDG, indicando para cada tipo de dados geográficos seus atributos não espaciais e as representações geométricas associadas, ou seja, a definição da estrutura do banco precede a entrada dos dados. Para se operar no SPRING, é necessário definir o esquema

¹ CÂMARA, G., SOUZA, R.C., FREITAS, U. SPRING integrating remote sensing and GIS with object oriented data modelling. *Computers and Graphics*, Dordrecht, Holanda. v. 15, n. 6, p. 13-22, 1996

físico e conceitual em que o dado será inserido. Isso significa definir um Banco de Dados (BD), um Projeto, as Categorias e os Planos de Informação.

O primeiro procedimento foi a criação do Banco de Dados Geográficos, onde inicialmente se definiu um projeto contendo a área geográfica do município, um conjunto de categorias de dados dos tipos temático, imagem e numérico, no esquema conceitual associado às entidades de BDG, indicando para cada tipo de dados geográficos seus atributos e as representações geométricas associadas, ou seja, a definição da estrutura do banco precede a entrada dos dados.

Para se operar no SPRING é necessário definir o esquema físico e conceitual em que o dado será inserido. Isso significa definir um Banco de Dados (BD), um Projeto, as Categorias e os Planos de Informação (PI's), que de forma descritiva corresponde a:

- Banco de dados georreferenciado - Um Banco de Dados no SPRING define um ambiente para armazenar dados geográficos, sem estar vinculado a uma área específica.
- Projeto SPRING - Um Projeto dentro de um Banco de Dados SPRING permite especificar o espaço geográfico da área de trabalho, é onde estão inseridos os dados matriciais e ou vetoriais desta área.
- Categoria - As Categorias permitem organizar os dados em tipos diferentes, numérico, temático, imagem, cadastral e ou redes.
- Plano de Informação (PI) - Uma camada de informação (Layer) é identificada no SPRING como Plano de Informação (PI) e pertence a uma única Categoria do banco de dados, no entanto podem existir vários PI's de uma mesma categoria em um projeto e vários projetos em um banco de dados.

Para a finalização do BDG utilizado no Plano Diretor de Macrodrenagem, foram cumpridas as seguintes etapas, já descritas no Volume 1: Incorporação das ortofotos, digitalização e inserção dos elementos vetoriais de altimetria com equidistância vertical de 5 metros, correspondentes à topografia e geomorfologia local (Cartas Topográficas da EMPLASA Escala 1:10.000), digitalização e inserção da rede de drenagem e malha viária do município, desenvolvimento do mapa de uso do solo do município por meio da interpretação direta sobre as ortofotos, desenvolvimento do mapeamento das APPs referentes às nascentes e cursos d'água, delimitação das bacias hidrográficas de contribuição individualizadas, necessárias para o estudo das vazões nos respectivos exutórios e pontos críticos identificados em campo, mapeamento das áreas de risco potencial de movimento de massa e de inundação, além dos sub produtos intermediários necessários à geração desses dados.

Deste modo, o BDG se caracterizou por ser abrangente, pois as informações armazenadas podem ser úteis para outras pesquisas que utilizem total ou parcialmente, os mesmos tipos de informações. Além disso, novas informações poderão ser inseridas para complementar aquelas já existentes ou para realizar outras configurações procedimentais que se façam necessárias.

O primeiro passo, após definir a estrutura do banco foi a importação dos dados de cartografia básica, especificamente, a rede de drenagem e as curvas de nível (com equidistância de 5 metros) que se encontravam no formato “raster” e tiveram que ser convertidas para o formato vetorial, para serem importadas diretamente para o BDG. Para tanto, foram realizados ajustes de edição em curvas de nível interrompidas e checadas uma a uma para a aferição de seus valores altimétricos. Em seguida, foi efetuada a importação das ortofotos pré existentes. A compilação e a confecção dos mapas temáticos seguiram os seguintes procedimentos:

O mapa hipsométrico exibe as elevações do terreno de 5 em 5 metros, que, por excelência, representa o relevo terrestre, permitindo ao usuário ter um valor aproximado da altitude em qualquer parte da carta Figura 1.

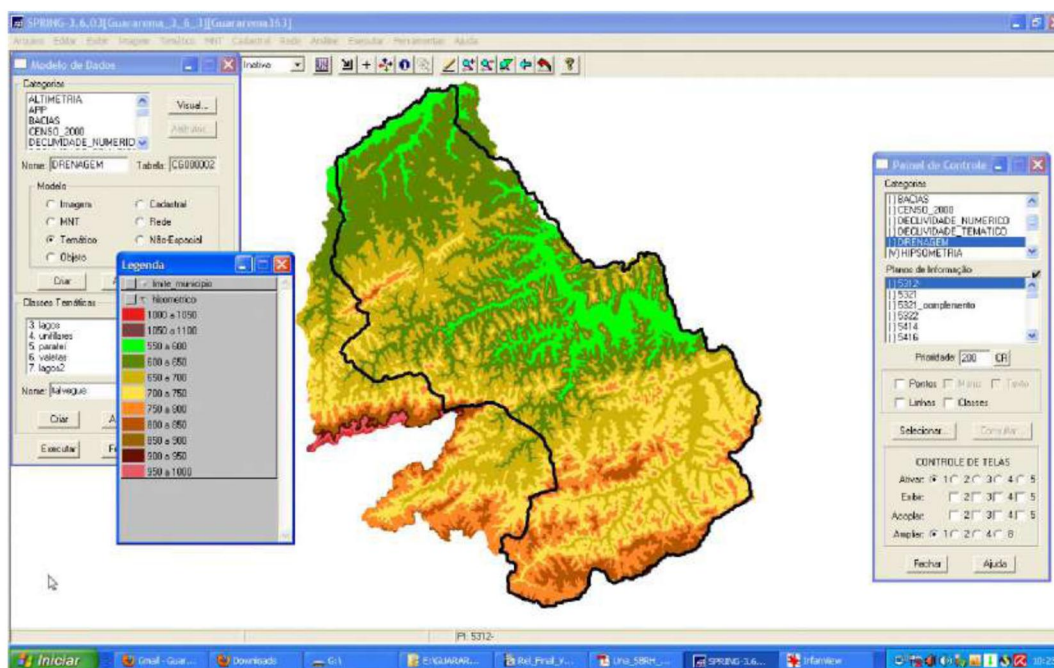


Figura 1 - Vista de tela do Mapa Hipsométrico em faixas de 50m, obtido da grade de dados altimétricos do município.

O mapa da rede de drenagem foi realizado pela importação da rede de drenagem do levantamento aerofotogramétrico da EMLASA – Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo, na escala 1:10.000, Figura 2.

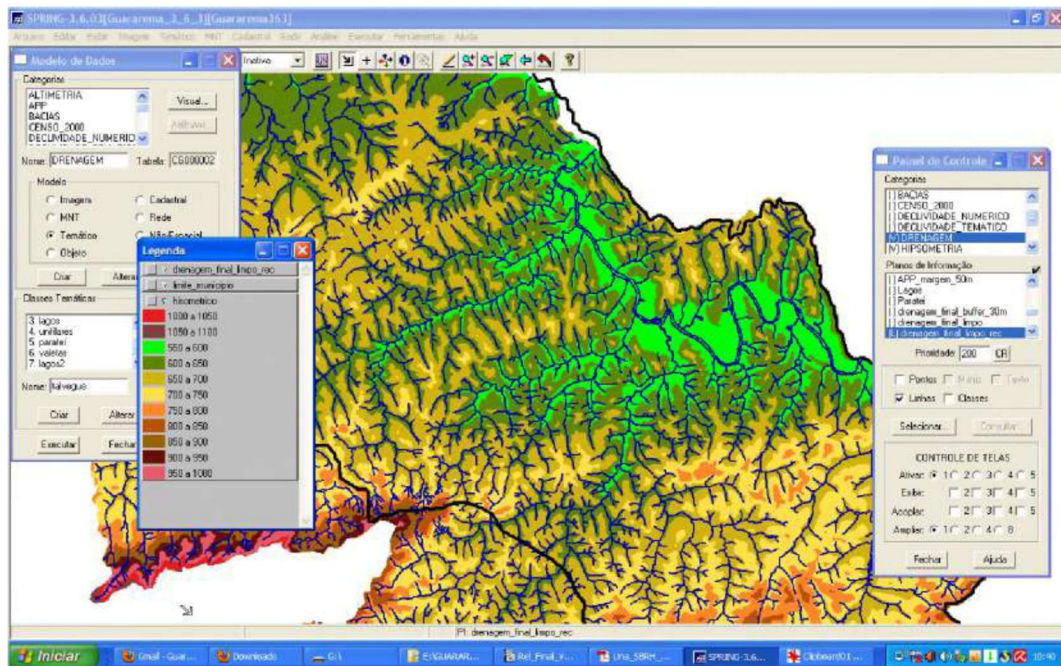


Figura 2 - Vista do mapa da rede de drenagem sobre o mapa hipsométrico.

O mapa de áreas de risco de movimento de massa foi elaborado pelo conceito de Ecodinâmica (Tricart, 1977)², e da potencialidade para estudos integrados das ortofotos, conforme os conceitos desenvolvidos por Crepani et al. (2001)³ para o Zoneamento Ecológico-Econômico e da Álgebra de Mapas apresentada por Barbosa (1997)⁴. Esse procedimento avalia os aspectos de uso do solo, solos, geomorfologia e geologia para através de cruzamentos de vulnerabilidades de cada camada de informação georreferenciada produzir o mapa final de risco de movimento de massa nas diversas classes de uso do solo no município, Figura 3.

² TRICART, J. **Ecodinâmica**, Rio de Janeiro, IBGE SUPREN, (Recursos Naturais e Meio Ambiente), 1977, 91 p.

³ Crepani, E.; Medeiros, J. S. de; Hernandez, P.; Florenzano, T.G.; Duarte, V.; Barbosa, C. C. F. 2001. Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento territorial. São José dos Campos. **SAE/INPE**. (INPE-8454-RPQ/722).

⁴ Claudio Clemente Faria Barbosa. Álgebra de mapas e suas aplicações em Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento.. 01/08/1997. 1v. 110p. Mestrado. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - SENSORIAMENTO REMOTO

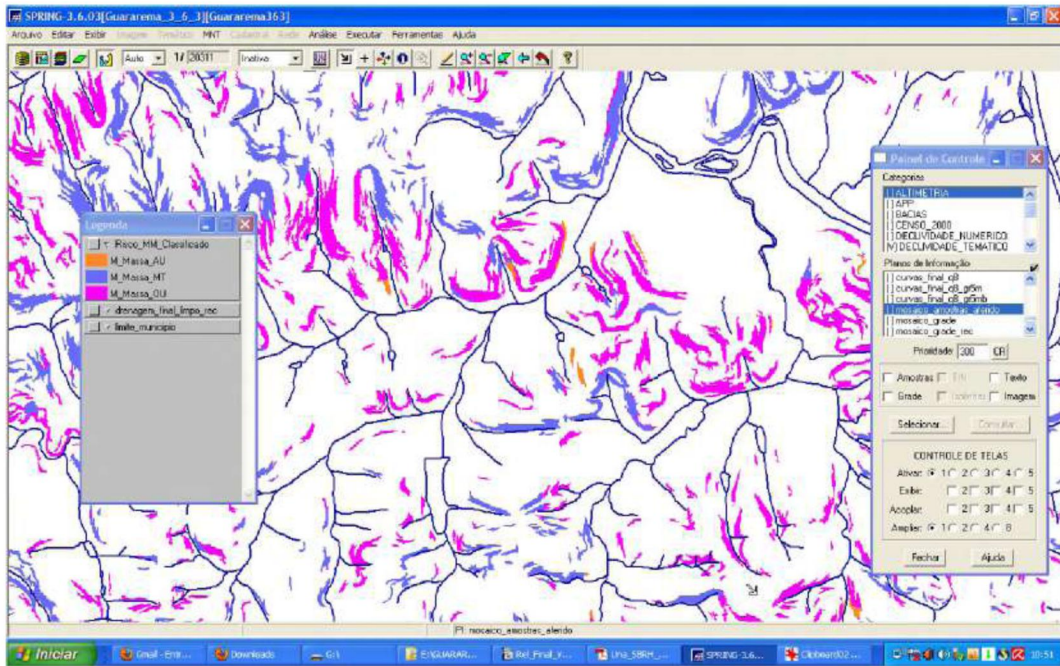


Figura 3 - Vista das classes do mapa de risco potencial de movimentos de massa.

O mapa de cobertura vegetal e uso do solo foi realizado por interpretação direta sobre ortofoto, com posterior verificação em campo para dirimir dúvidas de interpretação, as classes mapeadas nesse estudo foram definidas para a obtenção dos coeficientes de impermeabilidade (C2), utilizado nos cálculos hidrológicos, a Figura 4 mostra uma vista dos resultados do mapeamento.

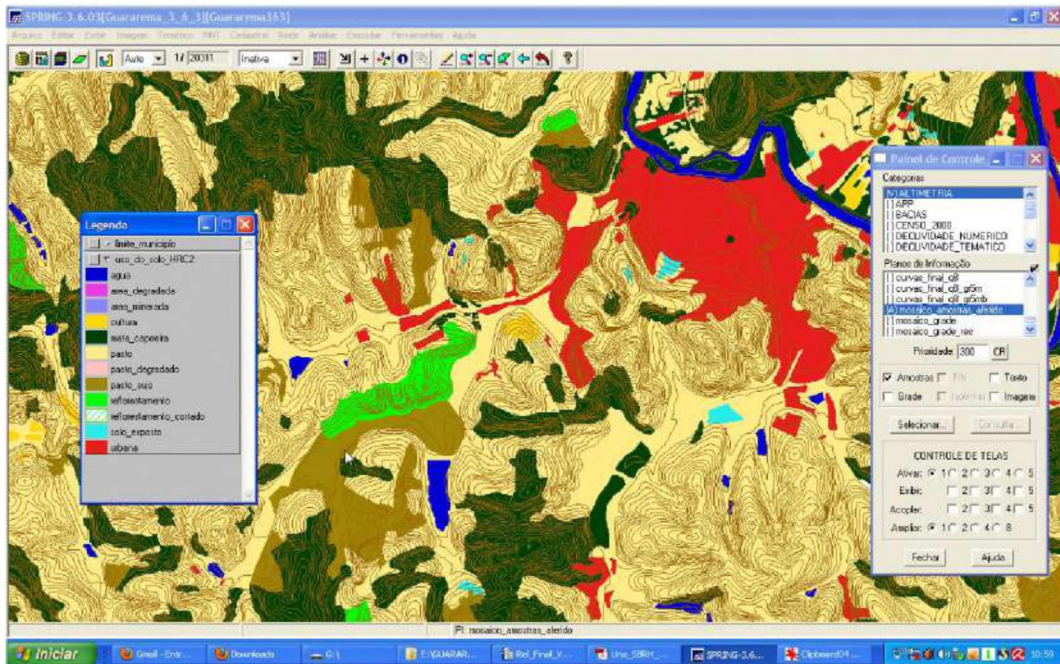


Figura 4 - Vista dos resultados do mapeamento de uso do solo do município de Guararema, SP.

Foi gerada a grade altimétrica e respectivas imagens de relevo sombreado com base nas informações obtidas pela digitalização das curvas de nível com equidistância de 5,0m, Figura 5.

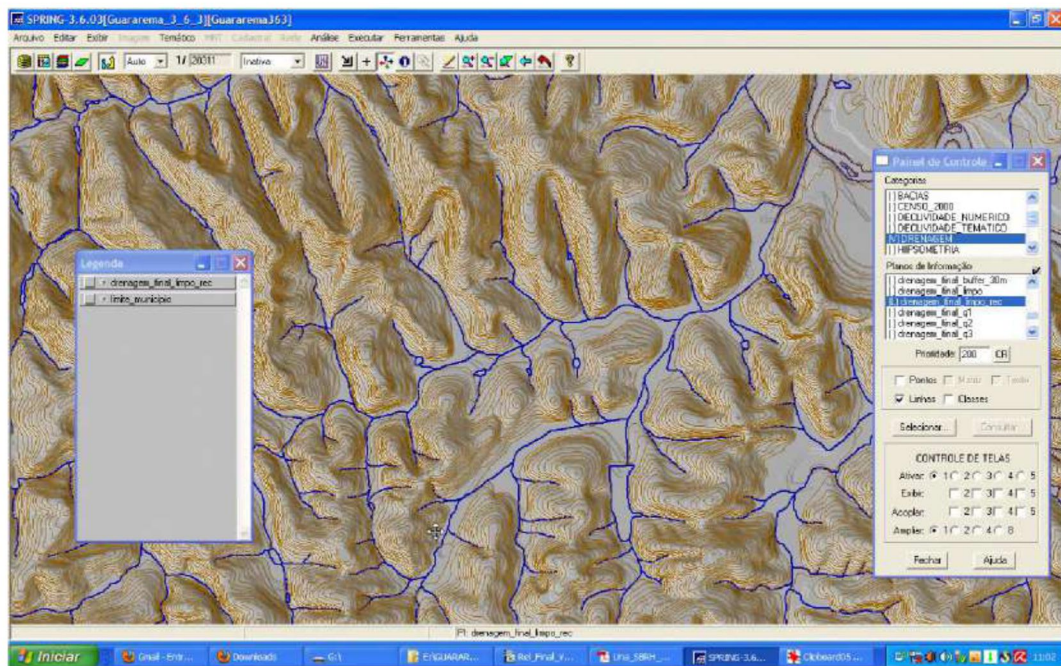


Figura 5 - Vista da imagem de relevo sombreado gerada a partir dos dados de grade regular altimétrica.

O mapa de áreas de preservação permanente APPs foi realizado para os elementos da rede de drenagem (nascentes e margens de cursos d'água) de acordo com a Lei 4.771 de 15 de setembro de 1965, e resoluções CONAMA 302 e 303 de 2002, Figura 6.

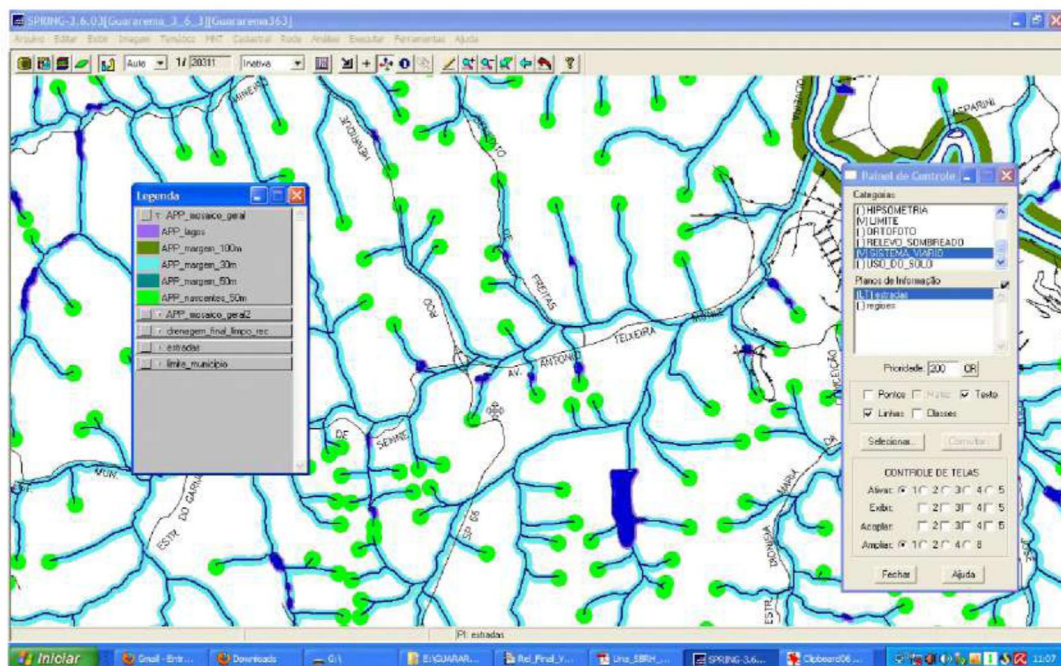


Figura 6 - Vista do mapa de Áreas de Preservação Permanente (APPs), baseado no Código Florestal e Resoluções CONAMA 303 e 302 de 2002.

Os mapas temáticos digitais contidos neste banco fornecerão as informações suficientes para subsidiar o planejamento a fiscalização e gerenciamento geoambiental do município de Guararema. Através da integração destas informações (sobreposição a partir da estruturação de arquivos e cruzamentos de mapas), operações de álgebras de mapas com as técnicas disponíveis no Sistema de Informação Geográfica (SIG) pode além do uso imediato dessas informações, subsidiar estudos futuros com temas afins.

A utilização do BDG permitirá a realização de várias operações e manipulações de dados, procedimentos estes, intrínsecos das geotecnologias, visando obter as informações necessárias sobre: caracterização ambiental, estudos das inter-relações temáticas, monitoramento e planos de recuperação de áreas degradadas, elaboração do plano integrado de proteção ambiental, planejamento do uso e ocupação do solo além de atividades preventivas e educativas.

2 - CARACTERÍSTICAS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

2.1 – Bacia 1- Ribeirão Guararema

2.1.1 - Localização e Características principais

O ribeirão Guararema caracteriza-se como curso d' água natural que percorre a bacia hidrográfica, em cuja foz no Rio Paraíba do Sul esta localizada a zona Central da cidade de Guararema, A nascente, no município de Mogi das Cruzes está localizada próximo às coordenadas X = 383.601; Y = 7.400.139, sua "trajetória" de sudoeste a nordeste, com área de drenagem de 70,79 km² e extensão total aproximada do talvegue de 21,55 km e foz nas coordenadas X = 394.227: Y = 7.410.564

Da área total de drenagem da bacia, 38,57 km² estão inseridos no município de Mogi das Cruzes, com extensão de talvegue de 12,55 km, iniciando na cota 805 até a cota 640 na divisa do município de Guararema.

Os 9,05 Km de comprimento de talvegue restantes no município de Guararema com área de drenagem de 32,22 km² inicia-se na cota 640 e termina na cota 570, em sua foz no rio Paraíba do Sul.

No município de Guararema, aproximadamente 2,54 Km da sua extensão estão localizados em área urbanizada, sendo 1.4 Km da Rua José Fonseca até sua Foz no Rio Paraíba, 0,34 km entre a estrada Dionísia Maria da Conceição e a estrada de ferro, 0,8 Km próximo a estrada municipal Argemiro de Souza Melo e estrada da Pedreira, nas proximidades da divisa de município com Mogi das Cruzes..

2.1.2 - Uso e ocupação do solo

Mais da metade da área total da bacia é ocupada por área classificada como pasto e somente 4,02% é ocupado por área urbana. Entretanto, a ocupação urbana ocorreu próximo ao exultório da bacia junto á foz no rio Paraíba do Sul.

A tabela 1 a seguir apresenta a classificação do uso e ocupação do solo na bacia do Ribeirão Guararema.

Tabela 1 – Classes de uso do solo da bacia do ribeirão Guararema

Classes de Uso do Solo	Há	%
Pasto	3.782,68	53,48
Mata capoeira	2.007,51	28,38
Urbana	284,18	4,02
Água	16,56	0,23
Solo exposto	19,59	0,28
Cultura	31,36	0,44
Reflorestamento	704,29	9,96
Pasto sujo	226,91	3,21
Pasto degradado	0,00	0,00
Reflorestamento cort.	0,00	0,00
Área minerada	0,00	0,00
Área da Bacia (há)	7.073,08	100,00

2.1.3 - População

A Bacia do Ribeirão Guararema abriga aproximadamente 1.409 domicílios com 5.244 habitantes, com uma densidade demográfica de 0,74146 Hab./ha, sendo 1.154 domicílios (4.293 habitantes) em área urbanizada, ou seja, 81% da população da Bacia.

2.1.4 - Pontos críticos

Os pontos críticos abrangem os locais onde ocorrem inundações crônicas como também os pontos onde há problemas de erosão e escorregamento devido a deficiências do sistema de drenagem. Foi realizada uma visita de campo nos pontos críticos, onde foram observados as conseqüências das inundações ocorridas por ocasião das chuvas torrenciais em janeiro de 2010, que passamos a descrever.

2.1.4.1 – Ponto Crítico nº 1 – Rua Osvaldo Freire Martins

O ponto crítico nº 1 localiza-se nas coordenadas X = 394.364; Y = 7.410.467, nas proximidades da Rua Osvaldo Freire Martins – Creche João Freire, Praça próxima a creche municipal Prefeito João Freire Martins. Nesse ponto, o ribeirão Guararema tem passagem em canal aberto até a foz no rio Paraíba do Sul. Houve afogamento do exutório com elevação do nível do Rio Paraíba do Sul, a água retida do Ribeirão Guararema atingiu aproximadamente 1 metro de altura dentro da creche, ou seja, seguramente houve uma elevação no nível do rio superior a 2,5 metros nesse ponto.

As Figuras 7 e 8 ilustram o local que foi objeto de inundação por ocasião das chuvas de janeiro de 2010.



Figura 7 – Canal a montante da Creche



Figura 8 – Canal a jusante da Creche.

Análise

Não se tem notícia de episódios semelhantes de inundação nesse local. Muito provavelmente, houve afogamento do exutório com elevação do nível do Rio Paraíba do Sul, a água retida do Ribeirão Guararema atingiu aproximadamente 1 metro de altura dentro da creche, ou seja, seguramente houve uma elevação no nível do rio superior a 2,5 metros nesse ponto.

Recomendações:

Pode-se observar na Figura 8, que apesar do nível d'água ainda elevado, há indícios de assoreamento do canal. Recomenda-se, portanto a limpeza, aprofundamento e desassoreamento do canal no trecho entre a Rua 19 de Setembro e a foz no rio Paraíba do Sul.

2.1.4.2 – Ponto Crítico nº 2 – Estrada Dionísia Maria da Conceição

O ponto crítico nº 2, localizado na Estrada Dionísia Maria da Conceição, nas coordenadas $X = 393.517$; $Y = 7.408.267$ é caracterizado por um núcleo residencial entre a Estrada Dionísia Maria da Conceição e a Estrada de Ferro Central do Brasil. Passagem em canal aberto com ocupações em ambas as margem. Houve erosão de margens e inundação

das casas com danos nas estruturas dos muros. O local recebe diretamente a contribuição de outras microbacias à montante

As Figuras 9 a 12 ilustram a ocupação irregular da Área de Preservação Permanente (APP) do rio e os estragos causados pela inundação ocorrida no início do ano nesse ponto crítico.



Figura 9 – Ocupação irregular e danos estruturais



Figura 10 – Ocupação irregular e danos estruturais



Figura 11 – Erosão de margem e assoreamento



Figura 12 – Erosão de margem e assoreamento

Análise

Concentra-se nessa região, um aglomerado de domicílios de baixa renda, dos quais, cerca de 15 se encontram na cota 580, portanto, praticamente dentro do leito menor do ribeirão Guararema, conforme mostrado na Figura 13.

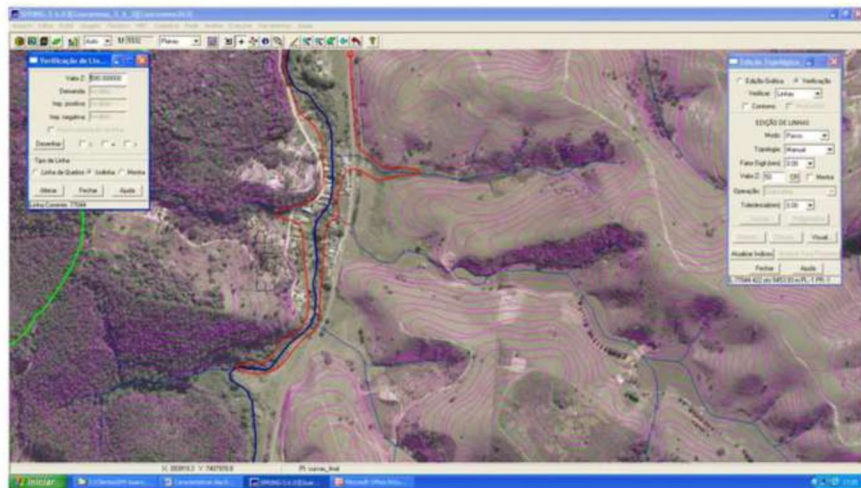


Figura 13 – Residências localizadas dentro do leito menor do rio.

Recomendações

Não há solução técnica economicamente viável para resolver os problemas de inundação nesse trecho da bacia. O recomendável seria a remoção dessas famílias para outra região do município.

2.1.4.3 – Ponto Crítico nº 3 – Bairro Nogueira

Dos pontos críticos de inundação estudados, o ponto crítico nº 3 é o mais importante e que demandará a tomada de decisão para implantação de medidas estruturais e não estruturais.

Este ponto, localizado no Bairro Nogueira na região central de Guararema, nas imediações das coordenadas $X = 394.647$; $Y = 7.409.601$, é área crítica de constantes inundações que atingem os seguintes logradouros: Rua Gelson Franco, Ceragioli, Rua Fernando Marcelino, Rua Sergio Messias Alves dos Santos, Rua Jordano Lunardini, Rua Olympio Guilherme Filho, Rua Dr. Pedro de Toledo, Rua Pedro Alvino de Souza, Rua Maria José Ramos Leite, Rua Ver. Olympio de Campos, Rua Aparecido Batista dos Santos e Rua Anita Alvino de Souza. A Figura 14 ilustra a localização física do bairro Nogueira em relação ao rio Paraíba do Sul, bem como mostra claramente que o bairro localiza-se em uma planície sujeita à inundação.

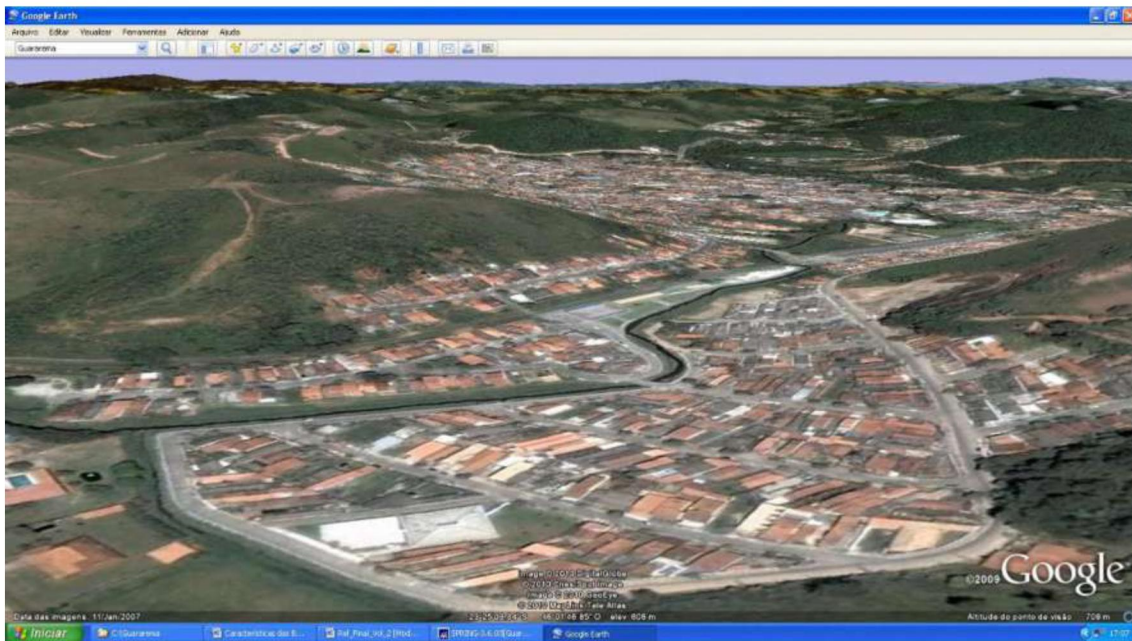


Figura 14 – Bairro do Nogueira

Análise

Em inspeção realizada no ribeirão Guararema no Bairro Nogueira, constatamos que o canal sob a passarela de pedestres (Figura 15 e 16) apresenta as piores condições de estrangulamento com 9,50m de largura por 3,95m de altura.



Figura 15 – Passarela de pedestres



Figura 16 – Canal a montante da passarela

Mesmo com essas dimensões, a seção sob a passarela ainda é suficiente para escoamento da vazão de cheia calculada para essa bacia, que é da ordem de 83,1 m³/s para tempo de recorrência de 100 anos.

Tabela 2 – Vazões de cheia e de projeto par a bacia do ribeirão Guararema

Bacia	Ponto	Vazões Cheia (m ³ /s)			Vazões Projeto (m ³ /s)		
		Q25	Q50	Q100	Q25	Q50	Q100
1	Exultório da bacia	61,48	68,52	75,51	67,6	75,4	83,1
2	Passarela de pedestres	58,41	65,10	71,31	64,3	71,6	78,9

Observou-se também no canal do ribeirão Guararema no bairro do Nogueira, próximo à quadra poliesportiva, a existência de tubulações com altura mal dimensionada cruzando o rio, que constituem fator de estrangulamento pelo acúmulo natural de detritos (Figuras 17 e 18).



Figura 17 – Obstrução do canal



Figura 18 – Obstrução do canal

No trecho a jusante da travessia da E.F.C.B na Rua XXX até a foz do ribeirão Guararema, não foi constatado nenhum ponto de estrangulamento que pudesse ser identificado como causa de enchente no bairro Nogueira, conforme mostrado nas Figuras 19, 20, 21 e 22

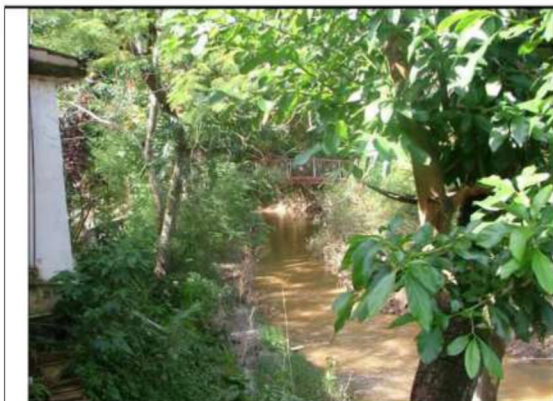


Figura 19 – Ribeirão Guararema (Clube)



Figura 20 – Fundos da Rua Francisco Freire



Figura 21 – Passagem sob a Rua Francisco Freire



Figura 22 – Passagem sob a Rua 19 de Setembro

As ruas atingidas pela enchente estão total ou parcialmente inseridas entre as cotas 570 e 575 do levantamento aerofogramétrico da Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo S/A (EMPLASA) na escala 1:10.000, portanto, na planície aluvial do Ribeirão Guararema, conforme mostra a tabela 3.

As ruas menos afetadas estão inseridas total ou parcialmente entre as cotas 570 e 575.

Tabela 3 – Área atingida pela inundação

Rua	Domicílios atingidos	Cota (m)
Anita Alvino de Souza	37	570
Aparecido Batista dos Santos	9	570
Fernando Marcelino	19	570
Gelson Franco Ceragioli	4	570
Jordano Lunardini	10	570
Maria José Ramos Leite	23	570
Olympio Guilherme Filho	6	570
Pedro Alvino de Souza	20	570
Sergio Messias Alves dos Santos	17	570
Ver. Olympio de Campos	24	570
Dr. Armindo	2	Entre 570 e 575
Dr. Pedro de Toledo	2	Entre 570 e 575

A cota 570 se mantém praticamente inalterada em toda extensão do rio Paraíba do Sul no território do município de Guararema, caracterizando praticamente a cota do seu leito menor. Partindo da foz do Ribeirão Guararema, a cota 570 adentra o território do município delimitando as margens do ribeirão, por uma distância aproximada de 884,62 metros, no cruzamento com a Estrada de Ferro. A partir desse ponto, a cota 570 se abre, formando uma

bacia que engloba todas as ruas atingidas pela inundação listadas na tabela 5, a partir da Rua Gelson Franco Ceragioli até a Rua Pedro Alvino de Souza, conforme ilustrado na Figura 23.

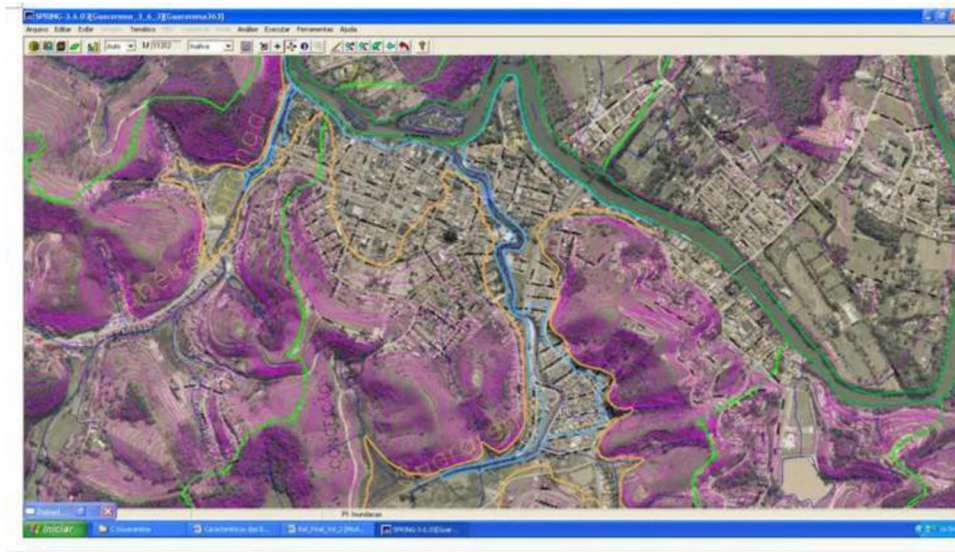


Figura 23 – Cota 570 em azul e cota 575 em amarelo

O fato da área inundada do bairro Nogueira localizar-se na cota 570 da planície aluvial do ribeirão Guararema aproximadamente 884 metros à montante da foz no rio Paraíba do Sul que tem seu leito menor também na cota 570, estabelece uma relação direta de causa e efeito entre a elevação do nível do rio Paraíba do Sul e o ribeirão Guararema até as proximidades da Rua Pedro Alvino de Souza.

Para se entender a relação do rio Paraíba do Sul com a enchente na bacia do ribeirão Guararema, faz-e necessário estabelecer uma analogia com a proporção da mesma enchente do bairro Itapema.

A Figura 24 mostra a região do bairro Itapema atingida pela enchente do rio Paraíba do Sul com as cotas 570 e 575.

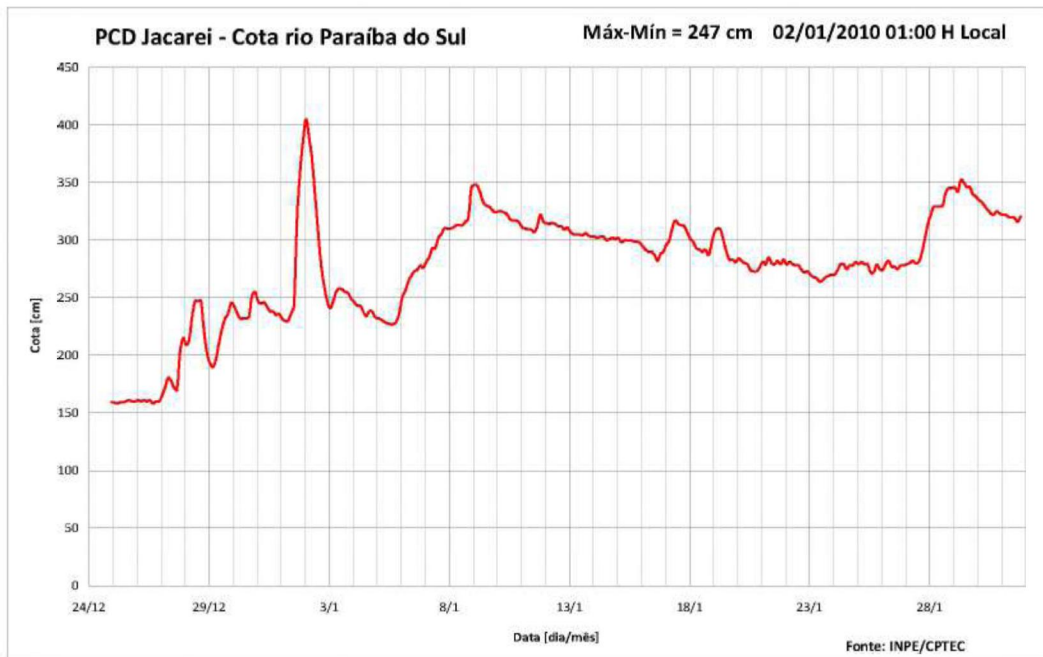


Figura 24 – Itapema – Cota 570 em azul e 575 em amarelo.

Na fase mais crítica do episódio de enchente no bairro Itapema que teve como causa exclusivamente a elevação do nível do rio Paraíba do Sul, o nível d'água atingiu a Rua Raquel de Queiroz que dista 145,93 metros da margem direita do rio Paraíba, entre as cotas 570 e 575. A Rua Raquel de Queiroz dista aproximadamente 69,65 metros da cota 570. Considerando a distância de 267,24 metros entre a cota 570 e 575 na Rua Carlos Drumond de Andrade, estimou-se que o nível da enchente para atingir a Rua Raquel de Queiroz sofreu uma elevação de aproximadamente 1,30 metros acima da cota 570, ou seja o leito do rio Paraíba do Sul no seu período mais crítico, atingiu a cota 571,3 metros.

Dados da Plataforma de Coleta de Dados Hidrológicos (PCD) instalada em Jacareí na captação da empresa FENSA pelo convênio INPE/CETESB, à jusante de Guararema registraram no dia 02/01/2010 uma anomalia de elevação brusca do nível do rio Paraíba do Sul, provocada por uma onda de cheia que provocou um pico de elevação do nível do Rio Paraíba do Sul da ordem de 175,0 cm entre o intervalo de 230 cm a 405 cm, conforme mostrado no gráfico 1.

Gráfico 1 – Nível do rio Paraíba do Sul em Jacareí



A anomalia de elevação do nível do rio Paraíba do sul registrada na pela PCD do INPE teve duração de 42 horas entre seu início e fim. Iniciou-se às 07:00 horas do dia 01/01/2010 com o pico de elevação de nível registrado à 01:00 horas do dia 02/01/2010 finalizando à 01:00 hora do dia 03/01/2010, conforme mostrado na tabela 4

Tabela 4 – Leitura de nível do rio Paraíba na PCD Jacarei

Data-Hora GMT	Data-Hora Local	32535.Cota	32535.Pluvio
01/01/2010 06:00	01/01/2010 04:00	230	1,25
01/01/2010 09:00	01/01/2010 07:00	230	1,75
01/01/2010 12:00	01/01/2010 10:00	236	10,75
01/01/2010 15:00	01/01/2010 13:00	244	28,75
01/01/2010 18:00	01/01/2010 16:00	320	75,25
01/01/2010 21:00	01/01/2010 19:00	360	81,00
02/01/2010 00:00	01/01/2010 22:00	387	82,75
02/01/2010 03:00	02/01/2010 01:00	405	83,25
02/01/2010 06:00	02/01/2010 04:00	389	83,50
02/01/2010 09:00	02/01/2010 07:00	370	83,50
02/01/2010 12:00	02/01/2010 10:00	339	83,50
02/01/2010 15:00	02/01/2010 13:00	308	83,50
02/01/2010 18:00	02/01/2010 16:00	279	83,50
02/01/2010 21:00	02/01/2010 19:00	260	83,50
03/01/2010 00:00	02/01/2010 22:00	247	88,50
03/01/2010 03:00	03/01/2010 01:00	241	88,50
03/01/2010 06:00	03/01/2010 04:00	247	88,50

Fonte: INPE

Considerando a defasagem de 7,0 horas entre os registros de picos de elevação de nível do rio Paraíba do Sul em Jacareí (01:00 hora) e Guaratinguetá (07:00 horas) e uma distância aproximada de 164,85 km, estimou-se a velocidade média do rio em 23,55 km/hora. Com base nesses dados, considerando a distância de 25,95 km entre Guararema e Jacareí pode se aferir que a anomalia de elevação do nível do rio Paraíba do Sul registrada na PCD de Jacareí e 7,0 horas depois na PCD de Guaratinguetá teve sua ocorrência registrada em Guararema pelo menos uma hora antes de ser detectado em Jacareí, ou seja teria se iniciado por volta das 06:00 horas do dia 01/01/2010 com pico às 24:00 horas desse mesmo dia, finalizando por volta das 03:00 horas do dia 03/01/2010.

Dados da estação Fluviométrica Posto Guararema código ANEEL 58105300, código Light V-1-018 operado pela Light, registram uma elevação de 1,93 metros no nível do rio Paraíba do Sul iniciando as 11:00 horas do dia 01/01/2010 com o nível do rio Paraíba do Sul na cota 566,34m, com pico de cheia às 21:00 horas quando a cota atingiu 568,27m, reduzindo para a cota 566,21m às 17:00 horas do dia 02/01/2010. Esse episódio é demonstrado no gráfico 2

Gráfico 2 – Nível do rio Paraíba do Sul registrado pela Estação Pluviométrica Light V-1-018



Fonte: LIGHT

Para correção das curvas de nível do levantamento aerofogramétrico da EMPLASA – Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo, na escala 1:10.000, foi efetuado o transporte do RN a partir do pino de cota conhecida (Figura 25) instalado na

margem esquerda do rio Paraíba do Sul junto à ponte da Avenida Adhemar de Barros até a cota 575,00m do levantamento da EMPLASA, na esquina das Rua Roberto Feijó com Av. Dr. Adhemar de Barros.



Figura 25 – RN na Ponte da Avenida Dr. Adhemar de Barros

A correção das curvas de nível do levantamento aerofotogramétrico da EMPLASA pelo RN verdadeiro é demonstrada na tabela 5.

Tabela 5 – Correção da Cota pelo RN verdadeiro

Contas (m)	
Levantamento EMPLASA	Corrigida pelo RN
570,000	567,785
575,00	572,785

A partir desses dados, reportando aos dados contidos na tabela 5, temos que as residências atingidas pela enchente no bairro Nogueira situadas dentro da cota 570 e entre esta e a cota 575, na realidade estão situadas na cota 567,785 e entre essa cota e a 572,785.

Os dados da estação Fluviométrica Posto Guararema código ANEEL 58105300, código Light V-1-018 operado pela Light indicam leitura de nível do rio Paraíba do Sul até o nível máximo de 568,27m, 0,485m acima da cota 567,25 (cota 570) o que vem confirmar a nossa hipótese de que além das fortes chuvas, a elevação do nível do rio Paraíba do Sul contribuiu diretamente para a ocorrência da inundação no Bairro do Nogueira.

Os dados pluviométricos da PCD do INPE instalada em Jacareí demonstram que nas 24 horas do dia 01/01/2010 choveu 83,25mm, o que corresponde a 23,53% da precipitação acumulada no mês de dezembro de 2009 que foi de 353,75mm. O volume acumulado registrado até às 16:00 horas foi de 75,25mm, equivalente a 21,27% do volume acumulado de dezembro de 2009.

De acordo com o Plano Anual de Prevenção de Cheias do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) contido no relatório ONS RE 3/256/2009 existe uma vazão de restrição no Posto Fluviométrico de Guararema de **300 m³/s**, cujo texto transcrevemos abaixo:

3.3 Restrições hidráulicas existentes na bacia

Especificamente para controle de cheias, tem-se para Santa Branca uma restrição condicionada ao valor de **300 m³/s** no posto fluviométrico de Guararema, estimado como correspondente ao nível 2,40 m da régua linimétrica da estação de captação do Serviço Autônomo de Águas e Esgotos – SAAE na cidade de Jaca

Também, o Inventário das Restrições Operativas Hidráulicas dos Aproveitamentos Hidrelétricos contido no relatório ONS RE 3/258/2009 contempla a vazão de restrição de 300 m³/s no posto de Guararema, conforme transcrevemos a seguir.

91.2.1 Vazões máximas

Restrição 3 – vazão defluente de 300 m³/s (Cidade de Guararema)

A principal restrição de Santa Branca localiza-se na cidade de Jacareí, cerca de 60 km a jusante do reservatório. O ponto crítico é a favela localizada, em parte, no canal principal do Rio Paraíba do Sul, no bairro Jardim Flórida, que começa a ser atingida quando o nível d'água atinge 2,40 m no posto fluviométrico do SAAE (Serviço Autônomo de Águas e Esgotos), para o qual a vazão corresponde a 340 m³/s na curva de descarga em um vigor.

.....
Além disso, tem-se conhecimento de outros problemas em todo o trecho Santa Branca – Jacareí, **incluindo a cidade de Guararema**, por conta principalmente de loteamentos, habitações, clubes, casas de veraneio, etc., que ocuparam a planície de inundação do rio após a entrada em operação do reservatório de Paraibuna / Paraitinga, sob a indução de “segurança” propiciada por aquele reservatório.

Nos estudos para a determinação do volume de espera em Santa Branca, é adotada a vazão de restrição de 300 m³/s no posto Guararema, que fica cerca de 35 km a jusante da usina de Santa Branca.

Estudo de vazões para a travessia do rio Paraíba do Sul no centro de Guararema, realizado em 29/09/203 pelo Engenheiro Nozor Roberto Costa utilizando dados do Posto V-1-018 da Light detectou vazões superiores á vazão de restrição, conforme mostrado na tabela 6

Tabela 6 – Vazões superiores à restrição para Guararema

Data	Vazão (m³/s)	Cota (m)
22/02/1967	582,60	570,24
22/02/1970	372,90	567,92
07/04/1983	373,00	567,93
26/01/1987	459,00	568,53

Não foi possível determinar a vazão do rio Paraíba do Sul em Guararema no dia 01/01/2010, porque não tivemos acesso completo aos dados fluviométricos do Posto V-1-018 da Light, entretanto, observando os dados da tabela acima e considerando que nesse dia a leitura de nível naquele posto foi de 568,27m, pressupõe-se que a vazão do rio Paraíba no dia 01/01/2010 foi **superior a 373,00 m³/s** na cota 567,93m e **próxima de 459,00 m³/s** na cota 568,53m, portanto acima da vazão de restrição adotada pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS.

Considerando que:

- o ponto mais crítico de estrangulamento na seção sob a passarela ainda é suficiente para escoamento da vazão de cheia calculada para esse ponto, que é da ordem de 78,9 m³/s para tempo de recorrência de 100 anos;
- que não foram localizados quaisquer pontos de estrangulamento a jusante desse ponto, até a foz no rio Paraíba do Sul;
- a área inundada do bairro Nogueira localizar-se na cota 567,78m da planície aluvial do ribeirão Guararema aproximadamente 884 metros à montante da foz no rio Paraíba do Sul que tem seu leito menor também na cota 567,78;
- dados da estação Fluviométrica Posto Guararema código ANEEL 58105300, código Light V-1-018 operado pela Light, registram uma elevação de 1,93 metros no nível do rio Paraíba do Sul iniciando as 11:00 horas do dia 01/01/2010 com o nível do rio Paraíba do Sul na cota 566,34m, com pico de cheia às 21:00 horas quando a cota atingiu 568,27m, reduzindo para a cota 566,21m às 17:00 horas do dia 02/01/2010.
- ocorreu violação da vazão de restrição no Posto Guararema.

Concluimos que apesar do canal do ribeirão Guararema na extensão do bairro Nogueira possuir seção suficiente para suportar uma vazão de projeto com tempo de recorrência de 100anos, a região ainda continua sob risco de enchente em virtude de episódios fortuitos na operação da barragem de Santa Branca toda vez que ocorrer a violação da vazão de restrição de 300 m³/s.

Recomendações

Considerando a suscetibilidade à inundação do bairro Nogueira decorrente da variação do nível do rio Paraíba do Sul, recomendamos a elaboração de projeto e construção de uma barragem de contenção de cheias à montante do bairro Nogueira.

Uma barragem de contenção de cheia (vazia) funciona como um reservatório de armazenamento, no qual uma parte do volume da água (chuva inicial) que constitui a onda de cheia é armazenada por certo tempo, e mais tarde é descarregada a jusante com uma vazão menor com respeito àquela que ocorreria no desenvolvimento do fenômeno natural. Em outras palavras, o reservatório reduz a vazão a valores toleráveis ao rio na parte de jusante da barragem, a preço de um prolongamento da duração da cheia no mesmo rio.

Existem diversos tipos de reservatórios para o controle de cheias, mas do ponto de vista funcional, um reservatório se reduz essencialmente, como é mostrado na Figura 26, a uma estrutura que barra a água, em uma oportuna seção de um curso d'água, a qual é acompanhada de dois tipos de descarregadores: um de fundo, dito em hidráulica, de orifício e outro na superfície da barragem, do tipo vertedor ou extravasor.

Em qualquer reservatório de controle de cheias, o vertedor funciona sempre aberto, ou seja, fica sem controle, enquanto que os descarregadores de fundo geralmente são equipados com instrumentos mecânicos e com comportas que permitem regular a abertura da seção disponível para a saída da água. No vertedor de uma barragem também pode ser instalado uma comporta regulável, mas este mecanismo é instalado com freqüência em reservatórios destinados a reservar água para multiuso; não se constrói nunca nos reservatórios destinados para o controle de cheias.

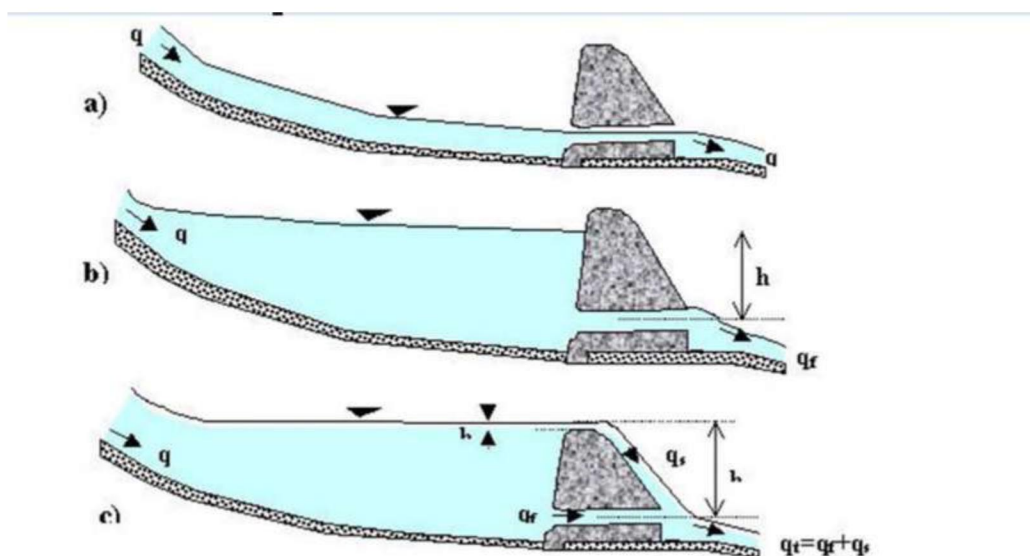


Figura 26 – Esquema funcional de um reservatório

O local que oferece as condições técnicas de topografia favorável para a construção da barragem de contenção situa-se próximo às coordenadas X:393.839 Y 7.409.032 a 2,38 km da foz do ribeirão Guararema, indicado na Figura 27. A construção do barramento nesse local implicaria na remoção de aproximadamente 45 famílias residentes á montante até a cota 585 do levantamento aerofogramétrico da EMPLASA, já em área sujeita à inundação, cuja remoção já fora recomendada no item “2.3.2”, na análise do ponto crítico nº 2.

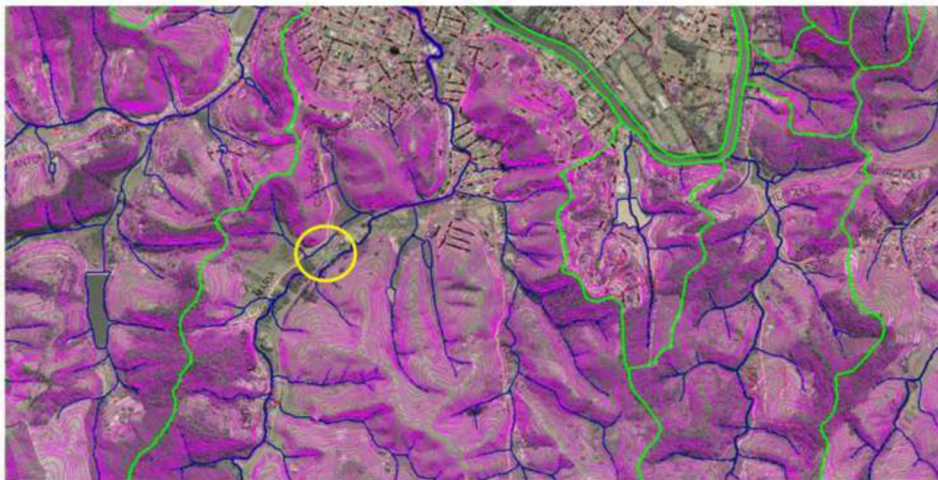


Figura 27 – Local sugerido para locação da barragem de contenção de cheias – círculo amarelo

Além da construção da barragem, também se faz necessário solicitar ao CEIVAP – Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, as providências necessárias junto ao Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS, para que seja feita a revisão do Inventário das Restrições Operativas Hidráulicas dos Aproveitamentos Hidrelétricos, no tocante à vazão de restrição no Posto Guaarema.

Solicitar ao CEIVAP que o município de Guararema seja incluído numa rede de informações para que seja informado sobre quaisquer variações na operação das vazões defluentes da represa de Santa Branca, que possam colocar as populações ribeirinhas em risco.

2.1.4.4 – Ponto Crítico nº 4 – Bairro Nogueira

O ponto crítico nº 4 da bacia do ribeirão Guararema localiza-se na passagem sob a Rodovia SP-66, nas coordenadas X: 391 289; Y: 7.406.184 (Figura 28). Trata-se de uma obra recém concluída e de acordo com relato de moradores locais não foi suficiente para o escoamento, o que ocasionou 70,0 cm de inundação no restaurante.



Figura 28 – Passagem sob a Rodovia SP-66 – Luiz Carlos

Análise

O dimensionamento da passagem sob a Rodovia SP-66 é suficiente para suportar a vazão de cheia para o tempo de recorrência de 100 anos. As enchentes verificadas nesse ponto tem sua causa ligada a um estrangulamento do córrego 0,65 km a jusante, na passagem sob a Rua Benedita Maria, em Luis Carlos (Figuras 29 e 30) com uma tubulação de 1,5m de diâmetro.



Figura 29 – Entrada da tubulação



Figura 30 – Saída da tubulação

O outro ponto de estrangulamento que tem relação direta de causa e efeito com as inundações nas passagens do córrego sob a Rodovia SP-66, Rua Benedita Maria e Estrada

Municipal Romeu Tanganelli está localizado em Luis Carlos, nas coordenadas X: 392,719; Y: 7.406.131 (Figura 31), na passagem do ribeirão Guararema sob a Estr. Mun. Romeu Tanganelli.



Figura 31 – Passagem do Ribeirão Guararema sob a Estr. Mun. Romeu Tanganelli

Recomendações

Elaboração de projeto para redimensionamento da passagem sob a Rua Benedita Maria, de modo a suportar uma vazão de projeto.

Efetuar a limpeza e desobstrução da passagem do ribeirão Guararema sob a Estrada Municipal Romeu Tanganelli.

2.2 – Bacia 2- Rio Comprido ou Ribeirão Ipiranga

2.2.1 - Localização e características principais

A bacia Ipiranga caracteriza-se como curso d' água natural que percorre a bacia hidrográfica, em cuja foz localiza-se no Rio Paraíba do Sul no Ribeirão Ipiranga próximo as coordenadas X= 393.632,713 e Y= 7.410.818,665601 na zona central do Município de Guararema. A nascente encontra-se no município de Mogi das Cruzes, onde recebe o nome de Rio Comprido, próximo às coordenadas X = 388.849,843; Y = 7.406.065,112. Tem sua trajetória de sudoeste á nordeste, com área de drenagem de 16,70 Km², extensão total aproximada de 9,54 Km e tem 2,04 Km da sua extensão em área urbanizada, Inicia-se na cota 860 e termina na cota 570 em sua foz no rio Paraíba do Sul.

O trecho conhecido como Ribeirão Ipiranga tem área de drenagem de 1,05 Km² e extensão total aproximada do talvegue de 1,4 Km, tendo toda sua extensão em área urbanizada, e no município de Guararema.

O Rio Comprido com área de drenagem de 15,65 Km² possui 1,18 Km² em Mogi das Cruzes e 14,47 em Guararema, e extensão total aproximada do talvegue é de 8,14 km, sendo 0,78 Km em Mogi das Cruzes e 7,36 Km em Guararema. A área urbanizada é de 0,64 Km da foz do córrego da Estiva até a rua Benedito de Freitas e em toda sua extensão na Av. Antonio Teixeira Muniz

2.2.2 - Uso e ocupação do solo

Mais de 30% da área total da bacia é ocupada por área urbana, sendo a grande maioria nas margens do Ribeirão Ipiranga e junto á foz no rio Paraíba do Sul.

A tabela 7 a seguir, apresenta a descrição e as áreas em hectares e porcentagem do uso do solo na bacia do ribeirão Ipiranga.

Tabela 7 – Classes de uso do solo da bacia do ribeirão Guararema

Classes de Uso do Solo (há)	há	%
Pasto	1.064,00	21,83
Mata capoeira	425,78	39,28
Urbana	38,43	30,16
Água	10,84	1,47
Solo exposto	8,92	0,00
Cultura	6,06	0,00
Reflorestamento	44,68	0,00
Pasto sujo	70,79	7,26
Pasto degradado	0,65	0,00

Reflorestamento corte	0,00	0,00
Área minerada	0,00	0,00
Área da Bacia (há)	1.670,15	100,00

2.2.3 - População

A Bacia do Ribeirão Ipiranga, ou Rio Comprido abriga aproximadamente 1.017 domicílios com 3.660 habitantes, com uma densidade demográfica de 2,20 Hab./há, sendo 775 domicílios (2.790 habitantes) em área urbanizada, ou seja, 76% da população da Bacia.

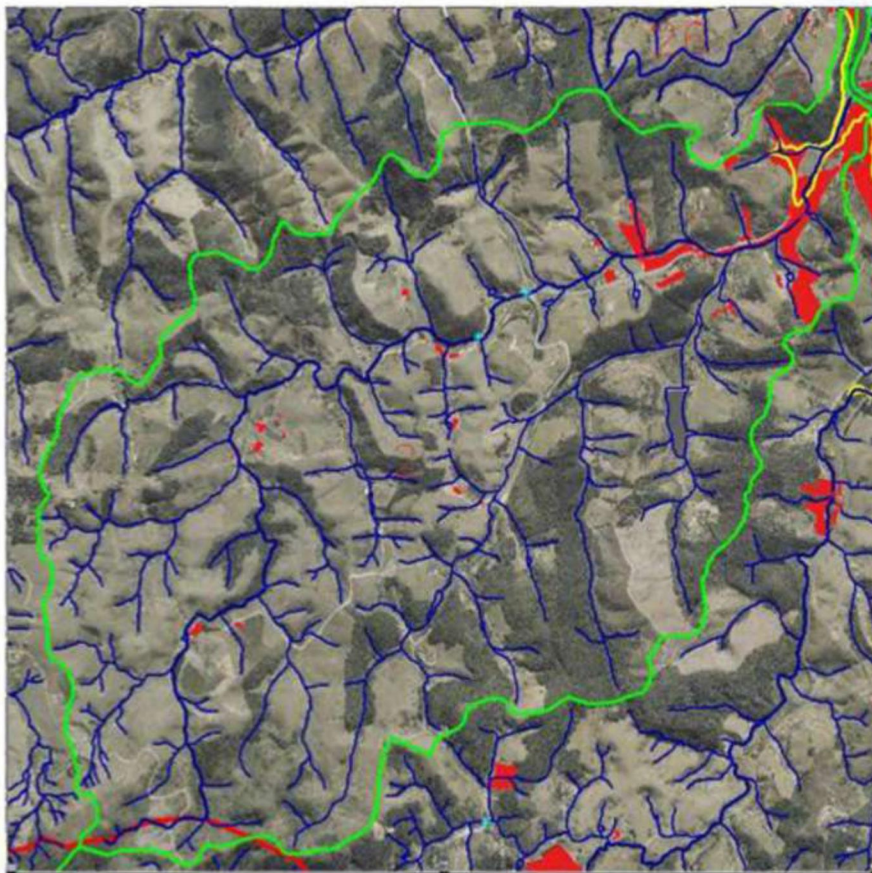


Figura 32 – Distribuição da população na Bacia Ipiranga

2.2.4 - Pontos críticos

Os pontos críticos abrangem os locais onde ocorrem inundações crônicas como também os pontos onde há problemas de erosão e escorregamento devido a deficiências do sistema de drenagem. Foi realizada uma visita de campo nos pontos críticos, onde foram observadas as conseqüências das inundações ocorridas por ocasião das chuvas torrenciais em janeiro de 2010, que passamos a descrever.

2.2.4.1 – Ponto Crítico nº 5 – Travessia da Av. Antonio Teixeira Muniz

O ponto crítico nº 4 localiza-se na travessia do ribeirão Ipiranga sob a Avenida Antonio Teixeira Muniz nas coordenadas X = 393324.072; Y = 7410045.078, na cota 575m apresentado na Figura 33.



Figura 33 – Ponto crítico nº 5 identificado em vermelho

Análise

As obras em execução nesse trecho do ribeirão Ipiranga tem por finalidade evitar as enchentes nesse ponto. O episódio do início do ano Foi provocado pela obstrução da passagem sob a Av. Antonio Teixeira Muniz pelo material depositado pela madeireira na área de preservação permanente do ribeirão.

As figuras 34 e 35 a seguir ilustram o material que provocou entupimento da passagem de água e as figuras 36 e 37 mostram o canal à montante e jusante do ponto onde ocorreu a inundação em janeiro de 2010.



Figura 34: Resíduos da madeira que provocou entupimento da passagem de água



Figura 35: Resíduos da madeira que provocou entupimento da passagem de água.



Figura 36 Canal de Montante



Figura 37 - Canal de Jusante

E em direção a jusante entre a Av. Antonio Teixeira Muniz e a Rua Bella Vista, a bacia concentra aproximadamente 50 domicílios ou 180 habitantes, ou seja, 5% da população da bacia.

A inundação ocorrida no ponto 5 se estendeu em direção a jusante pela Av. Antonio Teixeira Muniz, e compromete aproximadamente 30 domicílios ou 108 Habitantes, que equivalem a 3% da população da bacia.

As figuras 38 e 39 ilustram o Canal de concreto já construído para evitar o transbordamento entre a Rua Bella Vista e Av. Antonio Teixeira Muniz e a conclusão das obras da travessia sob a Avenida Antonio Teixeira Muniz.



Firura 38 – Canal de concreto



Firura 39 – Travessia

Recomendações

As obras realizadas deverão ser suficientes para prevenir episódios futuros de enchentes nesse ponto, entretanto recomendamos o isolamento e revegetação da área de preservação permanente (APP) do ribeirão próximo à passagem para se evitar o acúmulo de materiais que eventualmente possa causar obstrução da passagem.

2.2.4.2 – Ponto Crítico nº 6 – Travessia da Av. Antonio Teixeira Muniz

O ponto crítico nº 6 localiza-se próximo nas coordenadas X: 392.279; Y: 7.409.776 ao ponto 5 e a inundação também foi ocasionadas pela obstrução da travessia sob a Avenida Antonio Teixeira Muniz.



Figura 40 - Ponto critico próximo ao ponto 5

Análise

O represamento à jusante propiciou o transbordamento do ribeirão Ipiranga e seu afluente, próximo a Rua José Benedito de Freitas, comprometendo aproximadamente 29 domicílios ou 104 habitantes, isto é 3% da população da bacia.

As figuras a seguir mostram o ribeirão Ipiranga e seu afluente nas proximidades do local de transbordamento, onde ocorre ocupação irregular das áreas de preservação permanente (APP).



Figura 41: Afluente do ribeirão Ipiranga.



Figura 42: Ribeirão Ipiranga

A figura 34 mostra a utilização das partes altas da bacia para pastagem e a figura 35 mostra a ocupação da APP e a mancha na parede indicando a altura que a água atingiu no dia da enchente.



Figura 43: Área alta utilizada como pastagem.



Figura 44: Ocupação de APP e mancha da enchente.

Recomendações

As obras realizadas no ribeirão Ipiranga à jusante da travessia sob a Avenida Antonio Teixeira Muniz deverão prevenir episódios futuros de enchentes, entretanto, é recomendável coibir a ocupação irregular das Áreas de Preservação Permanente (APP) de margem dos córregos e encostas.

2.2.4.3 – Ponto Crítico nº 7 – Trevo da Estrada Ivo Senne

O ponto crítico nº 7 está localizado no trevo entre a Estrada Ivo Senne e a acesso à Av. Antonio Teixeira Muniz nas coordenadas X = 391.543; Y = 7409.558 na cota 580



Figura 45 – Indicação do ponto crítico em vermelho

Análise

Segundo apurado, através de relato de moradores, antes da implantação do trevo havia uma passagem de gado com dimensões de 3,00 X 3,00 metros, correspondente á uma seção de 9,00m² e com a construção do trevo as obras de arte foram complementadas com duas linhas de tubos de 1,50 m, reduzindo a seção para apenas 3,53m². Os tubos encontram-se semi assoreados, conforme mostrado na figura 46.



Figura 46 – passagem em linha de tubos sob o trevo da Estrada Ivo Senne

Recomendações

Elaborar projeto de redimensionamento da seção, visando a substituição a linha de tubos de 1,50m por aduelas com seção suficiente para suportar a vazão de cheia do córrego.

2.2.4.4 – Ponto Crítico nº 8 – Passagem sob a Estrada do bairro d Estiva

Este ponto de inundação, indicado na figura 47 está localizado na passagem sob a estrada do bairro da Estiva, nas coordenadas X: 391 243; Y:391 243.



Figura 47 – Ponto crítico nº 8

Análise

A passagem sob a estrada é feita com uma linha de tubos com 1,5m de diâmetro, que está parcialmente obstruída com galhos e uma tora de eucalipto, conforme mostrado n figura 48



Figura 48 – Passagem obstruída sob a estrada do bairro da Estiva

Recomendações

Providenciar a limpeza do córrego e desobstrução da passagem

2.3 – Bacia 3- Ribeirão Putim

2.3.1 - Localização e Características principais

Ribeirão Putim localiza-se na zona sul do município de Guararema, caracteriza-se como curso d' água natural que percorre a bacia hidrográfica, com trajetória de sudoeste a nordeste, com foz no Rio Paraíba do Sul no limite de município de Guararema, localizada próximo as coordenadas X = 399.223; Y = 7409.739 e nascente, no município de Guararema está localizada próximo ás coordenadas X = 394.125; Y = 7.397.656, com área de drenagem de 77,98 Km² e extensão total aproximada do talvegue de 23,42 km, iniciando na cota 845 até a cota 570 na divisa do município de Guararema.

2.3.2 - Uso e ocupação do solo

A Bacia do Ribeirão Putim apresenta pouco mais de 3.000 hectares de mata capoeira e 1,595 hectares de reflorestamento, mas, também apresenta aproximadamente 2.586 hectares de pastagens

A tabela 8 a seguir, apresenta a descrição e as áreas em hectares e porcentagem do uso do solo na bacia do ribeirão Putim.

Tabela 8 – Classes de uso do solo da bacia do ribeirão Putim

Classes de Uso do Solo (há)	há	%
Pasto	2.586,62	33,20
Mata capoeira	3.110,59	39,93
Urbana	80,28	1,03
Água	9,19	0,12
Solo exposto	9,49	0,12
Cultura	142,63	1,83
Reflorestamento	1.595,38	20,48
Pasto sujo	250,07	3,21
Pasto degradado	0,00	0,00
Reflorestamento cort	5,88	0,08
Área minerada	0,00	0,00
Área da Bacia (há)	7.790,14	100,00

2.3.3 - População

Apenas 1,03% da área bacia apresenta ocupação urbana, sem centros urbanizados, os domicílios estão distribuídos ao longo da bacia. Contabilizamos aproximadamente 521 domicílios (1.875 habitantes), com uma densidade demográfica de 0,2407 Hab./Há, com aproximadamente 15 domicílios (53,98 habitantes) vivendo a menos de 50 metros da margem do ribeirão Putim, como mostra a figura 49.

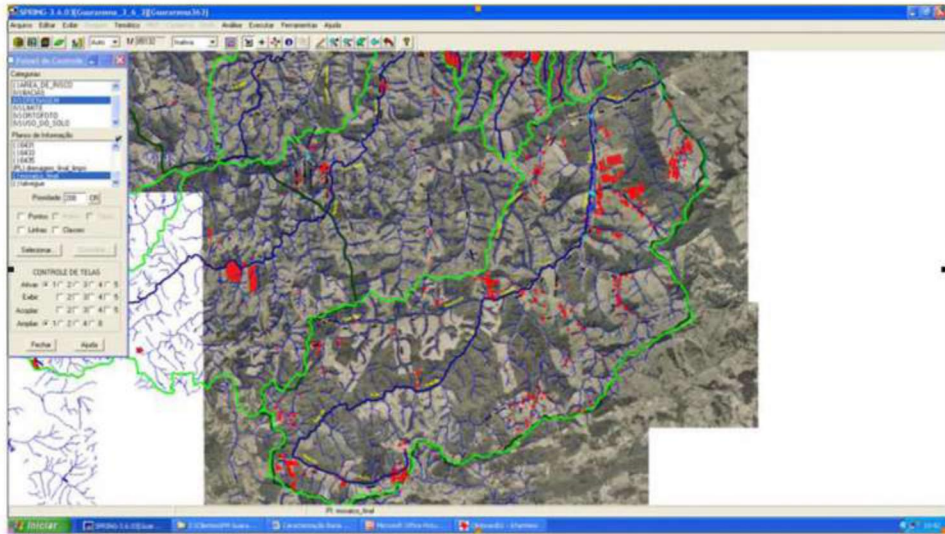


Figura 49 – Mancha de ocupação urbana, em vermelho.

2.3.4 - Pontos Críticos

Os pontos críticos abrangem os locais onde ocorrem inundações crônicas como também os pontos onde há problemas de erosão e escorregamento devido a deficiências do sistema de drenagem. Foi realizada uma visita de campo nos pontos críticos, onde foram observadas as conseqüências das inundações ocorridas por ocasião das chuvas torrenciais em janeiro de 2010, que passamos a descrever.

2.3.4.1 - Ponto Crítico nº 9 - Estrada Antonio Donizeti Leite

O ponto crítico nº 9 está localizado entre a Estrada Antonio Donizeti Leite e a Estrada Municipal Lagoa Nova, e o Córrego da Fazendinha do banco (afluente do Ribeirão Putim) nas coordenadas X = 399.473; Y = 7.407.369 na cota 670.

Análise

Este ponto crítico caracteriza-se pelo estrangulamento da passagem sob a estrada que dá acesso à Transpetro, no início da curva (figura 50). Trata-se da principal passagem do Ribeirão Putim e encontra-se totalmente afogada e com parte da estrutura desmoronada, não foi possível dimensionar a tubulação,



Figura 50 – Passagem que dá acesso à Transpetro

As enchentes que ocorrem nesse ponto não comprometem nenhum domicílio.

Recomendações

Executar a limpeza dos canais tanto à montante quanto jusante e elaborar projeto para redimensionamento da passagem, de modo a suportar a vazão de projeto.

2.3.4.2 - Ponto 10- Próximo a Estrada Lagoa Nova.

O ponto crítico nº 10 localizado próximo a Estrada Municipal Lagoa Nova e a Estrada Mario Alvez Pereira nas coordenadas X = 399.466; Y = 7.405.161 na cota 675

Análise

Passagem sob ponte em situação precária, o leito carroçável encontra-se em altura de aproximadamente 1 m em relação ao nível do rio (figuras 51 e 52). O local possui características topográficas naturalmente sujeitas a inundação, trata-se de uma planície aluvial, e determina como condição natural da paisagem uma zona de várzea alagável. A ocorrência de enchentes nesse local não apresenta riscos à população.



Figura 51 - Passagem sob a estrada.



Figura 52 - Área inundável

Recomendações

Elaborar projeto para redimensionamento da passagem, de modo a suportar a vazão de projeto.

2.3.4.2 – Ponto Crítico nº 11 - Lagoa Nova próximo à estrada da Fazenda Santa Fé.

O ponto crítico nº 11 está localizado próximo a Estrada Municipal Lagoa Nova e próximo a Estrada Fazenda Santa Fé nas coordenadas X = 399.276; Y = 7.403.871 na cota 675.

Análise

O ponto é caracterizado por ocupação irregular às margens do Ribeirão Putim, a área em questão é uma pequena várzea que também foi atingida pela cheia.

Nas proximidades desse ponto encontram-se aproximadamente 7 domicílios na cota 675, próximo ao ponto de coordenadas X: 399.276; Y: 7.403.871 portanto praticamente dentro do leito menor do Ribeirão Putim, como mostra as figura 53 e 54 a seguir.

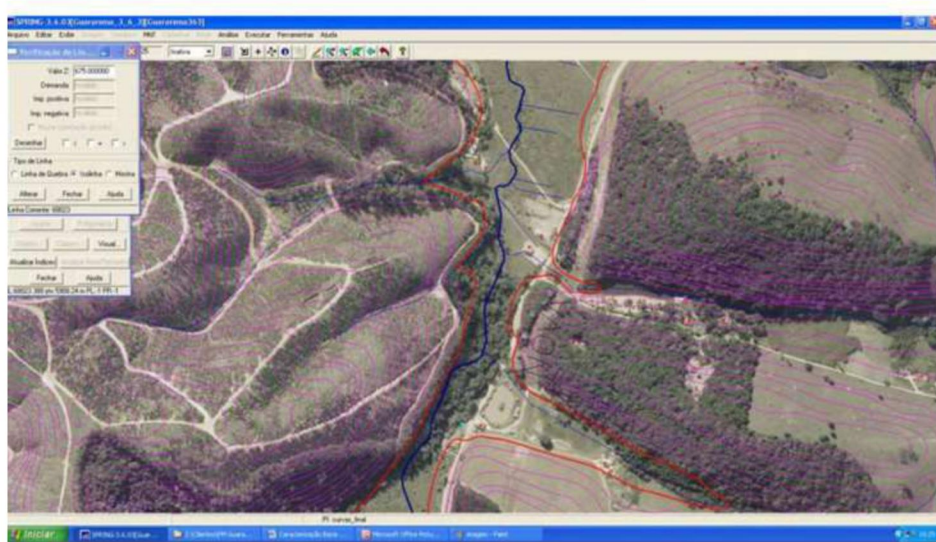


Foto 53- - Residências localizadas dentro do leito menor na cota 675.



Foto 54 – Ocupação irregular da margem do ribeirão Putim



Recomendações

Relocação das residências para uma cota superior e coibir a ocupação das Áreas de Preservação Permanente (APP).

2.4 – Bacia 4- Ribeirão Itapetí

2.4.1 - Localização e Características principais

O Ribeirão Itapetí localiza-se na zona norte do município de Guararema, caracteriza-se como curso d' água natural que percorre a bacia hidrográfica, com foz no Rio Paraíba do Sul nas coordenadas X = 392.227; Y = 7.412.988, na cota 570. A nascente está localizada no município de Mogi das Cruzes próximo às coordenadas X =382.428; Y = 7.404.636, na cota 1.020, tem sua "trajetória" de sudoeste a nordeste, com área de drenagem de 56,89 Km² e extensão total aproximada do talvegue de 19,84 km.

Da área total de drenagem da bacia, 14,75 Km² estão inseridos no município de Mogi das Cruzes, e extensão de talvegue de 3,96 km, iniciando na cota 1020 até a cota 695 na divisa do município de Guararema.

Os 15,88 Km de comprimento de talvegue restantes no município de Guararema com área de drenagem de 42,14 Km² inicia-se na cota 695 e termina na cota 570, em sua foz no rio Paraíba do Sul.

2.4.2 - Uso e ocupação do solo

A bacia esta basicamente dividida em pasto e mata capoeira, sendo a maior parte ocupada por pastagem.

A tabela 9 a seguir, apresenta a descrição e as áreas em hectares e porcentagem do uso do solo na bacia do ribeirão Itapeti.

Tabela 9 – Classes de uso do solo da bacia do ribeirão Itapeti

Classes de Uso do Solo (há)	há	%
Pasto	2.664,34	46,84
Mata capoeira	2.595,48	45,63
Urbana	25,04	0,44
Água	14,83	0,26
Solo exposto	13,62	0,24
Cultura	39,12	0,69
Reflorestamento	162,29	2,85
Pasto sujo	166,63	2,93
Pasto degradado	0,04	0,00
Reflorestamento corte	7,29	0,13
Área minerada	0,00	0,00
Área da Bacia (há)	5.688,69	100,00

2.4.3 - População

Apenas 0,44% da bacia são ocupados por área urbanizada, e não existe um centro urbano, os poucos domicílios estão distribuídos ao longo da bacia. Há aproximadamente 547 domicílios (1959 habitantes) na bacia, sendo 488 domicílios (1747 habitantes) no município de Guararema ou seja, aproximadamente 89% da população da Bacia, e densidade demográfica de 0,3072Hab/Há, e 59 domicílios(211 habitantes) no município de Mogi das Cruzes, ou seja, aproximadamente 11% da população da bacia.

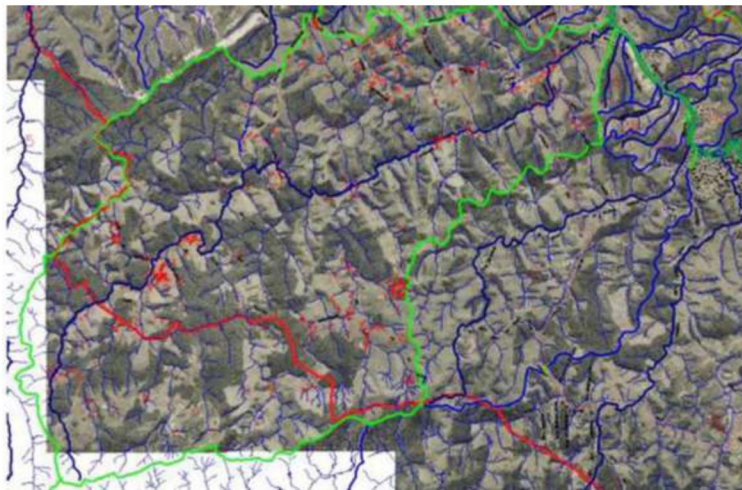


Figura 55 - Distribuição da população na bacia Itapetí e divisa de município em vermelho.

Aproximadamente 44 domicílios (157habitantes) estão localizados a menos de 50 metros da margem do Ribeirão Itapetí. Destes, cerca de 40 domicílios (143habitantes) estão inseridos dentro dos limites do município de Guararema.

As imagens a seguir ilustram a ocupação das proximidades das margens do Ribeirão Itapetí, de jusante para montante. Devido à baixa densidade populacional a bacia não está impactada e não se registram episódios de enchentes.



Figura 56 - Ribeirão Itapetí (destacado em azul)



Figura 57 - Ribeirão Itapetí (destacado em azul)

Recomendações

Adotar ações não estruturais de educação ambiental junto á população incentivando a proteção das Áreas de Preservação Permanente (APP).

2.5 – Bacia 5- Ribeirão da Divisa

2.5.1 - Localização e características principais

A bacia Ribeirão da Divisa ou Lambari localiza-se na zona norte do município de Guararema, caracteriza-se como curso d' água natural que percorre a bacia hidrográfica na trajetória de sudoeste á nordeste. Sua nascente está localizada no município de Mogi das Cruzes, próximo ás coordenadas X = 380.309; Y = 7.403.853 na cota 1.065. A foz no rio Parateí está localizada nas coordenadas X = 382.093; Y = 7.418.411 na cota 595. A área de drenagem da bacia é de 26,479 Km² e a extensão total aproximada do talvegue é de 16,403 Km. Aproximadamente 1,61 Km da extensão do ribeirão da Divisa encontra-se em área urbanizada e quase toda ela na cota mais baixa, 595m.

Da área total da Bacia apenas 7,41 Km² estão localizados no município de Guararema, e 5,98 Km da extensão total aproximada do talvegue. A maior parte da área da bacia, 19,069 Km² estão localizados no município de Mogi das Cruzes, bem como também está nesse município a maior extensão do talvegue: 10,423 Km.

2.5.2 - Uso e ocupação do solo

A extensão da bacia contida nos limites de Guararema está relativamente preservada, apresenta aproximadamente 1,2 hectares de pasto, mas apresenta também pouco mais que 1 hectare de mata capoeira.

A tabela 10 a seguir, apresenta a descrição e as áreas em hectares e porcentagem do uso do solo na bacia do ribeirão da Divisa.

Tabela 10 – Classes de uso do solo da bacia do ribeirão Divisai

Classes de Uso do Solo (há)	há	%
Pasto	1.245,86	47,05
Mata capoeira	1.049,52	39,64
Urbana	160,15	6,05
Água	27,86	1,05
Solo exposto	22,19	0,84
Cultura	6,59	0,25
Reflorestamento	78,10	2,95
Pasto sujo	57,42	2,17
Pasto degradado	0,00	0,00
Reflorestamento cort	0,00	0,00
Área minerada	0,00	0,00
Área da Bacia (há)	2.647,68	100,00

2.5.3 - População

Na bacia existem foram contabilizados aproximadamente 558 domicílios (2.089 habitantes), com densidade demográfica de 0,2107 Hab./Ha, sendo que 359 domicílios (1.068 habitantes) estão localizados no município de Mogi das Cruzes, e 199 domicílios (745 habitantes) em Guararema, aproximadamente 36% da população da bacia.

Do total de domicílios, 334 (1.250) estão inseridos em área urbanizada, ou seja, aproximadamente 60% da população da bacia, sendo 195 domicílios (686 habitantes) em Mogi das cruces e 139 domicílios (463 habitantes) em Guararema, ou seja, aproximadamente 21% da população da bacia vivem em área urbanizada no município de Guararema.

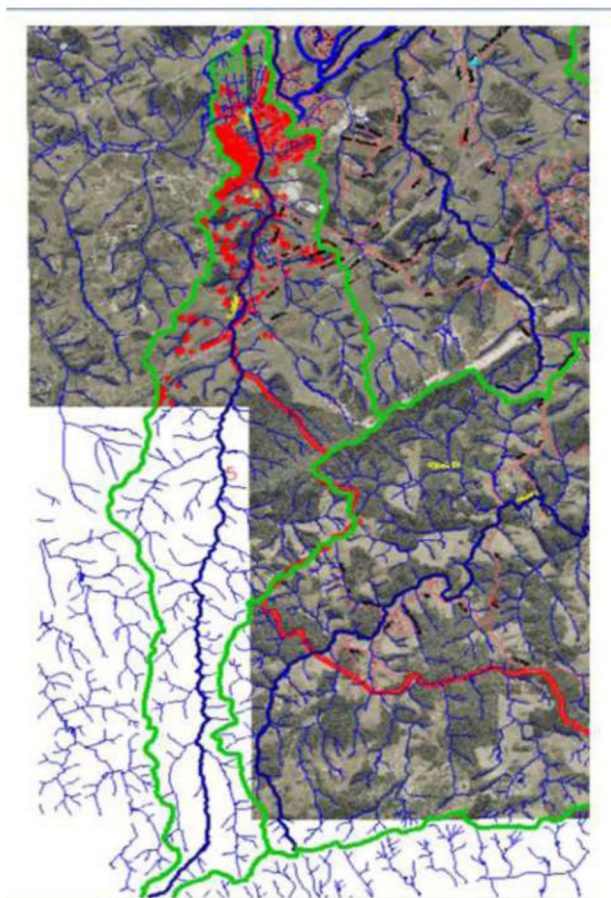


Foto 1 - Ribeirão da divisa ou Lambari, limite de município, e distribuição da população na Bacia.

2.5.4 - Pontos Críticos

Os pontos críticos abrangem os locais onde ocorrem inundações crônicas como também os pontos onde há problemas de erosão e escorregamento devido a deficiências do

sistema de drenagem. Foi realizada uma visita de campo nos pontos críticos, onde foram observadas as conseqüências das inundações ocorridas por ocasião das chuvas torrenciais em janeiro de 2010.

2.5.4.1 – Ponto Crítico nº 12 – Avenida América – Bairro Iambari

O ponto crítico nº 12 está localizado nas proximidades da travessia do ribeirão da Divisa sob a Avenida América, nas coordenadas X: 381.763; Y: 7.416.964.

As enchentes no local comprometem aproximadamente 48 domicílios (172,60 habitantes), ou seja, aproximadamente 8% da população da bacia.

Análise

Sob a Avenida América, na divisa com o município de Mogi das Cruzes existe uma passagem com três linhas de tubos de 80 cm, possivelmente sub dimensionados e conforme se verifica pelo fluxo a jusante, parcialmente obstruídos. Na foto 59, observa-se que o volume de água na saída dos tubos é desigual, causada pela obstrução parcial dos mesmos a montante.



Foto 59 – Vista parcial dos tubos tomada a jusante



Recomendações

Elaborar projeto de redimensionamento da passagem sob a Avenida América, de modo a atender a vazão de projeto.

2.6 - Bacia 6 – Ribeirão Lambari

2.6.1 - Localização e Características principais

A bacia 6 localiza-se na zona norte do município de Guararema, seu curso d'água principal caracteriza-se como curso d'água natural que percorre a bacia hidrográfica na trajetória de sudoeste á nordeste. Sua nascente está localizada no município de Guararema, próximo das coordenadas X = 385.391; Y = 7.412.372 na cota 705. A foz no rio Parateí está localizada nas coordenadas X = 386.065; Y = 7.412.324 na cota 570. A área de drenagem da bacia é de 29.295 Km² e a extensão total aproximada do talvegue é de 12,754 Km. A área de drenagem da bacia está totalmente inserida no município de Guararema, iniciando na cota 735 até a foz na cota 570 na divisa do município

2.6.2 - Uso e ocupação de solo

Na Bacia 6 existe uma área urbanizada de aproximadamente 2 Km², e outra de 0,35 Km², ambas longe da margem do rio.e aproximadamente 10% da população as margens dele.E tem mais que a metade da bacia ocupada por pasto. A tabela 11 a seguir, apresenta a descrição e as áreas em hectares e porcentagem do uso do solo na bacia 6.

Tabela 11 – Classes de uso do solo da bacia 6.

Classes de Uso do Solo (há)	há	%
Pasto	1.748,33	59,76
Mata capoeira	589,39	20,15
Urbana	320,19	10,94
Água	18,51	0,63
Solo exposto	73,34	2,51
Cultura	104,20	3,56
Reflorestamento	9,29	0,32
Pasto sujo	37,89	1,30
Pasto degradado	9,56	0,33
Reflorestamento corte	1,09	0,04
Área minerada	13,80	0,47
Área da Bacia (há)	2.925,58	100,00

2.6.3 – População

Na bacia 6 foram contabilizados aproximadamente 559 domicílios (2.012 habitantes), com densidade demográfica de 0,2407 Hab./Há, sendo aproximadamente 258 domicílios (928 habitantes) em área urbanizada, correspondente a 46% da população da bacia. Essa

população concentra-se em dois núcleos, afastados das áreas de APP; um próximo as coordenadas X: 386.894 Y: 7.415.403 na divisa com a Bacia Ribeirão Três Ilhas, e o segundo próximo as coordenadas X: 382.772 Y: 7.416.924 na divisa com a Bacia Ribeirão da Divisa ou Lambari. Aproximadamente 65 domicílios (224 habitantes), correspondentes a 10% da população da bacia estão localizados nas margens do rio, portanto em situação de ocupação de áreas de APP. A distribuição d população na bacia 6 é mostrada na figura 60.

Como mostra a Foto a seguir.

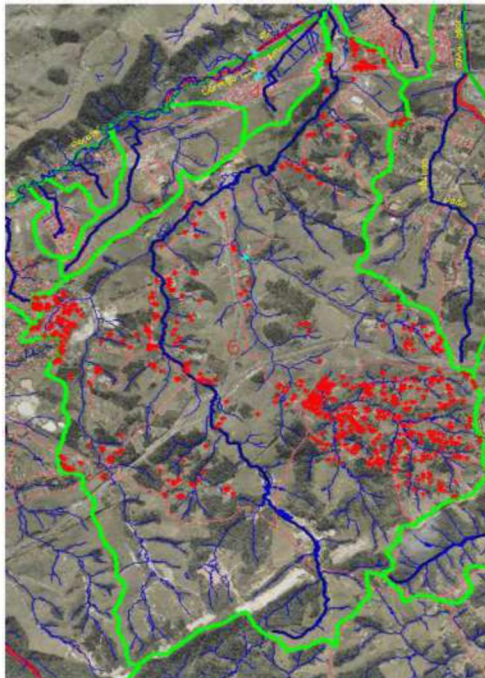


Figura 60 – Distribuição da população na bacia 6

2.6.4 - Pontos Críticos

Os pontos críticos abrangem os locais onde ocorrem inundações crônicas como também os pontos onde há problemas de erosão e escorregamento devido a deficiências do sistema de drenagem. Foi realizada uma visita de campo nos pontos críticos, onde foram observadas as conseqüências das inundações ocorridas por ocasião das chuvas torrenciais em janeiro de 2010, que passamos a descrever.

2.4.6.1 – Ponto Crítico nº 13 – Estrada Elvira Santana Cardoso

O ponto crítico nº 13 está localizado na Estrada Elvira Santana Cardoso, no bairro Guanabara, próximo às coordenadas X: 385.059; Y: 7.417.758, cota 595.

Análise

Os tubos encontram-se semi obstruídos, conforme mostrado na figura 61 e há uma ocupação com canalização por tubos imediatamente à jusante, o que contribui para o estrangulamento da vazão e o respectivo transbordamento do córrego sobre a estrada de acesso.



Figura 61 - Vista da tubulação semi assoreada na passagem sob a Estr. Elvira Santana Cardoso.

Recomendações

Elaborar projeto para redimensionamento da passagem sob a Estrada Municipal Elvira Santana Cardoso, de modo a atender a vazão de projeto.

2.7 - Bacia 7 - Córrego João Pinto

2.7.1 - Localização e características principais

A bacia 7 localiza-se na zona norte do município de Guararema, seu curso d'água principal é o Córrego João Pinto que percorre a bacia hidrográfica na trajetória de sudoeste á nordeste. Sua nascente está localizada no município de Guararema, próximo das coordenadas X: 387.682; Y:7.416.259 na cota 685. A foz no rio Parateí está localizada nas coordenadas X: 387.710; Y: 7.421.834 na cota 570. A área de drenagem da bacia é de 10,46 Km² e a extensão total aproximada do talvegue é de 6,20 Km. Da área total de drenagem da bacia, 6,87 km² estão inseridos no município de Guararema, com extensão de talvegue de 4,02Km no município de Guararema. Os 2,18 Km de comprimento de talvegue restantes na divisa de município com Jacareí com área de drenagem de 3,59 Km² . A bacia do córrego João Pinto não apresenta pontos críticos de inundação. A bacia do córrego João Pinto não apresenta pontos críticos de inundação.

2.7.2 - Uso e ocupação de solo

Mais de 70% da bacia composta por pasto. A tabela 12 a seguir, apresenta a descrição e as áreas em hectares e porcentagem do uso do solo na bacia 7 – córrego João Pinto.

Tabela 12 – Classes de uso do solo da bacia 6.

Classes de Uso do Solo (há)	há	%
Pasto	739,64	70,72
Mata capoeira	158,11	15,12
Urbana	60,91	5,82
Água	7,04	0,67
Solo exposto	4,26	0,41
Cultura	43,66	4,17
Reflorestamento	0,60	0,06
Pasto sujo	31,70	3,03
Pasto degradado	0,00	0,00
Reflorestamento cort	0,00	0,00
Área minerada	0,00	0,00
Área da Bacia (há)	1.045,92	100,00

2.7.3 - População

Na bacia foram contabilizados aproximadamente 371 domicílios (1337 habitantes), com densidade demografia de 0,2407Hab./Há, sendo 354 domicílios no município de Guararema, ou seja, aproximadamente 95% da população da bacia. Destes, 276 domicílios (993

habitantes) estão localizados em área urbanizada, ou seja, aproximadamente 74% da população da bacia.



Figura 62 - Distribuição da população na bacia Córrego João Pinto, em vermelho



Figura 63 - Passagem do Córrego na área urbanizada da bacia.

2.8 – Bacia 8 - Ribeirão Três Ilhas

2.8.1 - Localização e Características principais

A bacia 8 tem como curso d'água principal o Ribeirão Três Ilhas que percorre a bacia hidrográfica na trajetória de oeste a leste. Sua nascente está localizada no município de Guararema, próximo das coordenadas X: 386.802 Y: 7.413.158 na cota 690. A foz no rio Paraíba do Sul está localizada nas coordenadas X: 391.665 Y: 7.414.290 na cota 570. A área de drenagem da bacia é de 7,48 Km² e a extensão total aproximada do talvegue é de 6,29 Km, localizada inteiramente no município de Guararema. A bacia do ribeirão Três Ilhas não apresenta pontos críticos de inundação.

2.8.2 - Uso e ocupação do solo

A maior parte da área da bacia é composta de pasto e menos que 40% por mata capoeira. . A tabela 13 a seguir, apresenta a descrição e as áreas em hectares e porcentagem do uso do solo na bacia 8 – Ribeirão Três Ilhas.

Tabela 13 – Classes de uso do solo da bacia 8.

Classes de Uso do Solo (há)	há	%
Pasto	404,71	54,44
Mata capoeira	286,82	38,58
Urbana	8,59	1,16
Água	4,84	0,65
Solo exposto	3,62	0,49
Cultura	0,00	0,00
Reflorestamento	0,00	0,00
Pasto sujo	34,86	4,69
Pasto degradado	0,00	0,00
Reflorestamento cort	0,00	0,00
Área minerada	0,00	0,00
Área da Bacia (há)	743,45	100,00

2.8.3 - População

Há aproximadamente 119 domicílios (427,21 habitantes) na bacia, com densidade demográfica de 0,57 Hab./Ha, sendo 59 domicílios (211,81 habitantes) em área urbanizada, ou seja, 49,57%% da população bacia, próximo a nascente do Ribeirão

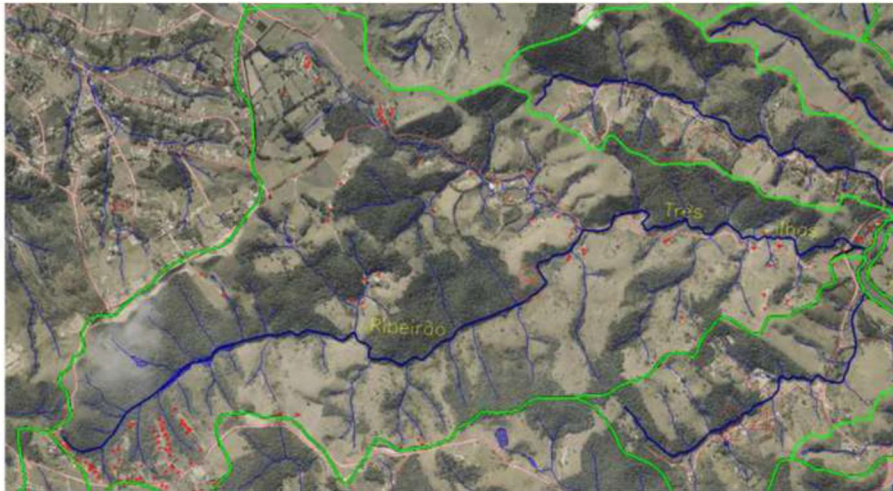


Figura 64 - distribuição da população na bacia, em vermelho.



Figura 65 - Área urbanizada na Foz do Ribeirão.

2.9 – Bacia 9 - Córrego Dr. Maneco

2.9.1 - Localização e Características principais

A bacia 9 tem como curso d'água principal o Córrego Dr. Maneco que percorre a bacia hidrográfica na trajetória de sudoeste a nordeste. Sua nascente está localizada no município de Guararema, próximo das coordenadas X: 387999 Y: 7415978 na cota 640. A foz no rio Paraíba do Sul está localizada nas coordenadas X: 391061 Y: 7416656 na cota 570. A área de drenagem da bacia é de 6,26 Km² e a extensão total aproximada do talvegue é de 4,28 Km, localizada inteiramente no município de Guararema. A bacia do Córrego Dr. Maneco não apresenta pontos críticos de inundação.

2.9.2 - Uso e ocupação do solo

Mais da metade da área total da bacia é ocupado por área classificada como pasto e somente 5,24% é ocupado por área urbana, e não existe um centro urbano, os domicílios estão espalhados pela bacia..

. A tabela 14 a seguir, apresenta a descrição e as áreas em hectares e porcentagem do uso do solo na bacia 9 – Córrego Dr. Maneco.

Tabela 14 – Classes de uso do solo da bacia 9.

Classes de Uso do Solo (há)	há	%
Pasto	458,73	73,43
Mata capoeira	98,24	15,73
Urbana	32,71	5,24
Água	0,40	0,06
Solo exposto	8,63	1,38
Cultura	18,96	3,03
Reflorestamento	1,27	0,20
Pasto sujo	5,80	0,93
Pasto degradado	0,00	0,00
Reflorestamento cort	0,00	0,00
Área minerada	0,00	0,00
Área da Bacia (há)	624,73	100,00

2.9.3 - População

A Bacia do Córrego Dr. Maneco abriga aproximadamente 114 domicílios com 409,26 habitantes, com uma densidade demográfica de 0,6551 Hab./ha.



Figura 66: disposição da população na bacia, em vermelho.



Figura 67: população próximo às margens do Córrego.

2.10 - Bacia 10

2.10.1 - Localização e Características principais

A bacia 10 tem como curso d'água principal o Córrego sem nome que percorre a bacia hidrográfica na trajetória de sul a norte. Sua nascente está localizada no município de Guararema, próximo das coordenadas X: 397524 Y: 7406669 na cota 770 A foz no rio Paraíba do Sul está localizada nas coordenadas X: 397672 Y: 7410748 na cota 570. A área de drenagem da bacia é de 5,6 Km² e a extensão total aproximada do talvegue é de 5,33 Km, localizada inteiramente no município de Guararema. A bacia do Córrego sem nome não apresenta pontos críticos de inundação. Aproximadamente 1,14 Km da extensão do talvegue percorre urbanizada.

2.10.2 - Uso e ocupação do solo

Mais de 50% da área total da bacia é ocupado por área classificada como pasto e somente 9,23% é ocupado por área urbana. Entretanto, a ocupação urbana ocorreu em grande parte, próximo as margens do Rio

Tabela 14 – Classes de uso do solo da bacia 9.

Classes de Uso do Solo (há)	há	%
Pasto	322,90	57,63
Mata capoeira	146,13	26,08
Urbana	51,70	9,23
Água	12,98	2,32
Solo exposto	2,03	0,36
Cultura	0,00	0,00
Reflorestamento	17,79	3,17
Pasto sujo	4,47	0,80
Pasto degradado	2,33	0,42
Reflorestamento corte	0,00	0,00
Área minerada	0,00	0,00
Área da Bacia (há)	560,33	100,00

2.10.3 - População

A Bacia 10 abriga aproximadamente 255 domicílios com 915 habitantes, com uma densidade demográfica de 1.63 Hab./há, sendo 160 domicílios (574,4 habitantes) em área urbanizada, ou seja, aproximadamente 62% da população da Bacia.

Não foram detectados pontos críticos de inundação na bacia. As figuras 68 e 69 a seguir mostram a distribuição da população na bacia.

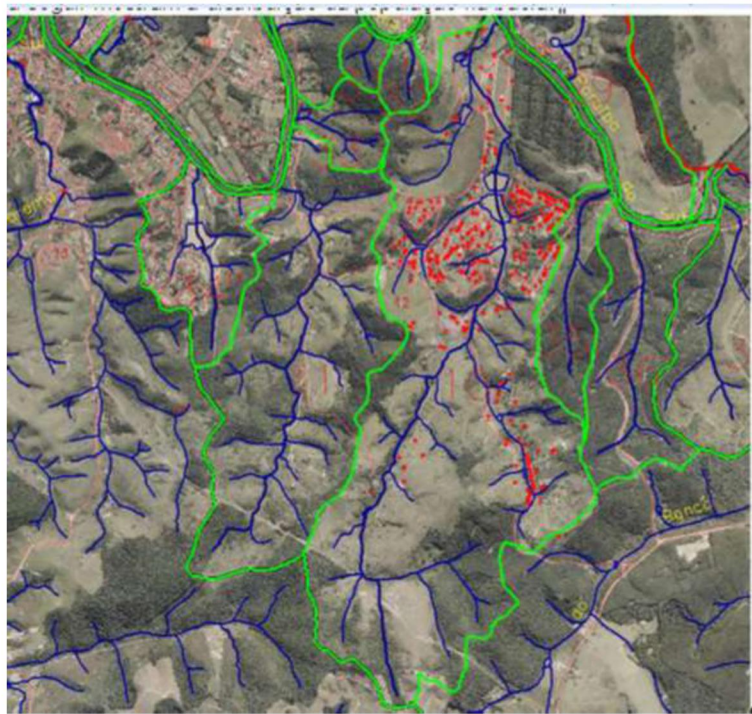


Figura 68 - Mancha Urbana em vermelho.



Figura 69 - População residente as margens do rio, em área urbanizada.

2.11 - Bacia 11

2.11.1 - Localização e Características principais

A Bacia 11 tem como d' água natural um ribeirão que percorre a bacia hidrográfica, com trajetória no sentido sul norte. A nascente está localizada próximo às coordenadas X: 395.674; Y: 7407155 na cota 790 e a foz no Rio Paraíba do Sul próximo a zona Central da cidade de Guararema, nas coordenadas X: 396.148 Y: 7.409.633 na cota 570. A área de drenagem da bacia é de 2,64 Km² e extensão total aproximada do talvegue de 3,14 km. A bacia em toda sua extensão no município de Guararema e não apresenta pontos críticos de inundação.

2.11.2 - Uso e ocupação do solo

Mais da metade da área total da bacia é ocupada por área classificada como pasto e somente 1,28% é ocupado por área urbana, e aproximadamente 34% da bacia de Mata capoeira. Tabela 16 a seguir apresenta a classificação do uso e ocupação do solo na bacia 11.

Tabela 16 – Classificação de uso do solo na bacia 11

Classes de Uso do Solo (há)	há	%
Pasto	158,35	59,90
Mata capoeira	90,16	34,11
Urbana	3,38	1,28
Água	0,05	0,02
Solo exposto	2,13	0,80
Cultura	0,00	0,00
Reflorestamento	0,00	0,00
Pasto sujo	10,24	3,87
Pasto degradado	0,04	0,01
Reflorestamento cort	0,00	0,00
Área minerada	0,00	0,00
Área da Bacia (há)	264,35	100,00

2.11.3 - População

A Bacia 11 abriga aproximadamente 48 domicílios com 172,18 habitantes, com uma densidade demográfica de 0,6513 Hab./há, sendo 15 domicílios (53,8 habitantes) em uma pequena área urbanizada, próximo a foz, ou seja, 31% da população da Bacia.

O restante da população esta dividida ao longo da bacia, como mostra a figura a seguir.

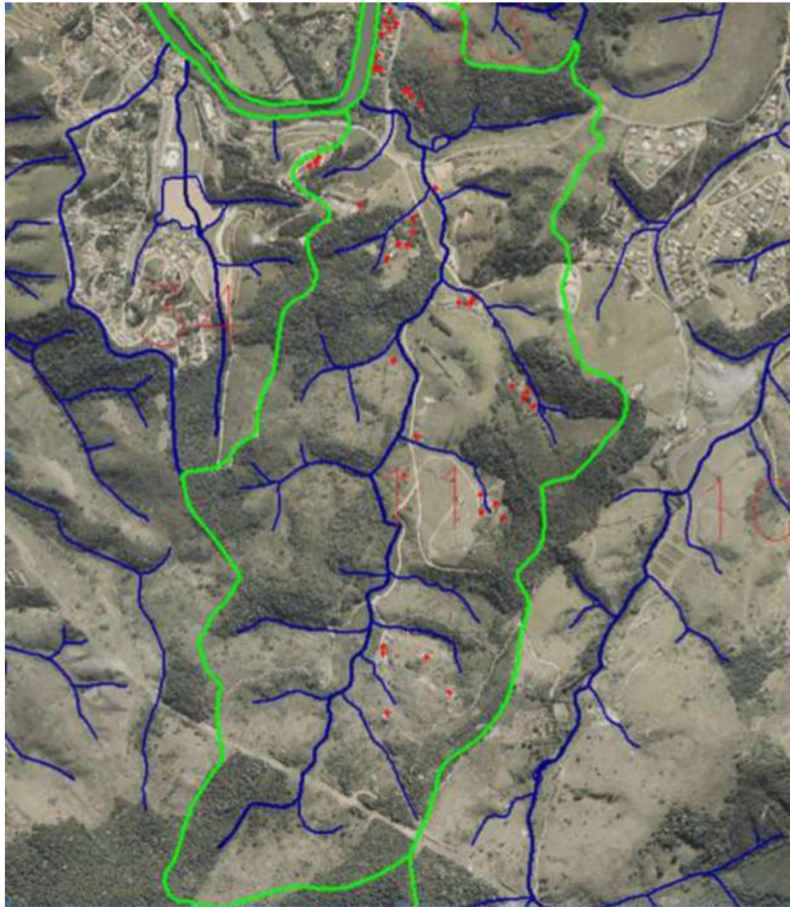


Figura 70 - :Distribuição da população na Bacia.

2.12 - *Bacia*12

2.12.1 - Localização e Características principais

A bacia 12 localiza-se na margem direita do rio Paraíba do Sul e seu curso d'água principal é um ribeirão sem nome identificado que percorre a bacia hidrográfica com trajetória de norte a sul com foz no Rio Paraíba do Sul no bairro Itapema, zona Central da cidade de Guararema, próximo as coordenadas X: 394.808 Y: 7.410.473 na cota 570 e a nascente, próximo às coordenadas X: 395.829 Y: 7.413.025 na cota 670, com área de drenagem de 3,57 Km² e extensão total aproximada do talvegue de 3,25 km.

2.12.2 - Uso e ocupação do solo

Mais de 50% da área total da bacia é ocupado por área classificada como pasto e aproximadamente 10% é ocupado por área urbana. Entretanto, a ocupação urbana ocorreu junto á foz no rio Paraíba do Sul. A tabela 17 a seguir apresenta a classificação do uso e ocupação do solo na bacia 12

Tabela 17 – Classificação do uso do solo na bacia 12

Classes de Uso do Solo (há)	há	%
Pasto	198,91	55,81
Mata capoeira	75,25	21,11
Urbana	35,87	10,06
Água	1,17	0,33
Solo exposto	2,99	0,84
Cultura	8,33	2,34
Reflorestamento	32,88	9,23
Pasto sujo	1,00	0,28
Pasto degradado	0,00	0,00
Reflorestamento cort	0,00	0,00
Área minerada	0,00	0,00
Área da Bacia (há)	356,39	100,00

2.12.3 - População

A Bacia 12 abriga aproximadamente 394 domicílios com 1421 habitantes, com uma densidade demográfica de 3,98 Hab./há, sendo a grande maioria, aproximadamente 311 domicílios (1122 habitantes) em área urbanizada, ou seja, 78% da população da Bacia.

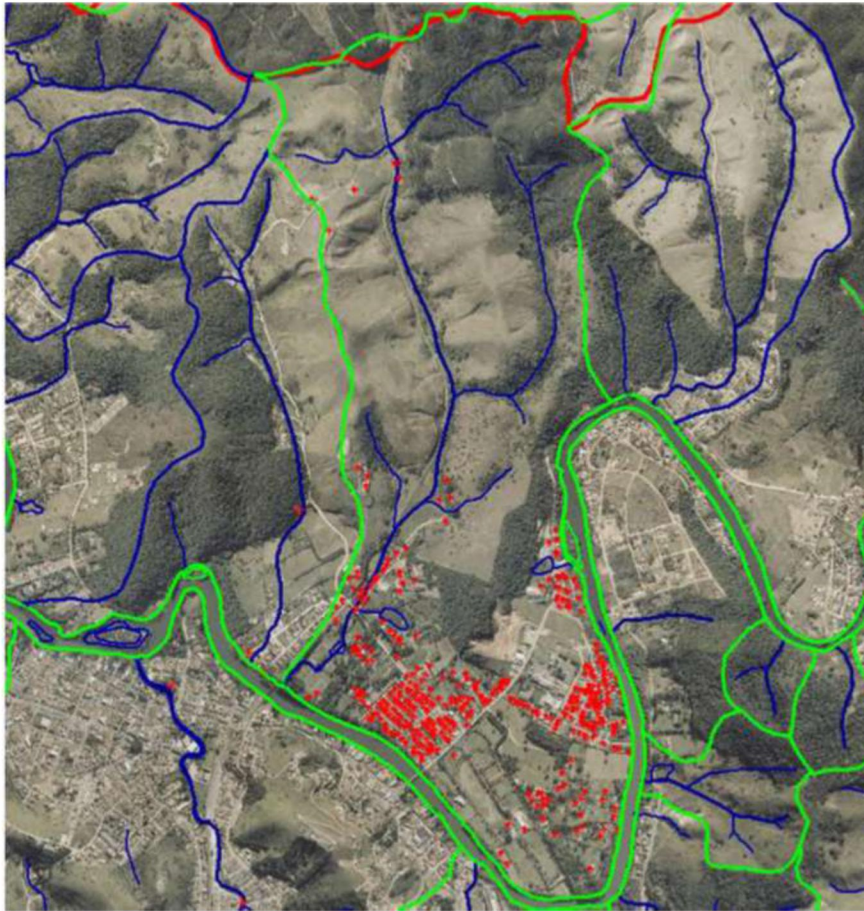


Figura 71 - Distribuição da população na bacia.

2.12.4 - Pontos críticos

Os pontos críticos abrangem os locais onde ocorrem inundações crônicas como também os pontos onde há problemas de erosão e escorregamento devido a deficiências do sistema de drenagem. Foi realizada uma visita de campo nos pontos críticos, onde foram observados as conseqüências das inundações ocorridas por ocasião das chuvas torrenciais em janeiro de 2010, que passamos a descrever.

2.12.4.1 – Ponto Crítico nº 14 - Rua Manoel Sanches Moyano

O ponto crítico nº 14, localizado na Rua Manoel Sanches Moyano nas proximidades das coordenadas X = 395.165; Y = 7.410.858. O excesso de água provocou o rompimento da linha de tubos que recebe o córrego canalizado entre duas residências na Rua Manoel Sanches Moyano.

Análise

O córrego, quando atinge a área urbanizada, corre pelos fundos das residências da Rua Manoel Sanchez Moyano e aproximadamente 110,94 metros, antes de atingir a Rua Doutor Roberto, o mesmo é desviado entre duas residências e tem seu leito canalizado na Rua Manoel Sanches, como ilustram as figuras 72 e 73. O trecho compreendido entre a Rua Dr. Roberto e a foz sofreu alterações e o curso do rio foi retificado para receber ocupação humana, caracterizando-se como uma área natural de inundação.



Figura 72 - Passagem do córrego entre duas residências



Figura 73 – Rompimento da linha de tubos na Rua Manoel Sanches Moyano

A travessia do córrego sob a Rua Doutor Roberto é constituída por uma linha de 3 tubos, dois quais, um está praticamente obstruído, conforme ilustrado na figura 74.



Figura 74 – Travessia sob a Rua Doutor Roberto

Recomendações

Elaborar projeto para redimensionamento da caixa de passagem e canalização na Rua Manoel Sanches Moyano, bem como, redimensionar a passagem em linha de tubos sob a Rua Doutor Roberto, de modo a atender a vazão de projeto.

2.13 - Bacia 13

2.13.1 - Localização e Características principais

A bacia 13 localiza-se a margem direita do rio Paraíba do Sul. Seu curso d'água principal é um Ribeirão sem nome que percorre a bacia hidrográfica na trajetória de norte a sul. Sua nascente está localizada no município de Guararema, próximo das coordenadas X: 396799 Y: 7413422 na cota 670 A foz no rio Paraíba do Sul está localizada nas coordenadas X: 397278 Y: 7411222 na cota 570. A área de drenagem da bacia é de 2,29 Km² e a extensão total aproximada do talvegue é de 2,59 Km, localizada inteiramente no município de Guararema. Esta bacia não apresenta pontos críticos de inundação.

2.13.2 - Uso e ocupação do solo

Mais de 50% da área total da bacia é ocupada por Mata capoeira, pouco mais de 23% da bacia por reflorestamento, 20% de pasto, pouco mais de 6% de área urbana. Entretanto, a ocupação urbana ocorreu próximo á foz no rio Paraíba do Sul.

Tabela 1 – Classes de Uso do Solo na bacia 13

Classes de Uso do		
Solo (há)	há	%
Pasto	45,21	19,73
Mata capoeira	99,90	43,61
Urbana	14,03	6,12
Água	0,23	0,10
Solo exposto	1,12	0,49
Cultura	0,00	0,00
Reflorestamento	53,93	23,54
Pasto sujo	14,68	6,41
Pasto degradado	0,00	0,00
Reflorestamento cort	0,00	0,00
Área minerada	0,00	0,00
Área da Bacia (há)	229,09	100,00

2.13.3 - População

A Bacia 13 abriga aproximadamente 137 domicílios com 486 habitantes, com uma densidade demográfica de 1,62 Hab./ha, sendo aproximadamente 99 domicílios (351 habitantes) em área urbanizada, ou seja, 72% da população da Bacia.

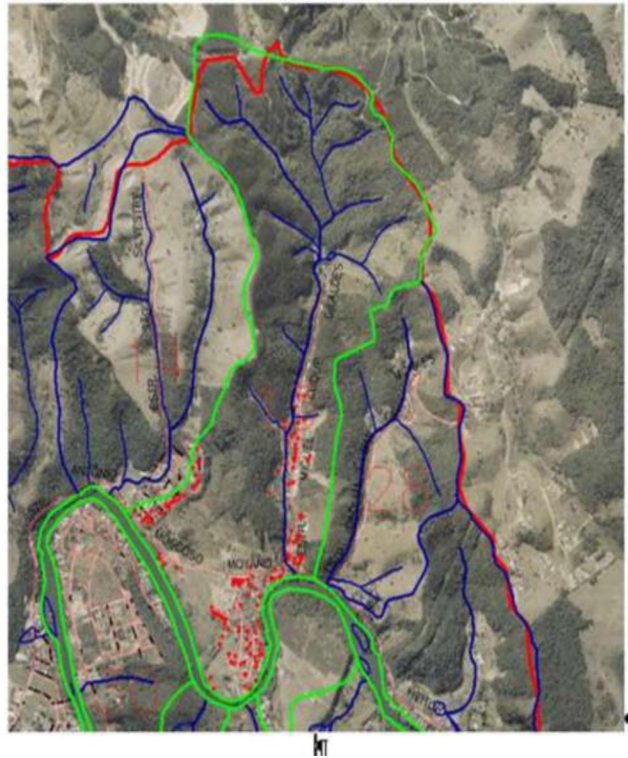


Figura 75 - Distribuição da população na bacia 13.



Figura 76 – Exultório da bacia 13 no rio Paraíba do Sul.

2.14.- Bacia 14

2.14.1 - Localização e Características principais

A bacia 14 localiza-se a margem direita do rio Paraíba do Sul. Seu curso d'água principal é um Ribeirão sem nome que percorre a bacia hidrográfica na trajetória de norte a sul. Sua nascente está localizada no município de Guararema, próximo das coordenadas X: 396.670; Y: 7.413.133 na cota 670 A foz no rio Paraíba do Sul está localizada nas coordenadas X: 396.285 Y: 7.411.597 na cota 570. A área de drenagem da bacia é de 1,35 Km² e a extensão total aproximada do talvegue é de 1,97 Km, localizada inteiramente no município de Guararema. Esta bacia não apresenta pontos críticos de inundação.

2.14.2 - Uso e ocupação de solo

Pouco mais de 60% da bacia ocupados por pasto, e pouco mais de 30% por mata capoeira, e apenas 3,24% por área urbana.

Tabela 1 - Classes de uso do solo na bacia 14

Classes de Uso do Solo (há)	há	%
Pasto	81,66	60,24
Mata capoeira	47,32	34,91
Urbana	4,39	3,24
Água	0,04	0,03
Solo exposto	0,00	0,00
Cultura	0,00	0,00
Reflorestamento	2,15	1,59
Pasto sujo	0,00	0,00
Pasto degradado	0,00	0,00
Reflorestamento cort	0,00	0,00
Área minerada	0,00	0,00
Área da Bacia (há)	135,56	100,00

2.14.3 - População

A Bacia 14 abriga aproximadamente 45 domicílios com 159 habitantes, com uma densidade demográfica de 1,78 Hab./há, sendo 36 domicílios (127habitantes) em área urbanizada, ou seja, 80% da população da Bacia.

Como mostra a figura a seguir.

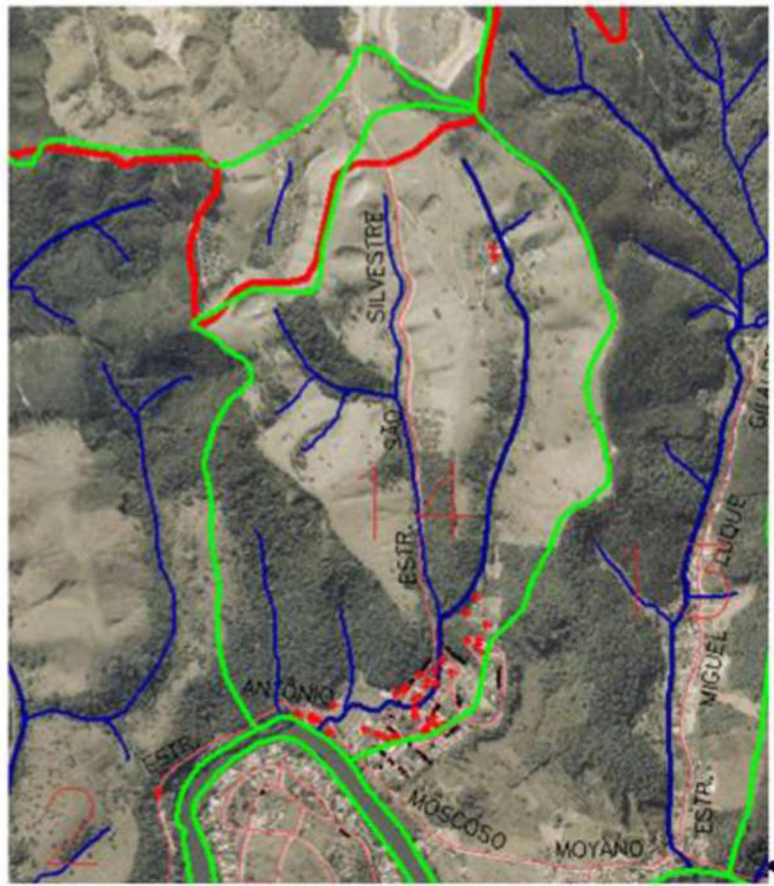


Figura 77 - Distribuição da população na Bacia.

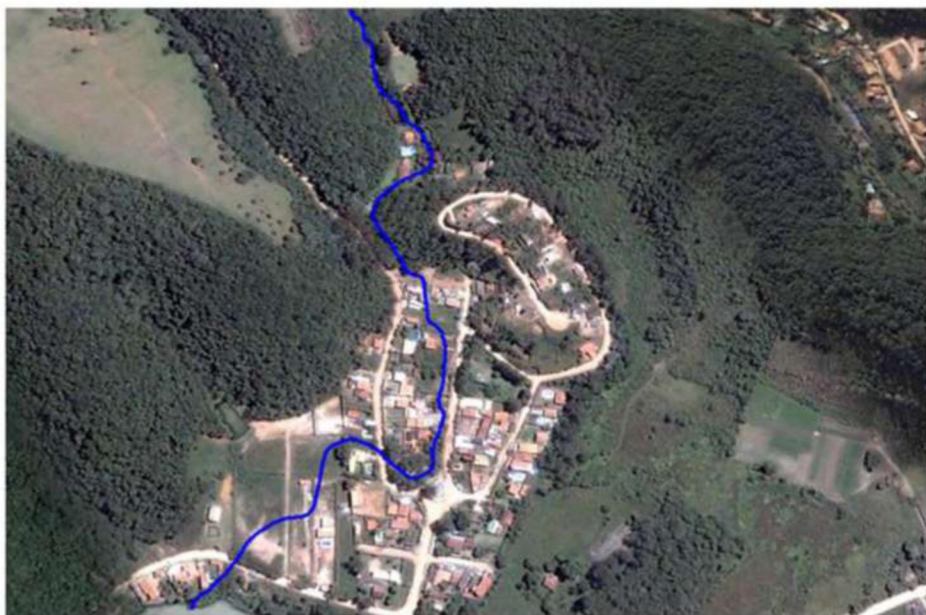


Figura 78 – Exultório da bacia 14 no Rio Paraíba do Sul, bastante urbanizada.

2.15 - Bacia 15 – Bairro Itapema

Localização e Características principais

A bacia 15 tem como curso d'água principal um ribeirão sem nome que percorre a bacia hidrográfica de norte a sul, com sua foz localizada no Rio Paraíba do Sul próximo as coordenadas X: 394.688; Y: 7.410.562 na cota 570 e a nascente próxima as coordenadas X: 394.754; Y: 7.412.493 na cota 670, e área de drenagem de 1,21 Km² e extensão total aproximada de 2,08 Km, no município de Guararema.

2.15.1 - Uso e ocupação de solo

A tabela 20 a seguir apresenta a classificação do uso e ocupação do solo na bacia 15

Tabela 20 – Classificação do uso do solo na bacia 15

Classes de Uso do Solo (há)	há	%
Pasto	60,24	49,58
Mata capoeira	55,30	45,51
Urbana	4,92	4,05
Água	0,24	0,20
Solo exposto	0,12	0,10
Cultura	0,00	0,00
Reflorestamento	0,00	0,00
Pasto sujo	0,69	0,57
Pasto degradado	0,00	0,00
Reflorestamento cort	0,00	0,00
Área minerada	0,00	0,00
Área da Bacia (há)	121,50	100,00

2.15.2 - População

A Bacia 15 abriga aproximadamente 76 domicílios com 266 habitantes, com uma densidade demográfica de 2,2 Hab./há, sendo 47 domicílios (165 habitantes) em área urbanizada, ou seja, 61% da população da Bacia, conforme ilustrado na figura 79.

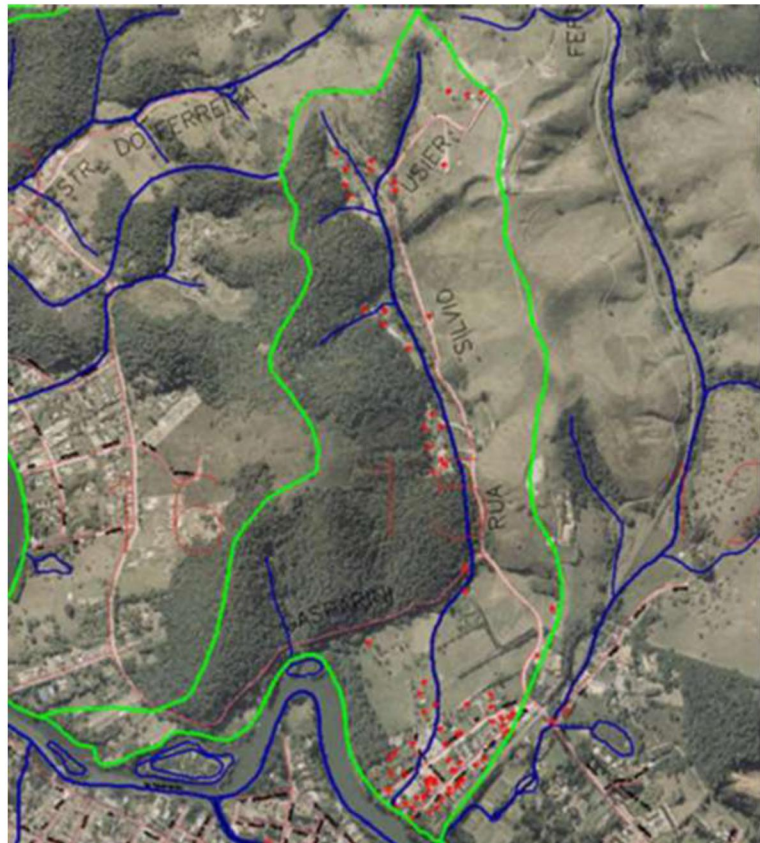


Figura 79 - Distribuição da população na bacia.

2.15.3 - Pontos Críticos

Os pontos críticos abrangem os locais onde ocorrem inundações crônicas como também os pontos onde há problemas de erosão e escorregamento devido a deficiências do sistema de drenagem. Foi realizada uma visita de campo nos pontos críticos, onde foram observadas as conseqüências das inundações ocorridas por ocasião das chuvas torrenciais em janeiro de 2010, que passamos a descrever.

2.15.3.1 – Ponto crítico nº 1 - Av. Carlos Drummond Andrade

O ponto crítico nº 15 localiza-se na Avenida Carlos Drummond de Andrade e João Ozório Silveira Martins, próximo às coordenadas X: 394.672; Y: 7.410.601 na cota 570 às margens do rio Paraíba do Sul.

A figura 80 ilustra o nível da enchente no muro próximo á margem do rio Paraíba do Sul da Av. Carlos Dromond de Andrade no dia 01/01/2010.



Figura 80 – Nível atingido pela enchente no início da Av. Carlos Drumond de Andrade

Análise

A Figura 81 mostra a região do bairro Itapema atingida pela enchente do rio Paraíba do Sul com as cotas 570 e 575.



Figura 81 – Itapema – Cota 570 em azul e 575 em amarelo.

Na fase mais crítica do episódio de enchente no bairro Itapema que teve como causa exclusivamente a elevação do nível do rio Paraíba do Sul, o nível d'água atingiu a Rua Raquel de Queiroz que dista 145,93 metros da margem direita do rio Paraíba, entre as cotas 570 e 575. A Rua Raquel de Queiroz dista aproximadamente 69,65 metros da cota 570. Considerando a distância de 267,24 metros entre a cota 570 e 575 na Rua Carlos Drumond de Andrade, estimou-se que o nível da enchente para atingir a Rua Raquel de Queiroz sofreu uma

elevação de superior a 1,30 metros acima da cota 570, ou seja o leito do rio Paraíba do Sul no seu período mais crítico, superou a cota 571,3 metros.

Não existe solução de engenharia viável para prevenir episódios de enchente nessa região, uma vez que houve ocupação irregular da faixa marginal de 100 metros do rio Paraíba do sul, contrariando o disposto no item 3, alínea "a", artigo 2º da Lei 4.771/65 (Código Florestal).

Recomendações

Solicitar ao CEIVAP que o município de Guararema seja incluído numa rede de informações para que seja informado sobre quaisquer variações na operação das vazões defluentes da represa de Santa Branca, que possam colocar as populações ribeirinhas em risco.

Orientar a população sobre a situação de risco a que estão expostos e manter um sistema de alerta e um plano de evacuação.

2.15.3.2 – Ponto crítico nº 26 – Rua Silvio Usier

O ponto crítico nº 16 localiza-se na travessia sob a Rua Silvio Usier próximo, as coordenadas X = 394.890; Y = 7.411.798 na cota 585.

Análise

Foi constatada uma situação de estrangulamento da passagem por assoreamento e deposição de material lenhoso e escombros de construção (madeira, capim, entulho etc...)

Recomendações

Limpeza e desassoreamento do canal e elaboração de projeto para redimensionamento da passagem, de modo a atender a vazão de projeto.

2.16 - Bacia 16

2.16.1 - Localização e Características principais

A bacia 16 localiza-se na zona norte do município de Guararema, seu curso d'água principal caracteriza-se como curso d'água natural que percorre a bacia hidrográfica na trajetória de nordeste a sudoeste. Sua nascente está localizada no município de Guararema, próximo das coordenadas X: 394.131; Y: 7.412.108 na cota 645. A foz no rio Paraíba do Sul está localizada nas coordenadas X: 393.641; Y: 7.411.592 na cota 570. A área de drenagem da bacia é de 0,90 Km² e a extensão total aproximada do talvegue é de 0,82 Km. A área de drenagem da bacia está totalmente inserida no município de Guararema, iniciando na cota 645 até a foz na cota 570. A bacia 16 não apresenta pontos críticos de inundação.

2.16.2 - Uso e ocupação de solo

Pouco mais de 44% da bacia ocupado por Mata capoeira 42% por pasto e apenas 9,91% por área urbana, conforme mostrado na tabela 21.

Tabela 21 – Classes de uso do solo da bacia 16

Classes de Uso do Solo (há)	há	%
Pasto	85,85	42,15
Mata capoeira	90,43	44,40
Urbana	20,19	9,91
Água	0,20	0,10
Solo exposto	0,00	0,00
Cultura	0,00	0,00
Reflorestamento	0,05	0,02
Pasto sujo	6,96	3,42
Pasto degradado	0,00	0,00
Reflorestamento cort	0,00	0,00
Área minerada	0,00	0,00
Área da Bacia (há)	203,68	100,00

2.16.3 - População

A Bacia 16 abriga aproximadamente 138 domicílios com 481 habitantes, com uma densidade demográfica de 2,36 Hab./há, sendo 122 domicílios (425 habitantes) em área urbanizada, ou seja, aproximadamente 88% da população da Bacia, conforme ilustrado na figura 82.



Figura 82 – Distribuição da população na bacia 16

2.17 - Bacia 17

2.17.1 - Localização e Características principais

A bacia 17 localiza-se na zona norte do município de Guararema, seu curso d'água principal percorre a bacia hidrográfica na trajetória de nordeste a sudoeste. Sua nascente está localizada no município de Guararema, próximo das coordenadas X: 394.533; Y: 7.412.761 na cota 645. A foz no rio Paraíba do Sul está localizada nas coordenadas X: 392.629; Y: 7.412.661 na cota 570. A área de drenagem da bacia é de 1,30 Km² e a extensão total aproximada do talvegue é de 2,14 Km. A área de drenagem da bacia está totalmente inserida no município de Guararema, iniciando na cota 645 até a foz na cota 570. A bacia 17 não apresenta pontos críticos de inundação

2.17.2 - Uso e Ocupação de solo

A bacia tem mais que a metade de sua área composta por mata capoeira, pouco mais de 43% de pasto, e menos que 1% de área urbana

Tabela 22 – Classes de uso do solo da bacia 17

Classes de Uso do Solo (há)	há	%
Pasto	56,47	43,28
Mata capoeira	69,26	53,08
Urbana	0,56	0,43
Água	0,44	0,33
Solo exposto	0,00	0,00
Cultura	0,17	0,13
Reflorestamento	1,27	0,98
Pasto sujo	2,31	1,77
Pasto degradado	0,00	0,00
Reflorestamento cort	0,00	0,00
Área minerada	0,00	0,00
Área da Bacia (há)	130,48	100,00

2.17.3 - População

A Bacia 17 abriga aproximadamente 46 domicílios com 161 habitantes, com uma densidade demográfica de 1,24 Hab./há, sendo 23 domicílios (80 habitantes) em área urbanizada, ou seja, aproximadamente 50% da população da Bacia, conforme mostrado na figura 83.

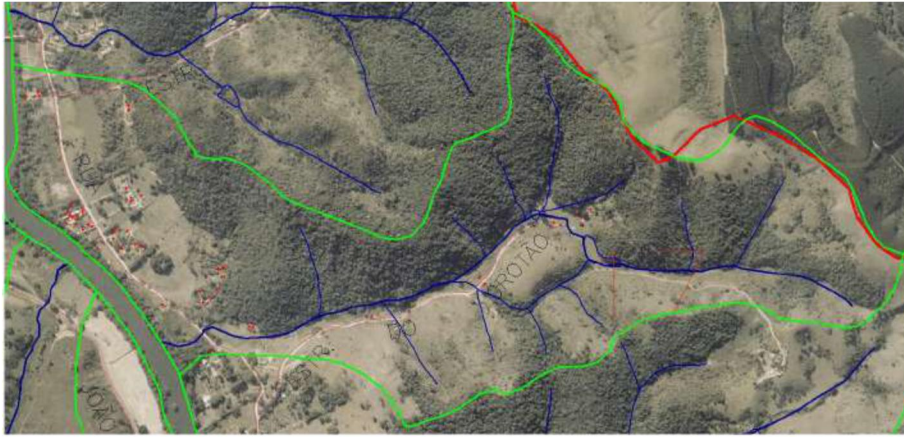


Figura 83 – Distribuição da população na bacia 17

2.18 - Bacia 18

2.18.1 - Localização e Características principais

A bacia 18 localiza-se na zona norte do município de Guararema, seu curso d'água principal percorre a bacia hidrográfica na trajetória de sudeste a noroeste. Sua nascente está localizada no município de Guararema, próximo das coordenadas X: 393.489; Y: 7.413.340 na cota 650. A foz no rio Paraíba do sul está localizada nas coordenadas X: 392217; Y: 7413566 na cota 570. A área de drenagem da bacia é de 1,26 Km² e a extensão total aproximada do talvegue é de 1,47 Km. A área de drenagem da bacia está totalmente inserida no município de Guararema, iniciando na cota 650 até a foz na cota 570

2.18.2 - Uso e ocupação de solo

A bacia tem quase 70% da sua área ocupada por mata capoeira, e aproximadamente 10% por pasto e 2% de área urbanizada.

Tabela 23 – Classes de uso do solo da bacia 18

Classes de Uso do Solo (há)	há	%
Pasto	13,15	10,44
Mata capoeira	87,34	69,35
Urbana	2,93	2,33
Água	0,69	0,55
Solo exposto	0,00	0,00
Cultura	0,46	0,37
Reflorestamento	21,38	16,97
Pasto sujo	0,00	0,00
Pasto degradado	0,00	0,00
Reflorestamento cort	0,00	0,00
Área minerada	0,00	0,00
Área da Bacia (há)	125,94	100,00

2.18.3 - População

A Bacia 18 abriga aproximadamente 55 domicílios com 191 habitantes, com uma densidade demográfica de 1,52 Hab./há, sendo 33 domicílios (114 habitantes) em área urbanizada, ou seja, aproximadamente 60% da população da Bacia, conforme ilustrado na figura 84.

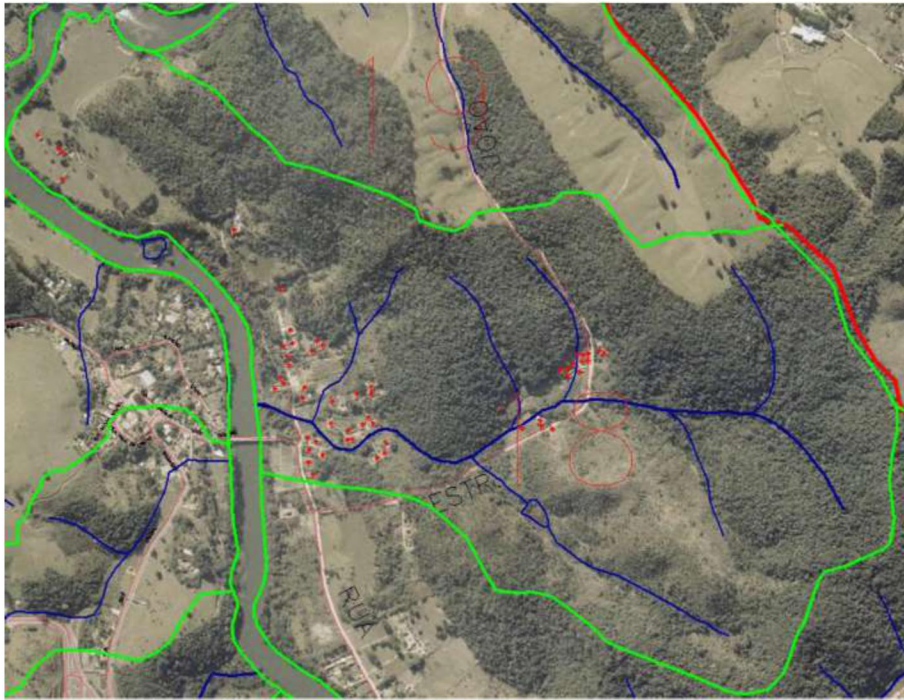


Figura 84 - Distribuição da população na bacia 18

2.19 - Bacia 19

2.19.1 - Localização e Características principais

A bacia 19 localiza-se na zona norte do município de Guararema, seu curso d'água principal percorre a bacia hidrográfica na trajetória de sudeste a noroeste. Sua nascente está localizada no município de Guararema, próximo das coordenadas X: 393.132 Y: 7.414.034 na cota 625. A foz no rio Paraíba do sul está localizada nas coordenadas X: 392.571; Y: 7.414.825 na cota 570. A área de drenagem da bacia é de 0,62 Km² e a extensão total aproximada do talvegue é de 1,02 Km. A área de drenagem da bacia está totalmente inserida no município de Guararema, iniciando na cota 625 até a foz na cota 570. A bacia 19 não apresenta pontos críticos de inundação.

2.19.2 - Uso e ocupação de solo

A bacia tem quase 70% da sua área ocupada por pasto, e aproximadamente 31% por Mata capoeira e menos que 1% de área urbanizada, conforme mostrado na tabela 24.

Tabela 24 – Classes de uso do solo da bacia 19

Classes de Uso do Solo (há)	há	%
Pasto	42,01	67,45
Mata capoeira	19,66	31,56
Urbana	0,32	0,52
Água	0,29	0,47
Solo exposto	0,00	0,00
Cultura	0,00	0,00
Reflorestamento	0,00	0,00
Pasto sujo	0,00	0,00
Pasto degradado	0,00	0,00
Reflorestamento cort	0,00	0,00
Área minerada	0,00	0,00
Área da Bacia (há)	62,28	100,00

2.19.3 - População

A Bacia 19 abriga aproximadamente 5 domicílios com 18 habitantes, com uma densidade demográfica de 0,30 Hab./há, sem uma área urbanizada, os poucos domicílios estão dispersos na bacia, conforme mostrado na figura 85.

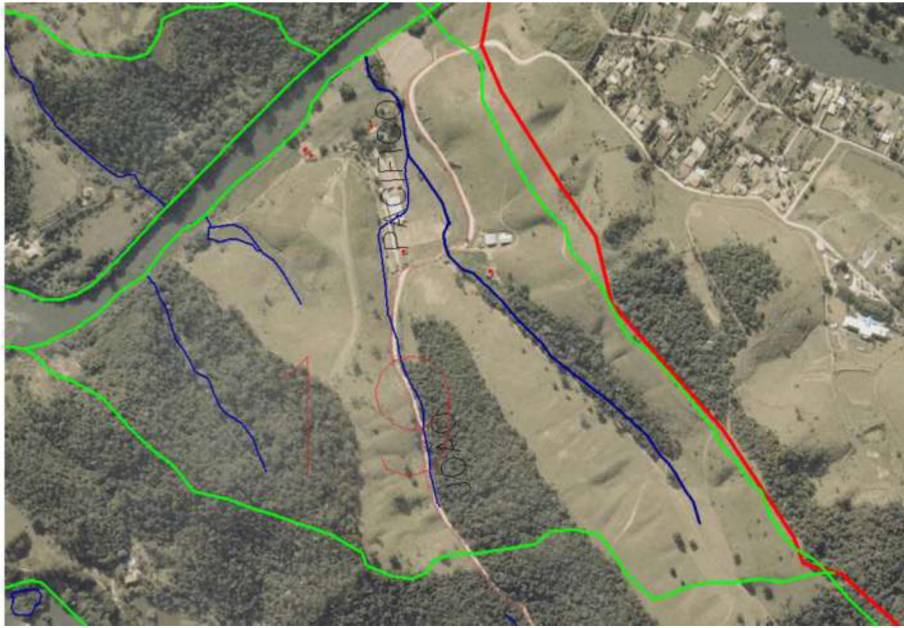


Figura – 85 – Distribuição da população na bacia 19

2.20 - Bacia 20

2.20.1 - Localização e Características principais

A bacia 20 localiza-se na zona norte do município de Guararema, seu curso d'água principal percorre a bacia hidrográfica na trajetória de noroeste a sudeste. Sua nascente está localizada no município de Guararema, próximo das coordenadas X: 394.599; Y: 7.412.642 na cota 690. A foz no rio Paraíba do sul está localizada nas coordenadas X: 393.217; Y: 7.411.837 na cota 570. A área de drenagem da bacia é de 1,14 Km² e a extensão total aproximada do talvegue é de 1,77 Km. A área de drenagem da bacia está totalmente inserida no município de Guararema, iniciando na cota 690 até a foz na cota 570. A bacia 20 não apresenta pontos críticos de inundação.

2.20.2 - Uso e ocupação de solo

A bacia tem pouco mais de 50% da sua área ocupada por pasto, e pouco mais de 40% ocupado por Mata capoeira, com pouquíssima ocupação urbana.

Tabela 25 – Classes de uso do solo da bacia 20

Classes de Uso do Solo (há)	há	%
Pasto	60,14	52,74
Mata capoeira	47,91	42,01
Urbana	0,64	0,56
Água	0,07	0,07
Solo exposto	0,00	0,00
Cultura	0,00	0,00
Reflorestamento	0,05	0,04
Pasto sujo	5,22	4,58
Pasto degradado	0,00	0,00
Reflorestamento cort	0,00	0,00
Área minerada	0,00	0,00
Área da Bacia (há)	114,04	100,00

2.20.3 - População

A Bacia 20 abriga aproximadamente 54 domicílios com 195 habitantes, com uma densidade demográfica de 1,71 Hab./há, sendo 45 domicílios (163 habitantes) vivendo em áreas urbanizadas, divididas em duas regiões a primeira com aproximadamente 22 domicílios (79 habitantes) próximo as coordenadas X: 392.988; Y: 7.412.392 e a segunda área com

aproximadamente 23 domicílios (82 habitantes) próximo as coordenadas X: 393.513; Y: 7.412.115 com alguns domicílios próximos a margem do rio, como mostra a figura a seguir.

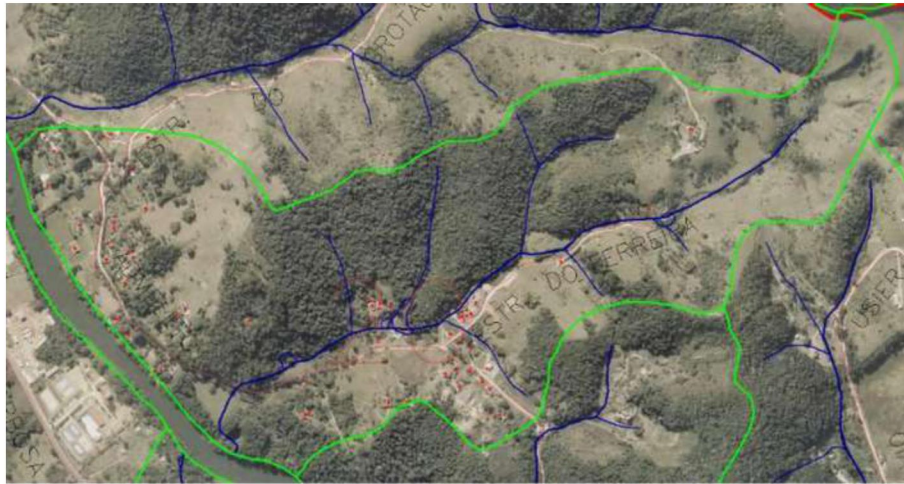


Figura 86 - Distribuição da população na bacia.



2.21 - Bacia 21

2.21.1 - Localização e Características principais

A bacia 21 localiza-se na zona norte do município de Guararema, seu curso d'água principal percorre a bacia hidrográfica na trajetória de noroeste a sudeste. Sua nascente está localizada no município de Guararema, próximo das coordenadas X: 390.733; Y: 7.415.604 na cota 675. A foz no rio Paraíba do sul está localizada nas coordenadas X: 392.303; Y: 7.415.134 na cota 570. A área de drenagem da bacia é de 0,72 Km² e a extensão total aproximada do talvegue é de 2,12 Km. A área de drenagem da bacia está totalmente inserida no município de Guararema, iniciando na cota 675 até a foz na cota 570. A bacia 21 não apresenta pontos críticos de inundação.

2.21.2 - Uso e ocupação de solo

A bacia tem pouco mais de 70% da sua área ocupada por pasto, e aproximadamente 26% ocupado por Mata capoeira.

Tabela 26 – Classes de uso do solo da bacia 21

Classes de Uso do Solo (há)	há	%
Pasto	52,76	73,49
Mata capoeira	18,72	26,08
Urbana	0,27	0,38
Água	0,04	0,06
Solo exposto	0,00	0,00
Cultura	0,00	0,00
Reflorestamento	0,00	0,00
Pasto sujo	0,00	0,00
Pasto degradado	0,00	0,00
Reflorestamento cort	0,00	0,00
Área minerada	0,00	0,00
Área da Bacia (há)	71,79	100,00

2.21.3 - População

A Bacia 21 abriga aproximadamente 14 domicílios, aproximadamente 50 habitantes, com uma densidade demográfica de 0,70 Hab./há. A distribuição da população na bacia é mostrada na figura 87.



Figura 87 - Distribuição da população na Bacia 21.

2.22 - Bacia 22

2.22.1 - Localização e Características principais

A bacia 22 localiza-se na zona norte do município de Guararema, seu curso d'água principal percorre a bacia hidrográfica na trajetória de noroeste a sudeste. Sua nascente está localizada no município de Guararema, próximo das coordenadas X: 389.664; Y: 7.415.381 na cota 705. A foz no rio Paraíba do Sul está localizada nas coordenadas X: 391.908; Y: 7.414.482 na cota 570. A área de drenagem da bacia é de 1,78 Km² e a extensão total aproximada do talvegue é de 2,99 Km. A área de drenagem da bacia está totalmente inserida no município de Guararema, iniciando na cota 705 até a foz na cota 570. A bacia 22 não apresenta pontos críticos de inundação.

2.22.2 - Uso e ocupação de solo

A bacia tem pouco mais de 50% da sua área ocupada por pasto, e pouco mais de 40% por Mata capoeira.

Tabela 27 – Classes de uso do solo da bacia 22

Classes de Uso do Solo (há)	há	%
Pasto	95,89	53,79
Mata capoeira	78,48	44,03
Urbana	2,18	1,22
Água	0,07	0,04
Solo exposto	0,72	0,40
Cultura	0,92	0,51
Reflorestamento	0,00	0,00
Pasto sujo	0,00	0,00
Pasto degradado	0,00	0,00
Reflorestamento cort	0,00	0,00
Área minerada	0,00	0,00
Área da Bacia (há)	178,25	100,00

2.22.3 - População

A Bacia 22 abriga aproximadamente 63 domicílios ou seja, 225 habitantes, com uma densidade demográfica de 1,26 Hab./há, distribuídos na margem do rio, conforme mostrado na figura 88.

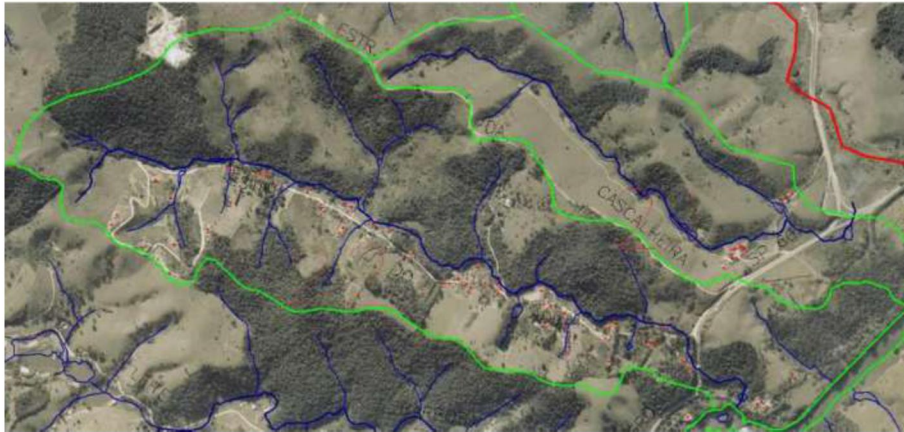


Figura 88 - Distribuição da população na bacia 22.

2.23 - Bacia 23

2.23.1 - Localização e Características principais

A bacia 23 localiza-se na zona norte do município de Guararema, seu curso d'água principal percorre a bacia hidrográfica na trajetória de sudoeste a nordeste. Sua nascente está localizada no município de Guararema, próximo das coordenadas X: 391.682; Y: 7.415.673 na cota 665. A foz no rio Paraíba do Sul está localizada nas coordenadas X: 391.684; Y: 7.416.209 Y: 7414482 na cota 580. A área de drenagem da bacia é de 0,31 Km² e a extensão total aproximada do talvegue é de 0,63 Km. A área de drenagem da bacia está totalmente inserida no município de Guararema, iniciando na cota 665 até a cota 580 na divisa do município. A bacia 23 não apresenta pontos críticos de inundação.

2.23.2 - Uso e ocupação de solo

A bacia tem pouco mais de 90% da sua área ocupada por pasto, com uma ocupação urbana muito pequena..

Tabela 28 – Classes de uso do solo da bacia 23

Classes de Uso do Solo (há)	há	%
Pasto	28,71	92,47
Mata capoeira	1,48	4,75
Urbana	0,04	0,13
Água	0,82	2,65
Solo exposto	0,00	0,00
Cultura	0,00	0,00
Reflorestamento	0,00	0,00
Pasto sujo	0,00	0,00
Pasto degradado	0,00	0,00
Reflorestamento cort	0,00	0,00
Área minerada	0,00	0,00
Área da Bacia (há)	31,05	100,00

2.23.3 - População

A Bacia 23 abriga aproximadamente 7 domicílios, com aproximadamente 24 habitantes, com uma densidade demográfica de 0,8 Hab./há, conforme mostrado na figura 89.



Figura 89 - Distribuição da população na bacia 23.

2.24 - Bacia 24

2.24.1 - Localização e Características principais

A bacia 24 localiza-se na zona norte do município de Guararema, seu curso d'água principal percorre a bacia hidrográfica na trajetória de sudoeste a nordeste. Sua nascente está localizada no município de Guararema, próximo das coordenadas X: 390.208; Y: 7.413.344 na cota 685. A foz no rio Paraíba do Sul está localizada nas coordenadas X: 391.668; Y: 7.414.029 na cota 570. A área de drenagem da bacia é de 1,90 Km² e a extensão total aproximada do talvegue é de 2,31 Km. A área de drenagem da bacia está totalmente inserida no município de Guararema, iniciando na cota 685 até a foz na cota 570. A bacia 24 não apresenta pontos críticos de inundação.

2.24.2 - Uso e ocupação de solo

Quase 60% da bacia ocupada por Pasto, e pouco mais de 30% por Mata capoeira e menos de 5% de ocupação urbana.

Tabela 29 – Classes de uso do solo da bacia 24

Classes de Uso do Solo (há)	há	%
Pasto	91,02	57,75
Mata capoeira	54,05	34,30
Urbana	7,74	4,91
Água	0,09	0,06
Solo exposto	0,00	0,00
Cultura	0,00	0,00
Reflorestamento	0,00	0,00
Pasto sujo	4,70	2,98
Pasto degradado	0,00	0,00
Reflorestamento cort	0,00	0,00
Área minerada	0,00	0,00
Área da Bacia (há)	157,60	100,00

2.24.3 - População

A Bacia 24 abriga aproximadamente 140 domicílios, ou seja, 471 habitantes, com uma densidade demográfica de 2,99 Hab./há, conforme mostrado na figura 90.

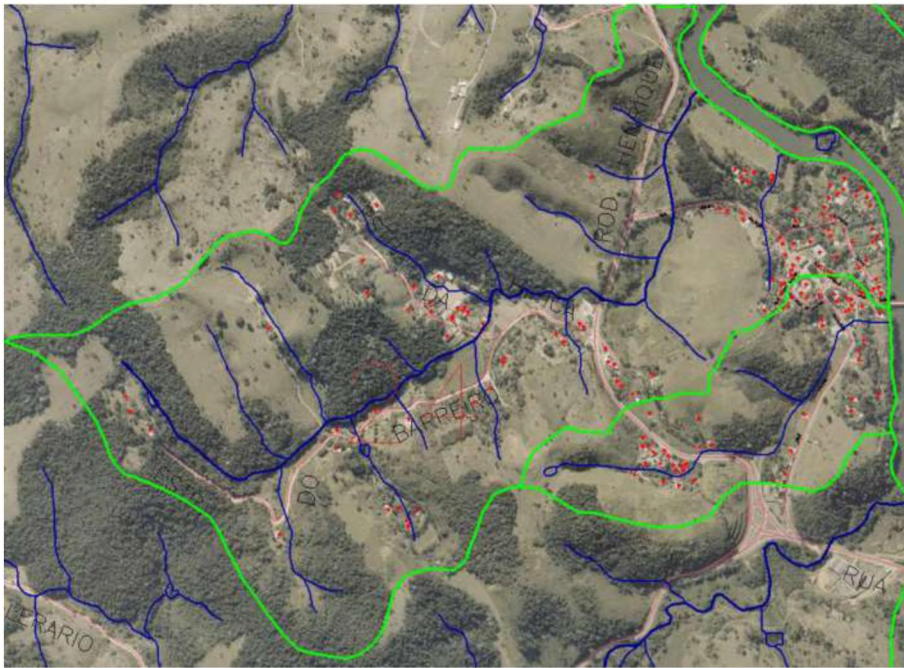


Figura 90 - distribuição da população na bacia.

2.25 - *Bacia 25*

2.25.1 - *Localização e Características principais*

A bacia 25 localiza-se na zona norte do município de Guararema, seu curso d'água principal a bacia hidrográfica na trajetória de sudoeste a nordeste. Sua nascente está localizada no município de Guararema, próximo das coordenadas X: 392.067; Y: 7.411.527 na cota 675. A foz no rio Paraíba do Sul está localizada nas coordenadas X: 392.373; Y: 7.412.876 na cota 570. A área de drenagem da bacia é de 1,00 Km² e a extensão total aproximada do talvegue é de 1,44 Km. A área de drenagem da bacia está totalmente inserida no município de Guararema, iniciando na cota 675 até a foz na cota 570. A bacia 25 não possui pontos críticos de inundação.

2.25.2 - *Uso e ocupação de solo*

Pouco mais de 50% da bacia ocupado por Pasto e não registra ocupação urbana ainda.

Tabela 30 – Classes de uso do solo da bacia 25

Classes de Uso do Solo (há)	há	%
Pasto	32,02	50,65
Mata capoeira	30,32	47,96
Urbana	0,00	0,00
Água	0,88	1,39
Solo exposto	0,00	0,00
Cultura	0,00	0,00
Reflorestamento	0,00	0,00
Pasto sujo	0,00	0,00
Pasto degradado	0,00	0,00
Reflorestamento cort	0,00	0,00
Área minerada	0,00	0,00
Área da Bacia (há)	63,22	100,00

A figura 91 ilustra a bacia, ainda sem ocupação urbana.

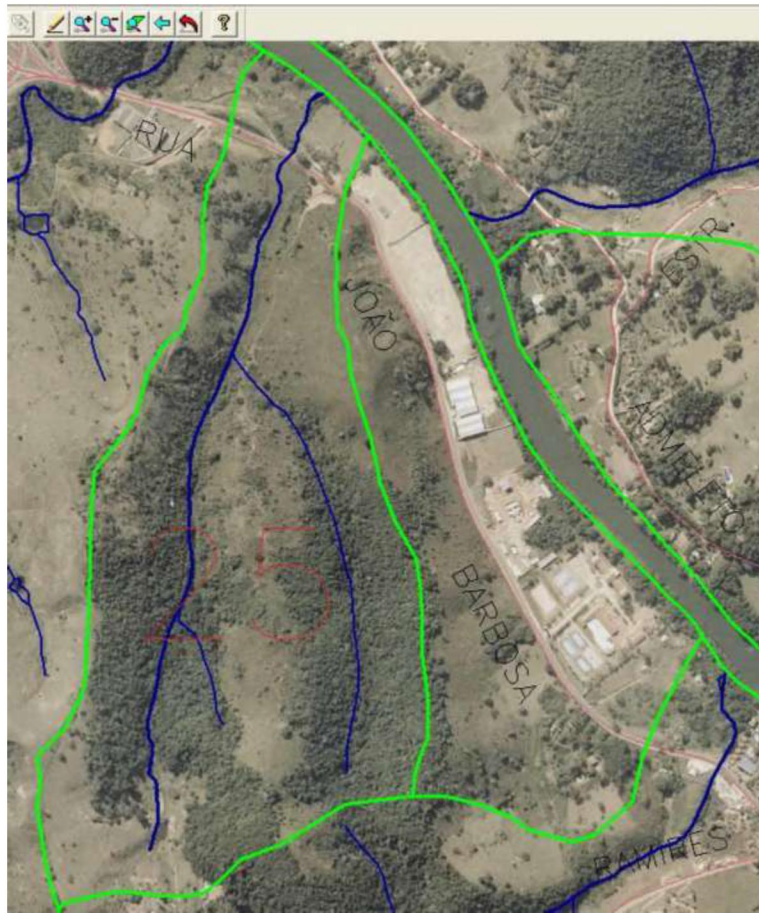


Figura 91 - Bacia 25



2.26 - *Bacia 26*

2.26.1 - *Localização e Características principais*

A bacia 26 localiza-se na zona norte do município de Guararema, seu curso d'água principal a bacia hidrográfica na trajetória de sudoeste a nordeste. Sua nascente está localizada no município de Guararema, próximo das coordenadas X: 392.072; Y: 7.411.001 na cota 710. A foz no rio Paraíba do Sul está localizada nas coordenadas X: 393.097; Y: 7.411.836 na cota 570. A área de drenagem da bacia é de 0,67 Km² e a extensão total aproximada do talvegue é de 1,61 Km. A área de drenagem da bacia está totalmente inserida no município de Guararema, iniciando na cota 710 até a foz na cota 570. A bacia 26 não apresenta pontos críticos de inundação.

2.26.2 - *Uso e ocupação de solo*

Mais de 70% da bacia ocupada por pasto, a área de mata supera os 25% e a ocupação urbana é insipiente.

Tabela 31 – Classes de uso do solo da bacia 26

Classes de Uso do Solo (há)	há	%
Pasto	47,91	71,33
Mata capoeira	17,98	26,77
Urbana	0,47	0,70
Água	0,02	0,03
Solo exposto	0,29	0,43
Cultura	0,50	0,74
Reflorestamento	0,00	0,00
Pasto sujo	0,00	0,00
Pasto degradado	0,00	0,00
Reflorestamento cort	0,00	0,00
Área minerada	0,00	0,00
Área da Bacia (há)	67,16	100,00

2.26.3 - *População*

A Bacia 26 abriga aproximadamente 50 domicílios, ou seja, 178 habitantes, com uma densidade demográfica de 2,65 Hab./há. Sendo 17 domicílios (60 habitantes) em área urbanizada, correspondente a aproximadamente 34% da população da bacia, conforme ilustrado na figura 92.

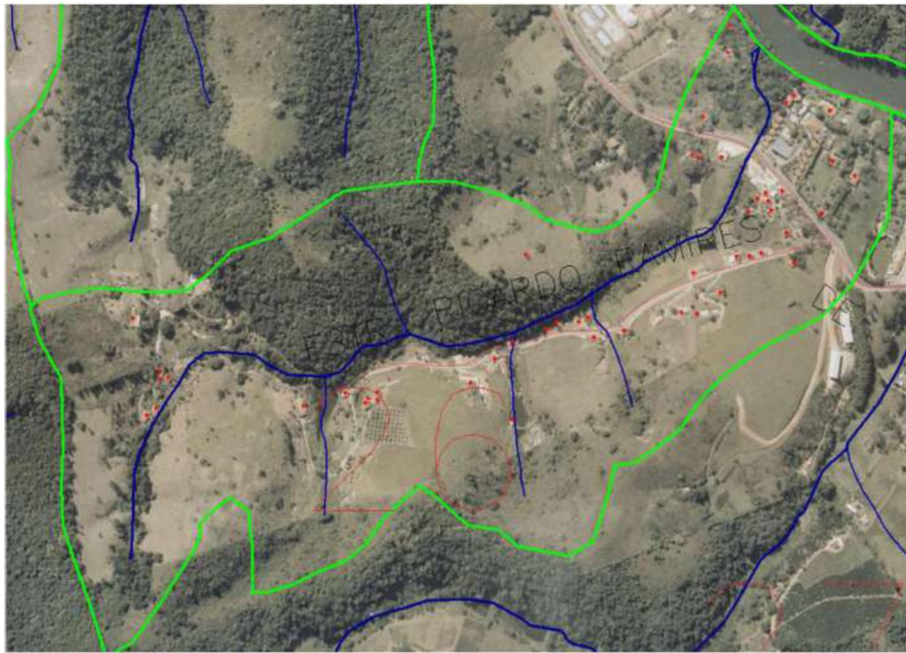


Figura 92 - Distribuição da população na bacia 26.

2.27 - Bacia 27

2.27.1 - Localização e Características principais

A bacia 27 localiza-se na zona norte do município de Guararema, seu curso d'água principal percorre a bacia hidrográfica na trajetória de sudoeste a nordeste. Sua nascente está localizada no município de Guararema, próximo das coordenadas X: 392.385 Y: 7.410.791 na cota 700. A foz no rio Paraíba do Sul está localizada nas coordenadas X: 393.407 Y: 7.411.686 na cota 570. A área de drenagem da bacia é de 0,87 Km² e a extensão total aproximada do talvegue é de 1,61 Km. A área de drenagem da bacia está totalmente inserida no município de Guararema, iniciando na cota 700 até a foz na cota 570. A bacia 27 não apresenta pontos críticos de inundação.

2.27.2 - Uso e ocupação de solo

Pouco mais de 60% da bacia ocupada por pasto, com pequena ocupação urbana

Tabela 32 – Classes de uso do solo da bacia 27

Classes de Uso do Solo (há)	há	%
Pasto	54,42	62,49
Mata capoeira	21,66	24,87
Urbana	5,81	6,67
Água	0,01	0,01
Solo exposto	0,49	0,57
Cultura	0,00	0,00
Reflorestamento	1,90	2,18
Pasto sujo	2,80	3,22
Pasto degradado	0,00	0,00
Reflorestamento cort	0,00	0,00
Área minerada	0,00	0,00
Área da Bacia (há)	87,09	100,00

2.27.3 - População

A Bacia 27 abriga aproximadamente 50 domicílios ou seja, 178 habitantes, com uma densidade demográfica de 2,04 Hab./há. Sendo 43 domicílios (153 habitantes) em área urbanizada, ou seja, aproximadamente 86% da população da bacia, conforme mostrado na figura 93.

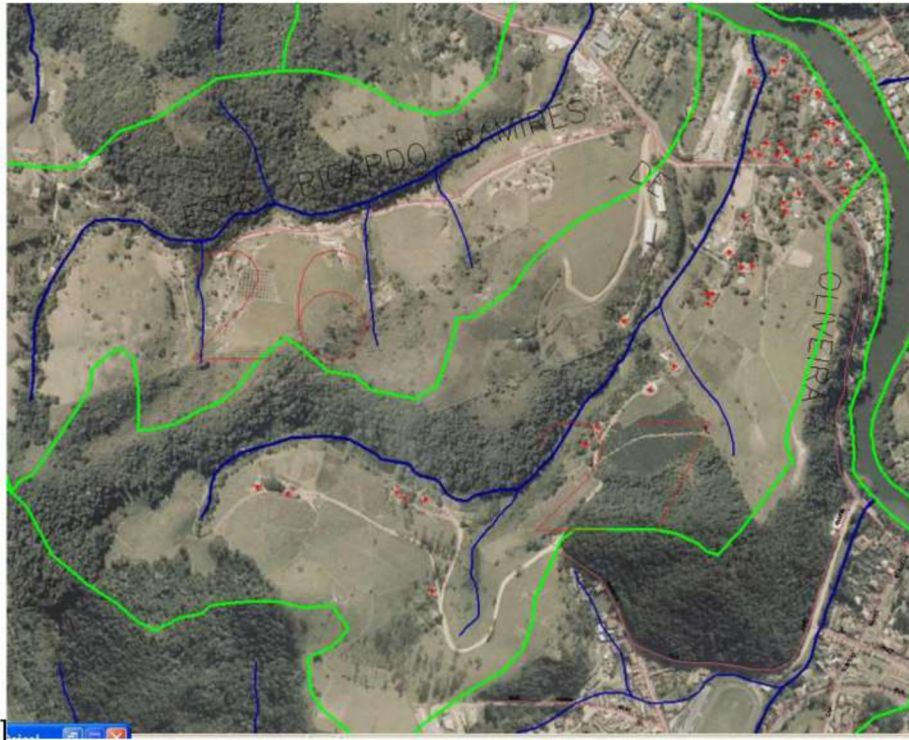


Figura 93 - Distribuição da população na Bacia 27.

2.28 - Bacia 28

2.28.1 - Localização e Características principais

A bacia 28 localiza-se na zona norte do município de Guararema, seu curso d'água principal percorre a bacia hidrográfica na trajetória de nordeste a sudoeste. Sua nascente está localizada no município de Guararema, próximo das coordenadas X: 397.859; Y: 7.412.420 na cota 645. A foz no rio Paraíba do Sul está localizada nas coordenadas X: 397.453. Y: 7.411.180 na cota 570. A área de drenagem da bacia é de 0,79 Km² e a extensão total aproximada do talvegue é de 1,39 Km. A área de drenagem da bacia está totalmente inserida no município de Guararema, iniciando na cota 645 até a foz na cota 570. A bacia 28 não possui pontos críticos de inundação.

2.28.2 - Uso e ocupação de solo

Pouco mais de 50% da bacia ocupada por Mata capoeira, e quase 43% por pasto, com pouca ocupação urbana.

Tabela 33 – Classes de uso do solo da bacia 28

Classes de Uso do Solo (há)	há	%
Pasto	34,19	42,99
Mata capoeira	41,95	52,75
Urbana	0,11	0,14
Água	0,00	0,00
Solo exposto	0,00	0,00
Cultura	0,00	0,00
Reflorestamento	0,61	0,77
Pasto sujo	2,66	3,34
Pasto degradado	0,00	0,00
Reflorestamento cort	0,00	0,00
Área minerada	0,00	0,00
Área da Bacia (há)	79,53	100,00

2.28.3 - População

A Bacia 28 abriga aproximadamente 14 domicílios ou seja, 50 habitantes, com uma densidade demográfica de 0,51 Hab./há, conforme mostrado na figura 94.

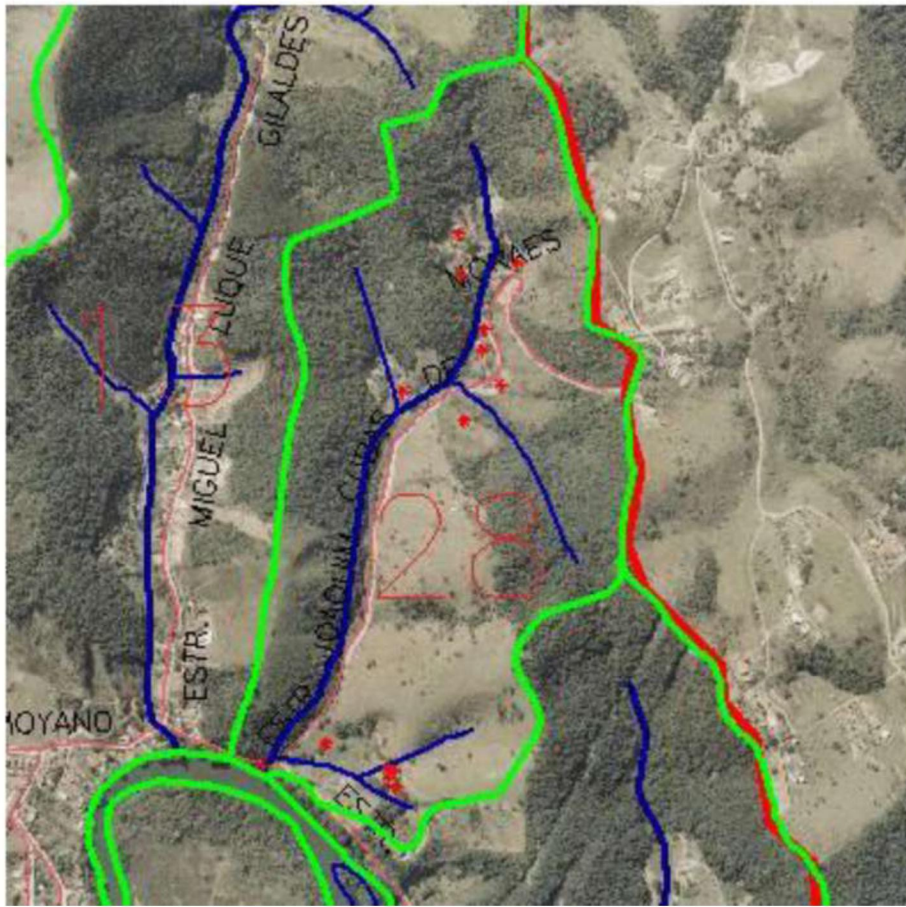


Figura 94 - Distribuição da população na bacia 28.

2.29 - Bacia 29

2.29.1 - Localização e Características principais

A bacia 29 localiza-se na zona norte do município de Guararema, seu curso d'água principal percorre a bacia hidrográfica na trajetória de nordeste a sudoeste. Sua nascente está localizada no município de Guararema, próximo das coordenadas X: 398.161; Y: 7.411.355 na cota 620. A foz no rio Paraíba do Sul está localizada nas coordenadas X: 398.125; Y: 7.410.362 na cota 570. A área de drenagem da bacia é de 1,20 Km² e a extensão total aproximada do talvegue é de 1,28 Km. A área de drenagem da bacia está totalmente inserida no município de Guararema, iniciando na cota 620 até a foz na cota 570. A bacia 29 não apresenta pontos críticos de inundação.

2.29.2 - Uso e ocupação de solo

Pouco mais de 50% da bacia ocupada por Mata capoeira, e quase 47% por pasto, com baixa ocupação urbana..

Tabela 34 – Classes de uso do solo da bacia 29

Classes de Uso do Solo (há)	há	%
Pasto	55,89	46,60
Mata capoeira	60,48	50,43
Urbana	2,36	1,96
Água	1,21	1,01
Solo exposto	0,00	0,00
Cultura	0,00	0,00
Reflorestamento	0,00	0,00
Pasto sujo	0,00	0,00
Pasto degradado	0,00	0,00
Reflorestamento cort	0,00	0,00
Área minerada	0,00	0,00
Área da Bacia (há)	119,93	100,00

2.29.3 - População

A Bacia 29 abriga aproximadamente 27 domicílios, ou seja, 99 habitantes, com uma densidade demográfica de 0,82 Hab./há, conforme mostrado na figura 95.

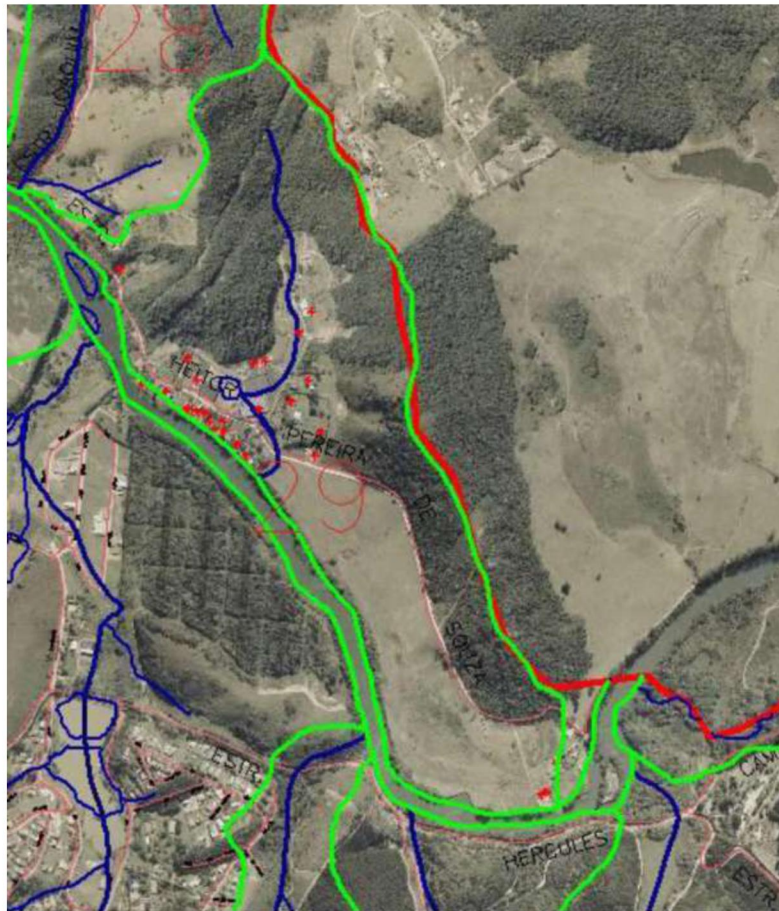


Figura 95 - Distribuição da população na bacia 29.

2.30 - Bacia 30

2.30.1 - Localização e Características principais

A bacia 30 localiza-se na zona norte do município de Guararema, seu curso d'água principal percorre a bacia hidrográfica na trajetória de nordeste a sudoeste. Sua nascente está localizada no município de Guararema, próximo das coordenadas X: 396.503; Y: 7.410.726 na cota 610. A foz no rio Paraíba do Sul está localizada nas coordenadas X: 396.123; Y: 7.410.689 na cota 570. A área de drenagem da bacia é de 0,63 Km² e a extensão total aproximada do talvegue é de 0,42 Km. A área de drenagem da bacia está totalmente inserida no município de Guararema, iniciando na cota 610 até a foz na cota 570. A bacia 30 não apresenta pontos críticos de inundação.

2.30.2 - Uso e ocupação de solo

Aproximadamente 39% da bacia ocupada por mata capoeira, 30% área urbana, e 22% de pasto.

Tabela 35 – Classes de uso do solo da bacia 30

Classes de Uso do Solo (há)	há	%
Pasto	13,74	22
Mata capoeira	24,71	39
Urbana	18,98	30
Água	0,93	1
Solo exposto	0,00	0
Cultura	0,00	0
Reflorestamento	0,00	0
Pasto sujo	4,57	8
Pasto degradado	0,00	0
Reflorestamento cort	0,00	0
Área minerada	0,00	0
Área da Bacia (há)	62,93	100

2.30.3 - População

A Bacia 30 abriga aproximadamente 108 domicílios, ou seja, 371 habitantes, com uma densidade demográfica de 5,9 Hab./há. A distribuição da população na bacia é mostrada na figura 96.



Figura 96 - Distribuição da população na bacia 30.



2.31 - *Bacia 31*

2.31.1 - *Localização e Características principais*

A bacia 31 localiza-se na zona norte do município de Guararema, seu curso d'água principal percorre a bacia hidrográfica na trajetória de sudoeste á nordeste. Sua nascente está localizada no município de Guararema, próximo das coordenadas X: 396.766; Y: 7.410.362 na cota 655. A foz no rio Paraíba do Sul está localizada nas coordenadas X: 396.805; Y: 7.410.659 na cota 570. A área de drenagem da bacia é de 0,11 Km² e a extensão total aproximada do talvegue é de 0,32 Km. A área de drenagem da bacia está totalmente inserida no município de Guararema, iniciando na cota 655 até a foz na cota 570.

2.31.2 - *Uso e ocupação de solo*

Aproximadamente 88% da bacia ocupada por Mata capoeira, e11% por pasto e ainda não apresenta ocupação urbana.

A tabela 36 a seguir, apresenta a descrição e as áreas em hectares e porcentagem do uso do solo na bacia 31.

Tabela 36 – Classes de uso do solo da bacia 31

Classes de Uso do Solo (há)	há	%
Pasto	1,20	11
Mata capoeira	9,47	88
Urbana	0,00	0
Água	0,05	1
Solo exposto	0,00	0
Cultura	0,00	0
Reflorestamento	0,00	0
Pasto sujo	0,00	0
Pasto degradado	0,00	0
Reflorestamento cort	0,00	0
Área minerada	0,00	0
Área da Bacia (há)	10,72	100

A área de drenagem da bacia 31 não apresenta ocupação urbana e é mostrada na figura 97.

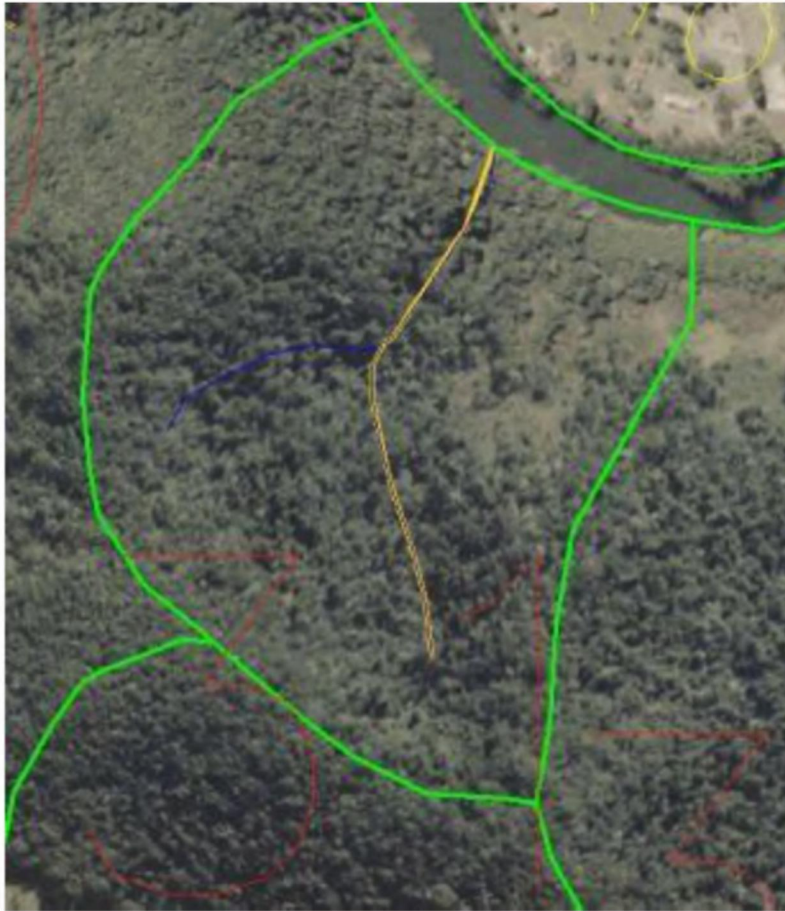


Figura 97 – Bacia 31

2.32 - *Bacia 32*

2.32.1 - *Localização e Características principais*

A bacia 32 localiza-se na zona norte do município de Guararema, seu curso d'água principal percorre a bacia hidrográfica na trajetória de sudoeste á nordeste. Sua nascente está localizada no município de Guararema, próximo das coordenadas X: 397.041; Y: 7.410.218 na cota 615. A foz no rio Paraíba do Sul está localizada nas coordenadas X: 397.008; Y: 7.410.635 na cota 570. A área de drenagem da bacia é de 0,14 Km² e a extensão total aproximada do talvegue é de 0,44 Km. A área de drenagem da bacia está totalmente inserida no município de Guararema, iniciando na cota 615 até a foz na cota 570.

2.32.2 - *Uso e ocupação de solo*

Pouco mais que 81%% da bacia ocupada por mata capoeira, aproximadamente 18% pasto.

A tabela 37 a seguir, apresenta a descrição e as áreas em hectares e porcentagem do uso do solo na bacia 32.

Tabela 37 – Classes de uso do solo da bacia 32

Classes de Uso do Solo (há)	há	%
Pasto	2,46	17,88
Mata capoeira	11,18	81,29
Urbana	0,00	0
Água	0,11	0,82
Solo exposto	0,00	0
Cultura	0,00	0
Reflorestamento	0,00	0
Pasto sujo	0,00	0
Pasto degradado	0,00	0
Reflorestamento cort	0,00	0
Área minerada	0,00	0
Área da Bacia (há)	13,75	100

A área de drenagem da bacia 32 não apresenta ocupação urbana e é mostrada na figura 98.



Figura 98 – Bacia 32

2.33 - *Bacia 33*

2.33.1 - *Localização e Características principais*

A bacia 33 localiza-se na zona norte do município de Guararema, seu curso d'água principal percorre a bacia hidrográfica na trajetória de sudoeste á nordeste. Sua nascente está localizada no município de Guararema, próximo das coordenadas X: 396.819; Y: 7.409.950 na cota 655. A foz no rio Paraíba do Sul está localizada nas coordenadas X: 396.245; Y: 7.410.089 na cota 570. A área de drenagem da bacia é de 0,26 Km² e a extensão total aproximada do talvegue é de 0,63 Km. A área de drenagem da bacia está totalmente inserida no município de Guararema, iniciando na cota 655 até a foz na cota 570.

2.33.2 - *Uso e ocupação de solo*

Pouco mais que 66% da bacia ocupada por pasto e aproximadamente 29% por mata capoeira..

A tabela 38 a seguir, apresenta a descrição e as áreas em hectares e porcentagem do uso do solo na bacia 33.

Tabela 38 – Classes de uso do solo da bacia 33

Classes de Uso do Solo (há)	há	%
Pasto	17,68	66,70
Mata capoeira	7,69	29,00
Urbana	0,00	0
Água	0,99	3,75
Solo exposto	0,14	0,54
Cultura	0,00	0
Reflorestamento	0,00	0
Pasto sujo	0,00	0
Pasto degradado	0,00	0
Reflorestamento cort	0,00	0
Área minerada	0,00	0
Área da Bacia (há)	26,50	100

A área de drenagem da bacia 33 não apresenta ocupação urbana e é mostrada na figura 99.



Figura 99 – Bacia 33

2.34 - Bacia 34

2.34.1 - Localização e Características principais

A bacia 34 localiza-se na zona norte do município de Guararema, seu curso d'água principal percorre a bacia hidrográfica na trajetória de sudoeste á nordeste Sua nascente está localizada no município de Guararema, próximo das coordenadas X: 395.668; Y: 7.408.526 na cota 635. A foz no rio Paraíba do Sul está localizada nas coordenadas X: 395.578; Y: 7.409.777 na cota 570 A área de drenagem da bacia é de 0,76 Km² e a extensão total aproximada do talvegue é de 0,30 Km. A área de drenagem da bacia está totalmente inserida no município de Guararema, iniciando na cota 635 até a foz na cota 570.

2.34.2 - Uso e ocupação de solo

Pouco mais que 36% da área da bacia ocupada por pasto, aproximadamente 27% mata capoeira e 32% por área urbana.

A tabela 39 a seguir, apresenta a descrição e as áreas em hectares e porcentagem do uso do solo na bacia 34.

Tabela 39 – Classes de uso do solo da bacia 34

Classes de Uso do Solo (há)	há	%
Pasto	27,85	36,69
Mata capoeira	20,71	27,29
Urbana	24,65	32,48
Água	2,68	3,54
Solo exposto	0,00	0
Cultura	0,00	0
Reflorestamento	0,00	0
Pasto sujo	0,00	0
Pasto degradado	0,00	0
Reflorestamento Curt.	0,00	0
Área minerada	0,00	0
Área da Bacia (há)	75,89	100

2.34.3 - População

A Bacia 34 abriga aproximadamente 152 domicílios, ou seja, 570 habitantes, com uma densidade demográfica de 7,51 Hab./há.



Figura 100 - Distribuição da população na Bacia 34.

2.35 - Bacia 35

2.35.1 - Localização e Características principais

A bacia 35 localiza-se na zona norte do município de Guararema, seu curso d'água principal a bacia hidrográfica na trajetória de sudeste á noroeste Sua nascente está localizada no município de Guararema, próximo das coordenadas X: 398.155; Y: 7.408.345 na cota 695. A foz no rio Paraíba do Sul está localizada nas coordenadas X: 398.447; Y: 7.409.612 na cota 570 A área de drenagem da bacia é de 0,50 Km² e a extensão total aproximada do talvegue é de 1,41 Km. A área de drenagem da bacia está totalmente inserida no município de Guararema, iniciando na cota 695 até a foz na cota 570.

2.35.2 - Uso e ocupação de solo

Pouco mais que 46% da área da bacia ocupada por Reflorestamento, menos que 1% ocupada por área urbana.

A tabela 40 a seguir, apresenta a descrição e as áreas em hectares e porcentagem do uso do solo na bacia 35.

Tabela 40 – Classes de uso do solo da bacia 35

Classes de Uso do Solo (há)	há	%
Pasto	12,94	25,73
Mata capoeira	13,01	25,87
Urbana	0,45	0,89
Água	0,06	0,13
Solo exposto	0,59	1,17
Cultura	0,00	0
Reflorestamento	23,24	46,21
Pasto sujo	0,00	0
Pasto degradado	0,00	0
Reflorestamento cort	0,00	0
Área minerada	0,00	0
Área da Bacia (há)	50,28	100

2.35.3 - População

A Bacia 35 abriga aproximadamente 5 domicílios ou seja 18 habitantes, com uma densidade demográfica de 0,36 Hab./há.



Figura101 - Distribuição da população na bacia 35.

2.36 - *Bacia 36*

2.36.1 - *Localização e Características principais*

A bacia 36 localiza-se na zona norte do município de Guararema, seu curso d'água principal percorre a bacia hidrográfica na trajetória de sudeste á noroeste Sua nascente está localizada no município de Guararema, próximo das coordenadas X: 398.155; Y: 7.408.345 na cota 695, A foz no rio Paraíba do Sul está localizada nas coordenadas X: 398.447; Y: 7.409.612 na cota 570 A área de drenagem da bacia é de 1,00 Km² e a extensão total aproximada do talvegue é de 1,76 Km. A área de drenagem da bacia está totalmente inserida no município de Guararema, iniciando na cota 695 até a foz na cota 570.

2.36.2 - *Uso e ocupação de solo*

Pouco mais que 63% da área da bacia ocupada por Reflorestamento, aproximadamente 26% ocupada por mata capoeira..

A tabela 41 a seguir, apresenta a descrição e as áreas em hectares e porcentagem do uso do solo na bacia 36.

Tabela 36 – Classes de uso do solo da bacia 37

Classes de Uso do Solo (há)	há	%
Pasto	3,39	3,38
Mata capoeira	26,51	26,41
Urbana	5,77	5,74
Água	0,33	0,33
Solo exposto	0,00	0
Cultura	0,00	0
Reflorestamento	63,72	63,47
Pasto sujo	0,67	0,67
Pasto degradado	0,00	0
Reflorestamento cort	0,00	0
Área minerada	0,00	0
Área da Bacia (há)	100,39	100

2.36.3 - *População*

A Bacia 36 abriga aproximadamente 4 domicílios ou seja 14 habitantes, com uma densidade demográfica de 0,36 Hab./há.



Figura 102 – Distribuição da população na bacia 36.



2.37 - *Bacia 37*

2.37.1 - *Localização e Características principais*

A bacia 37 localiza-se na zona norte do município de Guararema, seu curso d'água principal a bacia hidrográfica na trajetória de sudeste á noroeste Sua nascente está localizada no município de Guararema, próximo das coordenadas X: 399.289; Y: 7.408.051 na cota 735. A foz no rio Paraíba do Sul está localizada nas coordenadas X: 399.222; Y: 7.409.501 na cota 570. A área de drenagem da bacia é de 1,48 Km² e a extensão total aproximada do talvegue é de 1,60 Km. A área de drenagem da bacia está totalmente inserida no município de Guararema, iniciando na cota 735 até a foz na cota 570.

2.37.2 - *Uso e ocupação de solo*

Pouco mais que 36% da área da bacia ocupada por Reflorestamento, aproximadamente 42% ocupada por Pasto.

A tabela 42 a seguir, apresenta a descrição e as áreas em hectares e porcentagem do uso do solo na bacia 37.

Tabela 42 – Classes de uso do solo da bacia 37

Classes de Uso do Solo (há)	há	%
Pasto	62,87	42,45
Mata capoeira	22,88	15,46
Urbana	0,00	0
Água	0,22	0,14
Solo exposto	0,00	0
Cultura	0,00	0
Reflorestamento	53,75	36,29
Pasto sujo	8,38	5,66
Pasto degradado	0,00	0
Reflorestamento cort	0,00	0
Área minerada	0,00	0
Área da Bacia (há)	148,09	100

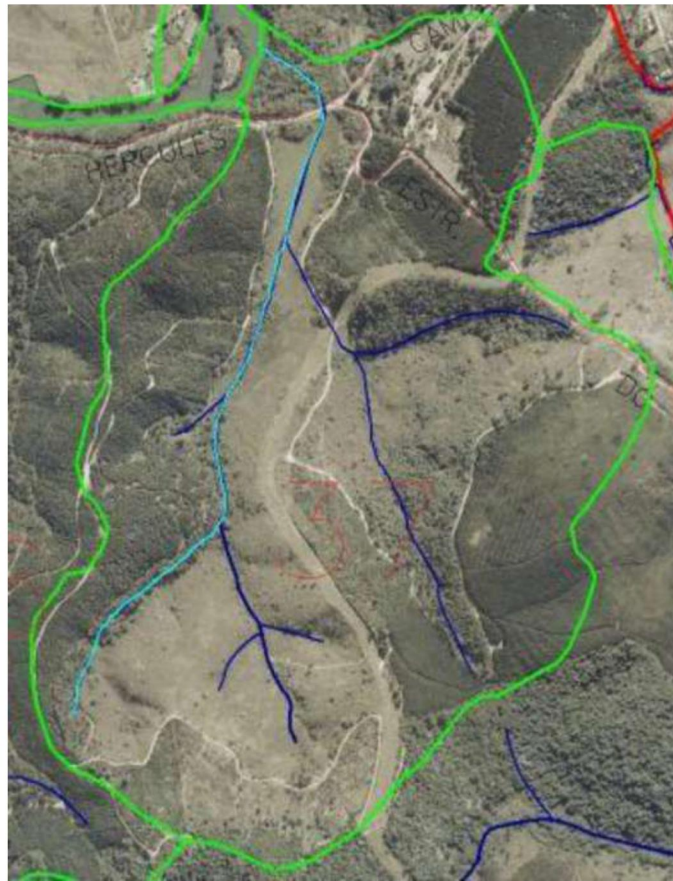


Figura 103 - Bacia 37

2.38 - *Bacia 38*

2.38.1 - *Localização e Características principais*

A bacia 38 localiza-se na zona norte do município de Guararema, seu curso d'água principal percorre a bacia hidrográfica na trajetória de sudeste á noroeste Sua nascente está localizada no município de Guararema, próximo das coordenadas X: 382.427; Y: 7.417.144 na cota 625. A foz no rio Parateí está localizada nas coordenadas X: 382.043; Y: 7.418.405 na cota 595 A área de drenagem da bacia é de 0,94 Km² e a extensão total aproximada do talvegue é de 1,61 Km. A área de drenagem da bacia está totalmente inserida no município de Guararema, iniciando na cota 625 até a foz na cota 595.

2.38.2 - *Uso e ocupação de solo*

Aproximadamente 9% da área da bacia ocupada por mata Capoeira..

A tabela 43 a seguir, apresenta a descrição e as áreas em hectares e porcentagem do uso do solo na bacia 38.

Tabela 43 – Classes de uso do solo da bacia 38

Classes de Uso do Solo (há)	há	%
Pasto	42,78	45,31
Mata capoeira	8,50	9,00
Urbana	43,14	45,69
Água	0,00	0
Solo exposto	0,00	0
Cultura	0,00	0
Reflorestamento	0,00	0
Pasto sujo	0,00	0
Pasto degradado	0,00	0
Reflorestamento cort	0,00	0
Área minerada	0,00	0
Área da Bacia (há)	94,42	100

2.38.3 - *População*

A Bacia 38 abriga aproximadamente 122 domicílios, ou seja, 433,1 habitantes, com uma densidade demográfica de 4,59 Hab./há.



Figura 104 - Distribuição da população na bacia 38.

2.39 - Bacia 39

2.39.1 - Localização e Características principais

A bacia 39 localiza-se na zona norte do município de Guararema, seu curso d'água principal percorre a bacia hidrográfica na trajetória de sudeste á noroeste Sua nascente está localizada no município de Guararema, próximo das coordenadas X: 382.737; Y: 7.418.037 na cota 660. A foz no rio Parateí está localizada nas coordenadas X: 382.510; Y: 7.418.839 na cota 595 A área de drenagem da bacia é de 0,60 Km² e a extensão total aproximada do talvegue é de 0,98 Km. A área de drenagem da bacia está totalmente inserida no município de Guararema, iniciando na cota 660 até a foz na cota 595.

2.39.2 - Uso e ocupação de solo

Aproximadamente 11% da área da bacia ocupada por mata Capoeira, 40%ocupada por área urbana e u pouco mais que 48% por pasto.

A tabela 44 a seguir, apresenta a descrição e as áreas em hectares e porcentagem do uso do solo na bacia 39.

Tabela 44 – Classes de uso do solo da bacia 39

Classes de Uso do Solo (há)	há	%
Pasto	29,39	48,89
Mata capoeira	6,64	11,05
Urbana	24,08	40,06
Água	0,00	0
Solo exposto	0,00	0
Cultura	0,00	0
Reflorestamento	0,00	0
Pasto sujo	0,00	0
Pasto degradado	0,00	0
Reflorestamento cort	0,00	0
Área minerada	0,00	0
Área da Bacia (há)	60,11	100

2.39.3 - População

A Bacia 39 abriga aproximadamente 120 domicílios, ou seja, 426 habitantes, com uma densidade demográfica de 7,09 Hab./há.



Figura 105 - Distribuição da população na bacia 39.

2.40 - Bacia 40

2.40.1 - Localização e Características principais

O ribeirão da bacia 40 localiza-se na zona norte do município de Guararema, seu curso d'água principal percorre a bacia hidrográfica na trajetória de sudeste á noroeste. Sua nascente está localizada no município de Guararema, próximo das coordenadas X: 383.365; Y: 7.418.629 na cota 615. A foz no rio Parateí está localizada nas coordenadas X: 382.943; Y: 7.419.149 na cota 595. A área de drenagem da bacia é de 0,53 Km² e a extensão total aproximada do talvegue é de 0,73 Km. A área de drenagem da bacia está totalmente inserida no município de Guararema, iniciando na cota 615 até a foz na cota 595.

2.40.2 - Uso e ocupação de solo

Aproximadamente 80% da área da bacia ocupada por pasto, 15% ocupada por área urbana.

A tabela 45 a seguir, apresenta a descrição e as áreas em hectares e porcentagem do uso do solo na bacia 40.

Tabela 45 – Classes de uso do solo da bacia 40

Classes de Uso do Solo (há)	há	%
Pasto	42,58	79,73
Mata capoeira	2,63	4,92
Urbana	8,19	15,35
Água	0,00	0
Solo exposto	0,00	0
Cultura	0,00	0
Reflorestamento	0,00	0
Pasto sujo	0,00	0
Pasto degradado	0,00	0
reflorestamento_cort	0,00	0
Área minerada	0,00	0
Área da Bacia (há)	53,40	100

2.40.3 - População

A Bacia 40 abriga aproximadamente 55 domicílios, ou seja, 195 habitantes, com uma densidade demográfica de 3,65 Hab./há



Figura 106 - Distribuição da população na bacia 40.

2.41 - Bacia 41

2.41.1 - Localização e Características principais

A bacia 41 localiza-se na zona norte do município de Guararema, seu curso d'água principal percorre a bacia hidrográfica na trajetória de sudoeste á nordeste. Sua nascente está localizada no município de Guararema, próximo das coordenadas X: 382.861; Y: 7.417.578 na cota 655. A foz no rio Parateí está localizada nas coordenadas X: 383.643; Y: 7.419.695 na cota 595. A área de drenagem da bacia é de 2,16 Km² e a extensão total aproximada do talvegue é de 2,59 Km. A área de drenagem da bacia está totalmente inserida no município de Guararema, iniciando na cota 655 até a foz na cota 595.

2.41.2 - Uso e ocupação de solo

Pouco mais que 73% da área da bacia ocupada por pasto, 21% ocupada por área urbana e 0,69% da área da bacia por área minerada, localizada próximo as coordenadas X: 384922 Y: 7419325.

A tabela 46 a seguir, apresenta a descrição e as áreas em hectares e porcentagem do uso do solo na bacia 41.

Tabela 46 – Classes de uso do solo da bacia 41

Classes de Uso do Solo (há)	há	%
Pasto	158,89	73,67
Mata capoeira	9,66	4,49
Urbana	45,61	21,15
Água	0,00	0
Solo exposto	0,00	0
Cultura	0,00	0
Reflorestamento	0,00	0
Pasto sujo	0,00	0
Pasto degradado	0,00	0
Reflorestamento cort	0,00	0
Área minerada	1,50	0,69
Área da Bacia (há)	215,66	100

2.41.3 - População

A Bacia 40 abriga aproximadamente 69 domicílios, ou seja, 245 habitantes, com uma densidade demográfica de 1,35 Hab./há



Figura 107 - Distribuição da população na bacia 41.

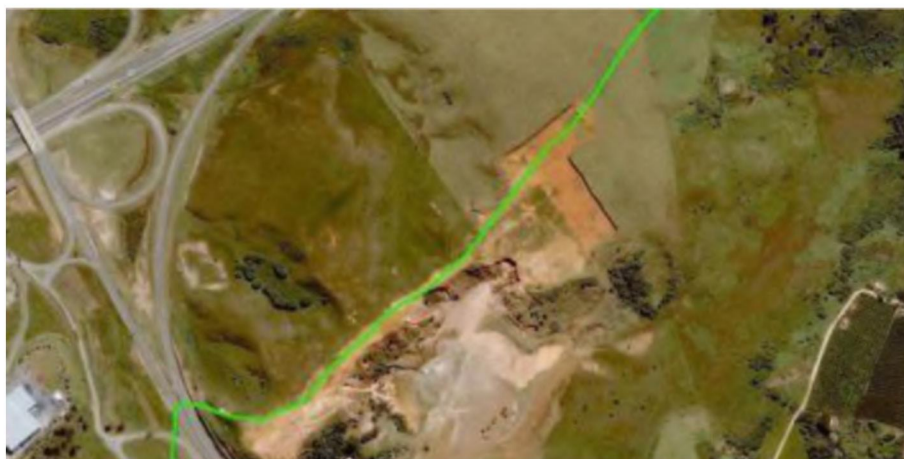


Figura 108 - Área minerada, limite da bacia em verde.



2.42 – Bacia 42 - Córrego das Antinhas

2.42.1 - Localização e Características principais

A bacia do córrego Antinhas localiza-se na zona norte do município de Guararema, seu curso d'água principal percorre a bacia hidrográfica na trajetória de sudoeste á nordeste. Sua nascente está localizada no município de Guararema, próximo das coordenadas X: 385.418; Y: 7.419.881 na cota 635. A foz no rio Parateí está localizada nas coordenadas X: 385.981; Y: 7.421.309 na cota 570. A área de drenagem da bacia é de 1,38 Km² e a extensão total aproximada do talvegue é de 2,14 Km. A área de drenagem da bacia está totalmente inserida no município de Guararema, iniciando na cota 635 até a foz na cota 570.

2.42.2 - Uso e ocupação de solo

Pouco mais que 73% da área da bacia ocupada por pasto.

A tabela 47 a seguir, apresenta a descrição e as áreas em hectares e porcentagem do uso do solo na bacia do córrego Antinhas.

Tabela 47 – Classes de uso do solo da bacia do córrego Antinhas

Classes de Uso do Solo (há)	há	%
Pasto	101,19	73,50
Mata capoeira	13,41	9,74
Urbana	20,30	14,74
Água	0,00	0
Solo exposto	1,31	0,95
Cultura	1,47	1,07
Reflorestamento	0,00	0
Pasto sujo	0,00	0
Pasto degradado	0,00	0
Reflorestamento cort	0,00	0
Área minerada	0,00	0
Área da Bacia (há)	137,68	100

2.42.3 - População

A Bacia do córrego das Antinhas abriga aproximadamente 188 domicílios, ou seja, 667 habitantes, com uma densidade demográfica de 4,85 Hab./há,



Figura 109 - Distribuição da população na bacia Antinhas.

2.42.4 - Pontos críticos

Os pontos críticos abrangem os locais onde ocorrem inundações crônicas como também os pontos onde há problemas de erosão e escorregamento devido a deficiências do sistema de drenagem. Foi realizada uma visita de campo nos pontos críticos, onde foram observados as conseqüências das inundações ocorridas por ocasião das chuvas torrenciais em janeiro de 2010, que passamos a descrever.

Análise

Não foi detectado nenhum ponto crítico de inundação na bacia do córrego Antinhas, entretanto, verifica-se que o córrego corre a céu aberto em meio a uma planície de várzea onde se instalou uma zona residencial, conforme pode ser visto nas figura 110 e 111.



Figura 110 - Córrego das Antinhas



Figura 111 - Córrego das Antinhas

Recomendações

Recomenda-se a remoção da ocupação irregular na área de APP, a elaboração de projeto para canalização do córrego em canal trapezoidal e a criação de um Parque Linear à suas margens.

2.43 - Bacia 43

2.43.1 - Localização e Características principais

A bacia 43 localiza-se na zona norte do município de Guararema, seu curso d'água principal percorre a bacia hidrográfica na trajetória de sudeste á noroeste. Sua nascente está localizada no município de Guararema, próximo das coordenadas X: 387.144; Y: 7.420.484 na cota 630. A foz no rio Parateí está localizada nas coordenadas X: 386.515; Y: 7.421.680 na cota 570. A área de drenagem da bacia é de 1,25 Km² e a extensão total aproximada do talvegue é de 1,43 Km. A área de drenagem da bacia está totalmente inserida no município de Guararema, iniciando na cota 630 até a foz na cota 570. A bacia 43 não apresenta pontos críticos de inundação.

2.43.2 - Uso e ocupação de solo

Pouco mais que 50% da área da bacia ocupada por pasto.

A tabela 48 a seguir, apresenta a descrição e as áreas em hectares e porcentagem do uso do solo na bacia 43.

Tabela 48 – Classes de uso do solo da bacia 43

Classes de Uso do Solo (há)	há	%
Pasto	64,04	51,29
Mata capoeira	6,50	5,21
Urbana	49,39	39,55
Água	0,00	0
Solo exposto	4,93	3,95
Cultura	0,00	0
Reflorestamento	0,00	0
Pasto sujo	0,00	0
Pasto degradado	0,00	0
Reflorestamento cort	0,00	0
Área minerada	0,00	0
Área da Bacia (há)	124,86	100

2.43.3 - População

A Bacia 43 abriga aproximadamente 328 domicílios, ou seja, 1.297 habitantes, com uma densidade demográfica de 10,39 Hab./há, conforme ilustrado na figura 112.



Figura 112 - Distribuição da população na bacia 43.

3 – VAZÕES DE PROJETO NO EXUTÓRIO DAS BACIAS

Na determinação da vazão de projeto foram adotadas duas metodologias de cálculo. Para bacias de contribuição com área de drenagem inferior a 2 Km², foi adotado o Método Racional e para as bacias com área de drenagem superior a 2 Km² foi adotado o método I-Pai-Wu.

A metodologia utilizada está descrita no Relatório Volume 2, no item Hidrografia e Macrodrenagem.

Para efeito desse estudo foram selecionadas quarenta e três bacias hidrográficas com foz nos rios Paraíba do sul e Parateí, cobrindo a totalidade da malha hidrográfica do município. A localização das 43 bacias hidrográficas do município de Guararema é apresentada na figura 113.

As vazões de projeto no exutório de cada bacia para o tempo de recorrência de 25, 50 e 100 anos estão representadas na tabela 49, a seguir.

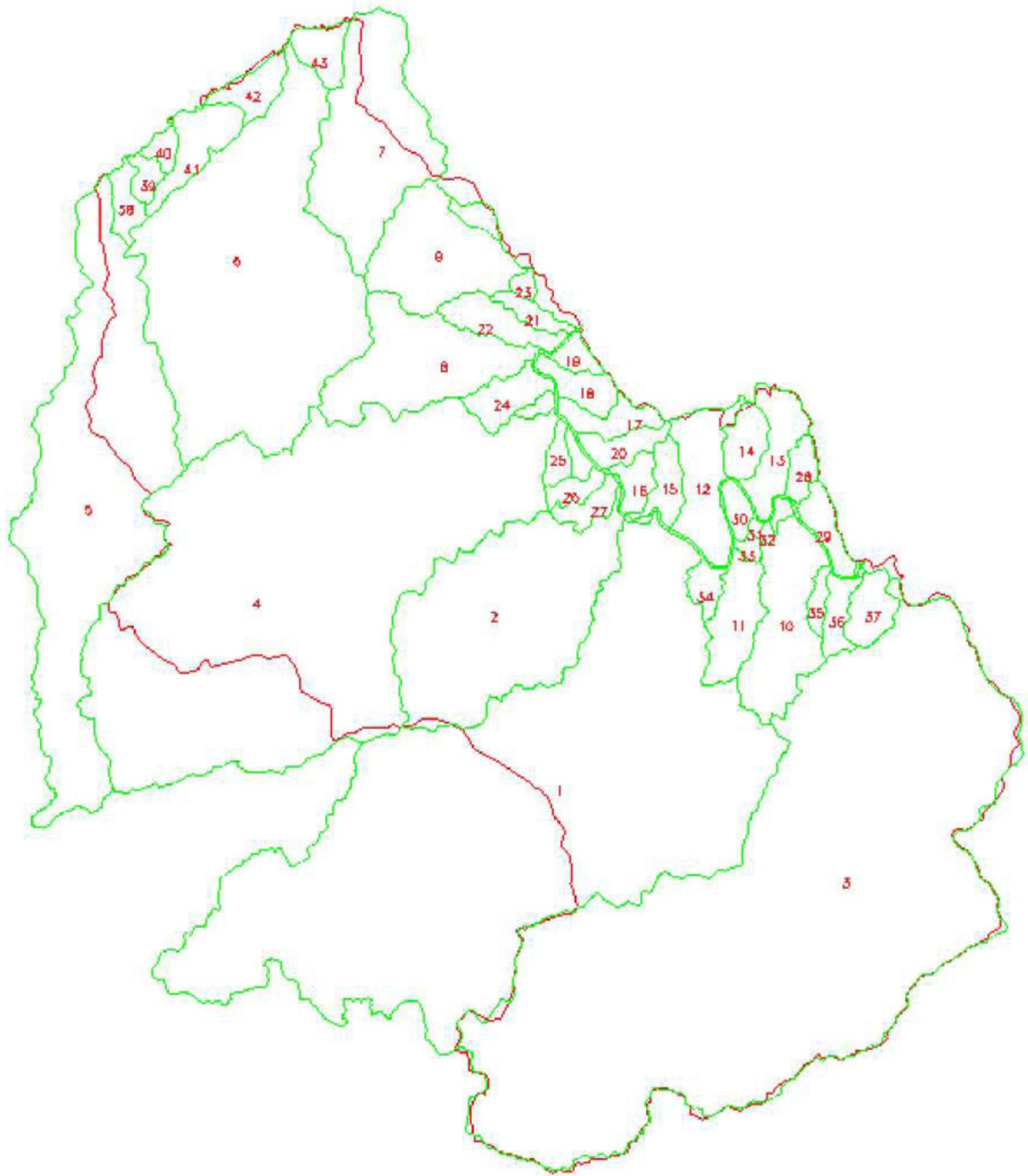


Figura 113 – Localização das bacias hidrográficas do município de Guararema