

ESTER LANGOWSKI TEREZAN

DELIMITAÇÃO DO LEITO MAIOR DO BAIXO RIO IVAÍ E ESTABELECIMENTO DE SUA SAZONALIDADE

MARINGÁ

2005

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

ESTER LANGOWSKI TEREZAN

DELIMITAÇÃO DO LEITO MAIOR DO BAIXO RIO IVAI E ESTABELECIMENTO DE SUA SAZONALIDADE

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, para obtenção do título de Mestre em Geografia, área de concentração: Análise Regional e Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Rafael Nanni

MARINGÁ

2005

ESTUDO DA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO DA MARGEM DIREITA DO BAIXO RIO IVAÍ,
E DELIMITAÇÃO DO SEU LEITO MAIOR POR MEIO DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO
GEOGRÁFICA

Dissertação apresentada à Universidade
Estadual de Maringá, para obtenção do título de
Mestre em Geografia, área de concentração:
Análise Regional e Ambiental.

Aprovado em Junho de 2005

BANCA EXAMINADORA

AGRADECIMENTOS

Sempre a DEUS, que é quem nos dá todas as condições para realizarmos nossos feitos.

À Família que soube compreender, e compartilhar as emoções e dificuldades vividas.

Ao meu orientador, que conduziu os trabalhos com incansável paciência e persistência.

À Escola, que com seus Mestres de excelente qualidade profissional e humana, estimularam a continuidade dos trabalhos.

À Secretária, que manteve sempre o contato, prestando informações pertinentes e atendendo com a educação e o apreço que lhe são peculiares.

Aos participantes Marcos, Roney, Marcelo e Ademar, que tiveram parcelas importantes com suas habilidades em manipulação de equipamentos e programas.

A todas as pessoas que estiveram próximas, e acreditaram num trabalho, e por isso mesmo firmaram pensamento positivo na realização do mesmo.

Enfim, agradeço o maior presente recebido, que foram as pessoas que conheci durante o curso, pois somam um quadro gratificante nas relações humanas, e são um bem de valor inenarrável.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo o estudo para a definição do leito maior do rio Ivaí, considerando a ocorrência de fatores temporais para a caracterização da sazonalidade das cheias. O desenvolvimento das pesquisas abrangeu uma área piloto localizada na margem direita do mesmo, entre os afluentes rios Caveira e da Prata. Este ambiente é parte integrante da Área de Proteção Ambiental das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná no Município de Querência do Norte, no noroeste do estado. A escolha da região definiu-se pelo fato de suas características serem semelhantes ao ecossistema regional. Para a obtenção dos dados de cheias, foram utilizadas as informações da estação de captação e registro de Taquara. Na área de estudo foi definida uma rede de pontos planialtimétricos, com auxílio de nível, estação total e sistema GPS. Os pontos tiveram como referência um marco geodésico da Rede Nacional Geodésica do IBGE. Definiu-se que o nível do rio Ivaí em Porto Taquara atingiu maior cheia nos últimos 31 anos, com uma marca de 15,72 metros na régua limnimétrica, e que o nível máximo de cheias que mais se repetiu neste período, abordando 97% dos anos analisados, foi de 9 metros na leitura da mesma régua. Tal repetitividade confirma a sazonalidade anual. A influência desta cheia estudada por meio de MNT, demonstra a área de abrangência do leito maior do rio, atingindo uma dimensão de 754,8 ha representados por um corredor de área contígua ao dique marginal (barranco), com uma largura variando entre 1.900 a 1.137 metros. Área esta que atualmente está sendo utilizada para cultivo e pastagem, e conta com a inserção de elementos artificiais antrópicos como canais de drenagem e diques de contenção.

Palavras-chave: Área de Proteção Ambiental, Sazonalidade de cheias, Sistema de Informações Geográficas, Imagens Orbitais.

ABSTRACT

The objective of this study has been delimited the larger layer of the Ivaí river considering the occurrence of temporary factors for the characterization of the seasonality of the inundation. The development of the researches embraced a pilot area located in the right margin of the same, between the Caveira and the Prata affluent rivers. This ambient is integral part of the Environmental Protection Area of the Island and floodplain of Paraná River in the Querência do Norte municipal district, in the northwest of the Paraná state. The choice of the area was defined for the fact of its characteristics they be similar to the regional ecosystem. For the obtaining inundation data, has been used the register of the reception station of Taquara Port. In the study area has been defined a grid of planialtimetric points, with level assistance, total station and GPS. The points gad as reference a geodesic mark of the Geodesic National Network of the IBGE. It was established that level of the Ivai River in Taquara Port reached larger full in the last 31 years, with a mark of 15.72 meters in the limn metric ruler, and that the maximum level of inundation that more repeated in this period, approaching 97% of the analyzed years, it was of 9 meters in the reading of the same ruler. Such repetitively confirms the annual seasonality. The influence of this full one studied by means of MNT, demonstrates the area of inclusion of the larger layer of the river, reaching a dimension of 754.8 ha has been representing for a runner of contiguous area to the marginal dike (terrace), with a width varying among 1,137 to 1,900 meters. The flood system begins starting from 8 meters of elevation above Ivai River medium layer. The area is used now for cultivation and pasture, and it counts with the insert of artificial antropic elements as drainage channels and contention dikes.

Keywords: Environmental Protection Area, Inundation Seasonality, Geographical Information System, Orbital Images.

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-----------|---|----|
| Figura 01 | Localização da área de estudo..... | 26 |
| Figura 02 | Representação do relevo onde encontra-se a área de estudo, apresentando dois compartimentos geomórficos..... | 28 |
| Figura 03 | Vista do relevo, apresentando um canal de drenagem artificial em primeiro plano, e ao fundo a vegetação marginal do rio da Prata..... | 29 |
| Figura 04 | Vista da extensão dos canais de drenagem artificial..... | 29 |
| Figura 05 | Rede de drenagem da área de estudo..... | 30 |
| Figura 06 | Fluxograma representativo da introdução dos dados temáticos no sistema SPRING para produção do banco de dados georeferenciados..... | 35 |
| Figura 07 | Demarcação dos pontos altimétricos no campo..... | 39 |
| Figura 08 | Réguas para estabelecimento da elevação do leito do rio Ivaí instaladas na estação Porto Taquara..... | 40 |
| Figura 09 | Estabelecimento do nível zero referencial para a área de estudo por Meio das réguas instaladas na estação Porto Taquara..... | 40 |
| Figura 10 | Pluviômetro modelo TS 220, localizado na estação Porto Taquara.. | 41 |
| Figura 11 | Sistema de rádio transmissão dos dados obtidos em pluviômetro abastecido por sistema solar..... | 42 |
| Figura 12 | Estação de recepção e armazenamento de dados..... | 42 |
| Figura 13 | Sistema de armazenamento de dados e coletas pelo pluviômetro e ecobatímetro..... | 43 |
| Figura 14 | RN 2035-C localizada às margens do rio Ivaí no município de Ivaté..... | 44 |
| Figura 15 | Grade de referência para órbita/ponto da cena TM-Landsat, apresentando a posição do município de Querência do Norte, onde encontra-se a área de estudo..... | 45 |
| Figura 16 | Áreas planas donde ocorre a instalação da cultura do arroz..... | 49 |

| | | |
|-----------|--|----|
| Figura 17 | Imagem classificada pelo classificador Maxver para definição da distribuição do uso da terra da área de estudo..... | 51 |
| Figura 18 | Ausência de vegetação original em toda extensão de alcance de uma margem a outra dos rios Ivaí e Prata..... | 52 |
| Figura 19 | Dique artificial com a finalidade de contenção das cheias do rio Ivaí dentro da área de estudo..... | 53 |
| Figura 20 | Dique artificial em vista aérea..... | 53 |
| Figura 21 | Pontos referenciados como áreas limítrofes de cheias ocasionais, citadas por moradores locais..... | 54 |
| Figura 22 | Representação da base planialtimétrica da área de estudo..... | 60 |
| Figura 23 | Modelo numérico do terreno com sobreposição da imagem TM-Landsat em composição colorida 5,4,7 em RGB..... | 61 |
| Figura 24 | Altura do barranco do lado direito do rio Ivaí, localizado na área de estudo..... | 62 |
| Figura 25 | Modelo tridimensional apresentando a região alagada na área de estudo, com elevação do leito do rio em 8 metros..... | 63 |
| Figura 26 | Modelo tridimensional apresentando a região alagada na área de estudo, com elevação do leito do rio em 9 metros..... | 63 |
| Figura 27 | Modelo tridimensional apresentado a região alagada na área de estudo com elevação do leito do rio em 10 metros..... | 64 |
| Figura 28 | Representação da área alagável com elevação do nível do rio Ivaí em 9 metros e a definição do leito maior sazonal para área de estudo..... | 65 |
| Figura 29 | Área de alagamento para cota de inundação de 9 metros com dados cartográficos obtidos pelas cartas planialtimétricas e as obtidas pelos dados cartográficos acrescidas pelos dados de campo..... | 67 |
| Figura 30 | Gráfico demonstrativo de anos normais e com anomalias La Niña e El Niño..... | 68 |
| Figura 31 | Composição colorida 543 em RGB da imagem TM-Landsat órbita ponto 223/076 de 29/09/1984 apresentando pontos de alagamento na área de estudo sem a interferência do rio Paraná..... | 70 |

| | | |
|-----------|---|----|
| Figura 32 | Composição colorida 543 em RGB da imagem TM-Landsat órbita ponto 224/076 de 21/10/1995 apresentando pontos de alagamento na área de estudo sem a interferência do rio Paraná..... | 71 |
| Figura 33 | Composição colorida 543 em RGB da imagem TM-Landsat órbita ponto 223/076 de 22/10/1998 apresentando pontos de alagamento na área de estudo sem a interferência do rio Paraná..... | 72 |
| Figura 34 | Composição colorida 543 em RGB da imagem TM-Landsat órbita ponto 224/076 de 25/05/2002 apresentando pontos de alagamento na área de estudo sem a interferência do rio Paraná..... | 73 |
| Figura 35 | Composição colorida 543 em RGB da imagem TM-Landsat órbita ponto 223/076 de 11/02/2005 apresentando pontos de alagamento na parte superior do rio Paraná sem interferência na área de estudo..... | 74 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|----------|---|----|
| Tabela 1 | Órbita/ponto, satélite, sensor e data de passagem das cenas utilizadas para estudo da sazonalidade das cheias do sistema Ivaí-Paraná..... | 46 |
| Tabela 2 | Uso atual, área e porcentagem de participação na área de estudo avaliada pela classificação da imagem TM-Landsat..... | 50 |
| Tabela 3 | Data de ocorrência, cota máxima para 8, 9 e 10 metros acima do leito médio menor do rio Ivaí..... | 57 |
| Tabela 4 | Estatística descritiva dos valores de cota da área de estudo..... | 61 |
| Tabela 5 | Varição da profundidade do talvegue na extensão de Porto Taquara até a área estudada (IPT, 1984)..... | 62 |
| Tabela 6 | Tabulação cruzada entre as áreas alagáveis conforme Figura 29..... | 66 |

SUMÁRIO

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 11 |
| 2 | JUSTIFICATIVA..... | 15 |
| 3 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 16 |
| 3.1 | SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA NO CONTEXTO AMBIENTAL..... | 16 |
| 3.2 | AMBIENTE FLUVIAL..... | 19 |
| 3.3 | INFLUÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA..... | 20 |
| 3.4 | SUSTENTAÇÃO DO AMBIENTE..... | 21 |
| 3.5 | ÁREA DE INUNDAÇÃO..... | 21 |
| 3.6 | MONITORAMENTO HIDROLÓGICO..... | 23 |
| 3.7 | LEITO MAIOR..... | 23 |
| 3.8 | LEVANTAMENTO DE DADOS..... | 24 |
| 4 | DESCRIÇÃO DA ÁREA..... | 26 |
| 4.1 | LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO..... | 26 |
| 4.2 | CLIMA | 27 |
| 4.3 | RELEVO..... | 27 |
| 5 | MATERIAL E MÉTODOS..... | 31 |
| 5.1 | ANÁLISE FLUVIOMÉTRICA..... | 31 |
| 5.2 | PREPARAÇÃO DA BASE CARTOGRÁFICA E ESTABELECIMENTO DO BANCO DE DADOS GEORREFERENCIADOS..... | 32 |
| 5.2.1 | Cartografia básica..... | 32 |
| 5.2.2 | Sistema computadorizado para tratamento e manipulação do banco de dados georreferenciados..... | 33 |
| 5.2.3 | Incorporação das informações no banco de dados..... | 34 |
| 5.3 | EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NO LEVANTAMENTO DE CAMPO..... | 34 |

| | | |
|-------|--|----|
| 5.4 | MANIPULAÇÃO DAS INFORMAÇÕES PARA TOMADA DE DECISÕES..... | 35 |
| 5.5 | PRODUÇÃO DOS MNT E GERAÇÃO DAS SUPERFÍCIES GEOMÓRFICAS..... | 36 |
| 5.6 | MANIPULAÇÃO DAS IMAGENS ORBITAIS PARA ESTABELECIMENTO DE ÁREAS ALAGADAS, A SAZONALIDADE DO SISTEMA DE CHEIAS DA ÁREA DE ESTUDO E O COMPORTAMENTO DO SISTEMA HIDROLÓGICO IVAÍ – PARANÁ..... | 44 |
| 5.7 | USO ATUAL DAS TERRAS..... | 47 |
| 5.8 | PRODUÇÃO DOS MAPAS TEMÁTICOS..... | 48 |
| 6 | RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 49 |
| 6.1 | USO ATUAL DAS TERRAS..... | 49 |
| 6.2 | SAZONALIDADE..... | 57 |
| 6.3 | MODELO NUMÉRICO DO TERRENO..... | 59 |
| 6.3.1 | Caracterização do nível da lâmina superficial do rio em seu leito médio | 59 |
| 6.4 | INFLUÊNCIA DOS FENÔMENOS EL NIÑO E LA NIÑA NA VARIAÇÃO DAS CHEIAS DO RIO IVAÍ..... | 68 |
| 6.5 | PERIODICIDADE DAS CHEIAS E INFLUÊNCIA DO SISTEMA IVAÍ – PARANÁ NA INUNDAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO..... | 68 |
| 7 | COMENTÁRIOS GERAIS..... | 75 |
| 8 | CONCLUSÕES..... | 77 |
| | REFERÊNCIAS | 78 |

1 INTRODUÇÃO

As Áreas de Proteção Ambiental (APA's) são, em geral, extensas e com algum grau de ocupação humana. São dotadas de atributos tanto bióticos como abióticos, estéticos e/ou culturais de especial importância para a qualidade de vida e para o bem-estar das populações que ali vivem e/ou transitam, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais (URBAN, 2002).

Por ser constituída normalmente de terras tanto pertencentes ao poder público como privado tais áreas não apresentam, a princípio, um sistema tão rigoroso de uso quanto o apresentado para Unidades de Conservação (UC) de uso restrito, como é o caso das reservas biológicas e parques, que são enquadradas no grupo de unidades de proteção integral restringindo-se, em alguns casos, até a visitação pública para qualquer fim. Por este motivo torna-se de suma importância o estabelecimento de um zoneamento ambiental desta área, que defina as condições de uso do solo.

Segundo Nanni (2000), a compartimentalização das áreas assume um caráter transitório dependendo das variáveis que são analisadas, o que permite mudanças gradativas do zoneamento. Possibilitando, ao decorrer do tempo, mudanças para reordenação do sistema ambiental sem, contudo, causar prejuízos e/ou traumas no sistema sócio-econômico regional. Para isso, estudos mais pormenorizados devem ser realizados dentro de cada área compartimentalizada.

Neste tópico enfatizamos a importância da Área de Preservação Permanente que deve ser protegida independente de sua cobertura vegetal, tendo como função a preservação quantitativa e qualitativa dos recursos hídricos, da paisagem, da estabilidade geológica, da biodiversidade, do

solo e também assegurar o bem estar das populações humanas. Fazem parte deste universo os mangues, as restingas, as encostas de grande declividade, os mananciais de água, as matas ciliares e os picos e morros (URBAN, 2002).

Dentro da escala de trabalho definida em estudos já realizados, não foi possível estabelecer, segundo Nanni (2000), a compartimentalização que pudesse contemplar áreas sujeitas ou não às inundações sazonais, uma vez que tais áreas estão distribuídas de forma irregular e significativamente complexa. O autor destaca a necessidade de estudos mais pormenorizados que possibilitarão o detalhamento destas áreas, bem como o estabelecimento de modelos que possam prever o montante de áreas inundáveis e, portanto, pertencentes à classe de áreas de preservação permanente.

As áreas de preservação permanente são aquelas que, por suas características físicas ou situação geográfica, não podem ser exploradas de forma alguma por determinação legal. Portanto, devem permanecer intocadas com objetivo de preservar os recursos de flora, fauna e hídricos que delas dependem ou nelas nascem (ASSUNÇÃO, 1990).

A caracterização da reserva permanente tem, como norteador de sua implantação, apenas um item da LEI N° 4.771 de 15 de setembro de 1965, que institui o Novo Código Florestal. O mesmo cita apenas o “*nível mais alto*” ao longo dos rios ou de qualquer outro curso d’água, e vem traduzido através da resolução CONAMA 303 de 2002, por “*nível alcançado por ocasião da cheia sazonal do curso d’água perene ou intermitente*”, como linha inicial da implantação da Reserva Permanente.

Faz-se necessário um estudo que possa indicar parâmetros racionais para que em casos críticos sejam utilizados métodos e técnicas viáveis para identificação e definição coerente de um fator variável (vazão) e suas condicionantes, tornando-se assim, elemento facilitador na gestão de bacias hidrográficas. Para tal definição, materializa-se no terreno o nível mais alto do rio,

evitando-se assim, agressões em áreas que possam estar inseridas dentro da Área de Preservação Permanente (APP).

Encontra-se na região de estudo, grande parte das áreas sujeitas à inundação, fator este que muitas vezes é localmente considerado inapropriado para a maioria das espécies de culturas agrícolas, como as inseridas na área, que são predominantemente arroz e mandioca e mais atualmente soja. Sendo assim, torna-se difícil a ação e a implantação de medidas que venham proteger e garantir o retorno produtivo destas culturas por meio de irrigação, uma vez que a sazonalidade das cheias com influência dos rios Ivaí e Paraná ainda não foi definida tecnicamente, pois conforme relato de moradores agricultores, ocorrem perdas tanto pela falta quanto pelo excesso das águas.

Dentro do aspecto legal, verifica-se grande conflito em relação à aplicação prática do Código Florestal, primeiramente pelo desinteresse em seu cumprimento e pela ausência de consciência dos usuários das terras, e também pela própria dificuldade de determinação da área de abrangência da reserva permanente, que não depende apenas dos usuários, mas de técnicos das entidades fiscalizadoras.

A necessidade de estudos mais detalhados sobre áreas atingidas pelos alagamentos sazonais resultantes das variações das cheias dos rios, são eminentes para a determinação das faixas marginais definidoras da implantação da área de preservação permanente.

Segundo Assunção et al. (1990), os SIG's, adequada e corretamente utilizados, tornam-se poderosas ferramentas que permitem a integração entre dados obtidos de diferentes fontes (imagens orbitais, mapas planialtimétricos, mapas geológicos etc).

Como relatado por Câmara et al (1999), um dos aspectos mais importantes do uso das geotecnologias é o potencial dos SIG em produzirem novas informações a partir de um banco de dados geográfico. Tal capacidade é fundamental para aplicações como ordenamento territorial e

estudos de impacto ambiental, caso em que a informação final deve ser deduzida e compilada a partir de levantamentos básicos. Também é muito relevante em estudos sócio-econômicos, quando desejamos estabelecer indicadores que permitam uma visão quantitativa da informação espacial.

É de extrema importância que todos os dados obtidos em campo e em laboratório sejam trabalhados por meio de um sistema com a capacidade de interação entre os mesmos, tornando-os assim acessíveis, transformáveis e manipuláveis, conforme as necessidades de planejamentos dos usuários.

Sendo assim, os objetivos deste trabalho foram a definição dos períodos de sazonalidade das cheias, o leito maior do rio Ivaí e o estabelecimento de modelos de inundação das áreas alagadas.

Para isto foi gerado um banco de dados georreferenciado em área piloto dentro de uma APA, baseado no tema vazão, utilizando a variável tempo para a delimitação da porção propensa a alagamento até o seu limite máximo, relacionada com a periodicidade de sua ocorrência.

2 JUSTIFICATIVA

Este estudo foi desenvolvido com o foco voltado à observação do comportamento das inundações ocorridas no Rio Ivaí em sua margem direita, próxima a confluência com o Rio Paraná. A abordagem foi realizada em uma área de proteção ambiental composta de grande riqueza natural e fragilidade aliada às necessidades locais de produção agrícola.

A delimitação do leito maior do rio proporciona maior clareza na demarcação da área de preservação permanente à ser respeitada no uso da terra local, esclarecendo conflitos gerados na interpretação da legislação vigente. E, neste caso específico, pode também auxiliar no destaque de áreas alagadas perenes e de áreas de planície de inundação sazonal, por meio de simulações das situações que ocorrem na região através de modelo numérico do terreno.

O gestor precisa conhecer os dados de vazão máxima, média e mínima naquele ponto de retirada, visando o procedimento de novas outorgas na área de estudo ou à jusante da mesma.

Como já citado por Comunello (2001), a área é carente de levantamento planialtimétrico mais criterioso para a geração do Modelo Numérico do Terreno, o qual proporcionaria uma visão da real conformidade do relevo e das prováveis ocorrências de inundação.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA NO CONTEXTO AMBIENTAL

As necessidades humanas pedem trabalhos mais pormenorizados de dados espaciais sobre como e onde aplicar seus esforços, sendo o planeta em que vivemos muitas vezes desconhecido perante suas inconstantes situações geológicas, climáticas, hídricas, faunísticas e florísticas.

Um mapa geral é o que atende uma gama intensa e indeterminada de usuários, representando uma extensa área, como exemplo pode-se referenciar a edição do IBGE na escala de 1:5.000.000 representando o território brasileiro. Este é um mapa de informações generalizadas, que não atende determinadas necessidades, mas, no entanto, tem grande valia como cartografia básica. Em consequência de necessidades de maiores informações direcionadas a certos temas, criou-se o mapa temático que pode ser reproduzido em quaisquer escalas, sobre um fundo geográfico básico, representando fenômenos geográficos, geológicos, demográficos, econômicos, agrícolas etc., visando o estudo, a análise e a pesquisa dos temas no seu aspecto especial (OLIVEIRA, 1988).

A cada momento vemos mais a necessidade do desenvolvimento de mapas com temas mais específicos e com escalas maiores para apresentação de detalhes com maior resolução.

Conforme enfatiza Calijuri (1995) é neste momento que surge a figura do computador para a manipulação de dados, com capacidade de armazenamento, compilação, análise e interpretação de grandes volumes de informações espaciais para resolução de problemas, facilitado através dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), para a manipulação e integração automatizada de dados espaciais.

Nesses sistemas, conjuntos de dados extremamente complexos e grandes podem ser armazenados de modo compacto e acessados rapidamente com precisão mecânica. O uso de técnicas automatizadas impõe por necessidade, a uniformidade tanto no formato de armazenamento quanto nos métodos para a manipulação de dados. Por meio de softwares cada vez mais sofisticados, utilizam-se cada vez mais as ferramentas digitais, à medida que as informações estão disponíveis em tal formato. Esta tendência resulta da revolução paralela nas técnicas de captura de dados digitais, provida por sensores remotos e satélites, como é o caso do *Global Positioning System* (sistema GPS) (CALIJURI, 1995).

As informações processadas devem ser relacionadas com confiabilidade, tanto no sistema vetorial como no matricial, e referenciadas em posicionamento real, apontando sua localização no espaço para análise de comportamento.

O geoprocessamento, que é um procedimento de entrada, manipulação, armazenamento e análise de dados espacialmente referenciados, pode ser definido como um conjunto de tecnologias voltadas à coleta e tratamento de informações espaciais para um objetivo específico. Assim, as atividades que envolvem o referenciamento espacial de informações são executadas por SIG e compreendem tal definição (INPE, 2004).

O geoprocessamento representa fenômenos geográficos, procurando determinar e esquematizar os mecanismos implícitos e explícitos de interrelação entre eles (ASSAD et al, 1998).

Conforme Calijuri (1995), em um SIG, os dados podem ser acessados, transformados e manipulados interativamente, o que pode ser feito como um teste-base para estudo de processos ambientais, análise de resultados de tendências ou simulação de possíveis resultados de decisões de planejamento.

Fica bem claro, portanto, que um sistema de informações não é pura e simplesmente um conjunto de dados. Assim, o que no passado era um banco de dados, agora passa a

constituir um banco de conhecimentos que, em grande medida, faz uso de dados. Portanto as informações devem ser estruturadas de tal forma que o usuário possa rapidamente chegar a situações de confronto entre disponibilidades e demandas pela água. Essa é a base essencial do balanço hídrico para fins de gerenciamento (GORGULHO, 2002).

O SPRING também é um SIG, e pode ser tratado como um Banco de Dados Geográfico, uma vez que foi concebido com todos os ferramentais de um sistema de informação dentro da estrutura de banco de dados relacionais (INPE, 2004).

Como um sistema de geoprocessamento, o SPRING não é simplesmente um sistema computacional projetado para fazer mapas, embora ele possa criar mapas em diferentes escalas, em diferentes projeções e com diferentes cores, pode-se com ele trabalhar condições diferenciadas apresentadas no espectro, sendo portanto, uma ferramenta de análise que auxilia na tomada de decisões (INPE, 2004).

Conceitualmente, o SPRING agrega seus dados em projetos, segundo critério de pertinência a uma região geográfica e a uma determinada projeção. Dentro destes projetos, são incorporados os planos de informação (PI's), ou *layers*, que apresentam em si, dados de natureza semelhante, de acordo com um modelo conceitual. O modelo conceitual é o local onde se definem quais as formas de objetos serão trabalhadas (imagens, vetores, informações cadastrais, etc.), além das classes que cada plano de informação pode conter. Os planos são estabelecidos de acordo com as necessidades do usuário. Cada PI tem a capacidade de armazenar uma série de objetos gráficos que, podem ou não, estarem agrupados segundo temas, ou classes pré-definidas. Os atributos gráficos e as classes desses objetos estão armazenados junto com as informações espaciais que descrevem a geometria dos mesmos (FELGUEIRAS; ERTHAL, 1993).

As técnicas de sensoriamento remoto em nível orbital (imagens TM/LANDSAT e SPOT) são úteis para a obtenção de informações, inclusive para estudo de pequenas áreas como microbacias hidrográficas (IAC, 1992).

A tecnologia do geoprocessamento associada a outros procedimentos metodológicos corretos e estruturados, utilizando uma boa qualidade de informações e base cartográfica atualizada, permite o pleno domínio do conhecimento de determinada área, objeto de estudo. Esta interface entre o uso do geoprocessamento com a base cartográfica e um banco de dados eficiente, torna possível a produção de mapas temáticos, estatísticas e relatórios. (RUBIO et al, 2004)

3.2 AMBIENTE FLUVIAL

Na unidade rio Paraná, segundo (SOUZA FILHO; STEVAUX, 1997), a planície fluvial se forma numa superfície plana, e o que ressalta as formas do relevo são os tipos de vegetação nela inseridas, pois fica bem realçado que as partes de altas para baixas variam com vegetação arbórea a formas higrófilas, até chegarem aos corpos de água, rios e lagoas.

Nas planícies de inundação os ecossistemas fluviais são amplamente influenciados pelo meio físico. Estes ecossistemas sofrem alagamentos periódicos e desenvolvem grande diversidade de organismos que interagem entre si e com o meio, modificando-se e estabelecendo assim um processo de evolução natural e contínua de equilíbrio dinâmico. A degradação deste ambiente pode ocorrer com qualquer ação impactante na área, mesmo de pequena monta (IAP, 1999).

Pela fragilidade do sistema, existe a necessidade da criação e implementação de um mosaico de unidades de conservação para compor o Corredor da Biodiversidade do Rio Paraná (IAP, 1999).

A ocupação humana e a exploração de recursos naturais em determinadas áreas, causam danos aos corpos líquidos, e alteram o ciclo hidrológico em decorrência do mau uso da terra, como ocorre no desmatamento e na agricultura (HEERDT et al, 2004).

3.3 INFLUÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA NO SOLO

A precipitação de água das chuvas sobre o solo, conforme as condições encontradas tendem a seguir diversos caminhos.

Sendo o solo um meio poroso, infiltra-se parte da água, e escoam na superfície o excesso que não é suportado pela infiltração e percolação.

A presença de vegetação na superfície do solo contribui como obstáculo no escoamento superficial, favorecendo a infiltração. Outro atenuante de agressão ao solo produzido pela vegetação é a redução da energia cinética do impacto das gotas da chuva no solo, minimizando a erosão e a compactação do mesmo (SILVEIRA, 2000).

Como citado por Penteadó (1980), a vazão é determinada pela precipitação, evaporação, infiltração e escoamento imediato das águas pluviais.

O aumento da vazão de um rio é acelerado em consequência da redução da capacidade de infiltração do solo, o que causa um aumento do escoamento superficial, direcionando as águas com maior velocidade para o leito dos rios.

3.4 SUSTENTAÇÃO DO AMBIENTE

Apesar dos assentamentos rurais não serem considerados empreendimentos de alto impacto ambiental, deve-se reconhecer que o grande espaço guarda diferenças dentro dele, sendo que o ambiente comporta vários micro-ambientes que podem se diferenciar por uma série de fatores como a topografia e sua posição no relevo, portanto todo o conhecimento das condições ambientais locais facilitará a superação do desafio da construção de uma gestão sustentável.

Um componente essencial da hidrosfera são os recursos hídricos superficiais, sendo parte indispensável de todos os outros ecossistemas terrestres. A lenta destruição e o agravamento da poluição e contaminação dos recursos hídricos podem levar a escassez generalizada. Portanto, para a sustentação da progressiva implantação de atividades incompatíveis com o meio, surge a exigência do planejamento e do manejo integrado desses recursos (BATISTELLI et al, 2004).

3.5 ÁREA DE INUNDAÇÃO

A área de inundação é uma planície conhecida como várzea, e conforme Christofolletti (1981), é uma faixa do vale fluvial composta por sedimentos aluviais e outros materiais variados, e nas enchentes periódicas é inundada pelas águas de transbordamento provenientes do rio, tornando-se seu próprio leito chamado de leito maior.

Também conforme Christofolletti (1981), as bacias de inundação são as partes mais baixas da planície, e são áreas de topografia plana e pouco drenadas, sua localização é adjacente com faixas aluviais dos canais meândricos ativos ou abandonados.

Uma ocorrência em área de várzea são as lagoas de várzea que ocupam as depressões dos canais ativos ou inativos e podem apresentar interligação constante ou intermitente com o rio, como também podem ser alimentados exclusivamente pelo lençol freático, recebendo água fluvial apenas em período de cheias (THOMAZ et al., 1997).

Todo o tema ambiental é interdisciplinar, e tem para cada segmento uma descrição específica, e que somadas se complementam. Como citado por Christofolletti (1981), enfatizando que para o Geólogo, a bacia de inundação é a área do vale fluvial recoberta com materiais depositados pelas cheias, já para o hidrólogo, é a área do vale fluvial que é inundada periodicamente por cheias de diferentes grandezas e frequências (nível das cheias com intervalo de recorrência de 10 anos, por exemplo); para o legislador pode ser determinada e definida pelo estatuto do uso da Terra; para o geomorfólogo, a planície de inundação apresenta configuração topográfica específica, com formas de relevo e depósitos sedimentares relacionados com as águas fluviais, isto na limitação do canal e do transbordamento.

Pesquisadores em ciências do solo tem se interessado há alguns anos pelo comportamento de bacias hidrográficas e das redes de drenagem, e atualmente tal interesse se intensifica ainda mais por Engenheiros, Geólogos e Hidrólogos (MARCHETTI, 1980).

Dentro de qualquer ótica insere-se a análise da frequência das cheias, que conforme Christofolletti (1981), deve envolver a análise das frequências relacionadas com os débitos mais elevados que anualmente ocorrem em determinada seção transversal do curso do rio.

As planícies de inundação contém vários habitat aquáticos e ou transacionais entre aquáticos e terrestres que se diferem em vários fatores. Estas diferenças determinam para cada habitat, características próprias que interferem na presença e distribuição de organismos, e na dinâmica de importantes processos ecológicos (THOMAZ et al, 1997).

3.6 MONITORAMENTO HIDROLÓGICO

Os princípios em que se devem basear os sistemas de informações sobre água, fazem parte da legislação brasileira de recursos hídricos, e são reconhecidos com tal importância que a Lei Federal nº 9.433/97 estabelece que, em primeiro lugar, a alimentação do sistema com novas informações deve ser livre para qualquer pessoa física ou jurídica que, dispondo de algum dado relevante, injete-o no sistema pelo meio de que dispuser (GORGULHO, 2002), mas, ferramentas que facilitem esta aplicação ainda não estão dispostas ao uso público.

Ainda enfatiza Gorgulho (2002) que todo este processo seria de grande valia se implantado realmente, pois a informação poderia ser dada pelo cidadão ou pela organização pelo meio que estivesse ao seu alcance.

Tal ação viria engrandecer um banco de dados único, onde a união de resultados de levantamentos técnicos poderiam se interrelacionar, e através de um processo de filtro de qualidade, socializar as informações que hoje se encontram em facções e muitas vezes de posse de seus autores, sem a coordenação e a relação com outras pesquisas que por sua natureza deveriam se somar por abordarem o mesmo tema ou temas que se complementam.

3.7 LEITO MAIOR

De acordo com Guerra (1980), existem três momentos do leito fluvial, o leito maior, o leito maior excepcional e o leito menor. O primeiro consiste em área situada acima do nível das águas na estação seca, e tem forma plana, inclinada levemente na direção de jusante, e é ocupado anualmente durante a época das chuvas ou por consequência das maiores cheias, pode também ser chamado de terraço. O segundo é ocupado na ocorrência das maiores cheias, ditas enchentes e ocorre em intervalos irregulares. Já o Leito Menor consiste no canal por onde correm, permanentemente, as águas de um rio, é o nível de sua normalidade.

3.8 LEVANTAMENTO DE DADOS

Conforme Comunello (2001), confirma-se que os dados existentes de altimetria não são suficientes para geração de modelos tridimensionais, pois são demasiadamente esparsos para descrever a superfície de planícies de inundação com o detalhamento necessário, por falta de dados escalonados frente a uma topografia descontínua e altamente variável.

Para a obtenção de coordenadas horizontais pode se utilizar o Sistema de Posicionamento Global, conhecido por GPS, ou NAVSTAR-GPS (NAVigation Satellite with Time And Ranging) que é um sistema de radio navegação que tem abrangência global. Sua concepção permite ao usuário que em qualquer localização tenha possibilidade de rastreamento de pelo menos quatro satélites, número este que permite o posicionamento em tempo real. Outra vantagem sobre os levantamentos convencionais é a independência da intervisibilidade entre as estações e das condições climáticas. (MÔNICO, 1997)

O outro passo é o nivelamento, sendo definida tal operação como altimetria ou hipsometria, e tem por finalidade a medida da distância vertical que é a diferença de nível entre diversos pontos. Este procedimento resulta no levantamento de uma área com objetivo de definição dos desníveis e das distâncias entre diversos pontos estratégicos do terreno, e a interface desses pontos com altitudes ou com cotas e com a posição de latitude e longitude conhecidas (ESPARTEL, 1977).

Se as distâncias verticais forem referenciadas à superfície média dos mares (s.m.m.) denominam-se altitude, e denominam-se cota quando se referirem a uma superfície de nível arbitrária situada acima ou abaixo das superfícies dos mares (ESPARTEL, 1977).

O nivelamento geométrico é baseado na diferença de leituras feitas em miras graduadas e é realizado com nível de precisão num plano horizontal, e o nivelamento trigonométrico é baseado na resolução de triângulo retângulo e pode ser realizado com o

Teodolito (nível de luneta) em planos inclinados, sendo que os dois métodos foram utilizados no levantamento de campo, conforme a viabilidade de utilização dos equipamentos.

De grande importância foi a abordagem dos moradores locais que detém informações reais de limites de área alagada, pois presenciam todas as ocorrências locais e como as mesmas os afeta diretamente, ficam guardadas em suas memórias com preciosismo de detalhes.

4 DESCRIÇÃO DA ÁREA

4.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo localiza-se no Noroeste do Estado do Paraná, compreendendo uma pequena porção da Área de Proteção Ambiental Federal das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná, no município de Querência do Norte. A área delimita-se pelas coordenadas UTM, com base no meridiano 51^o W.G., 239 – 249 Km e 7428 - 7438 Km do Equador e/ou coordenadas geográficas 23° 14' 16.11" a 23° 8' 45.64" latitude sul e 53° 27' 4.58" a 53° 33' 2.06" longitude oeste, apresentando uma extensão de aproximadamente 24,67 Km², ou seja, 2467 ha (Figura 1).

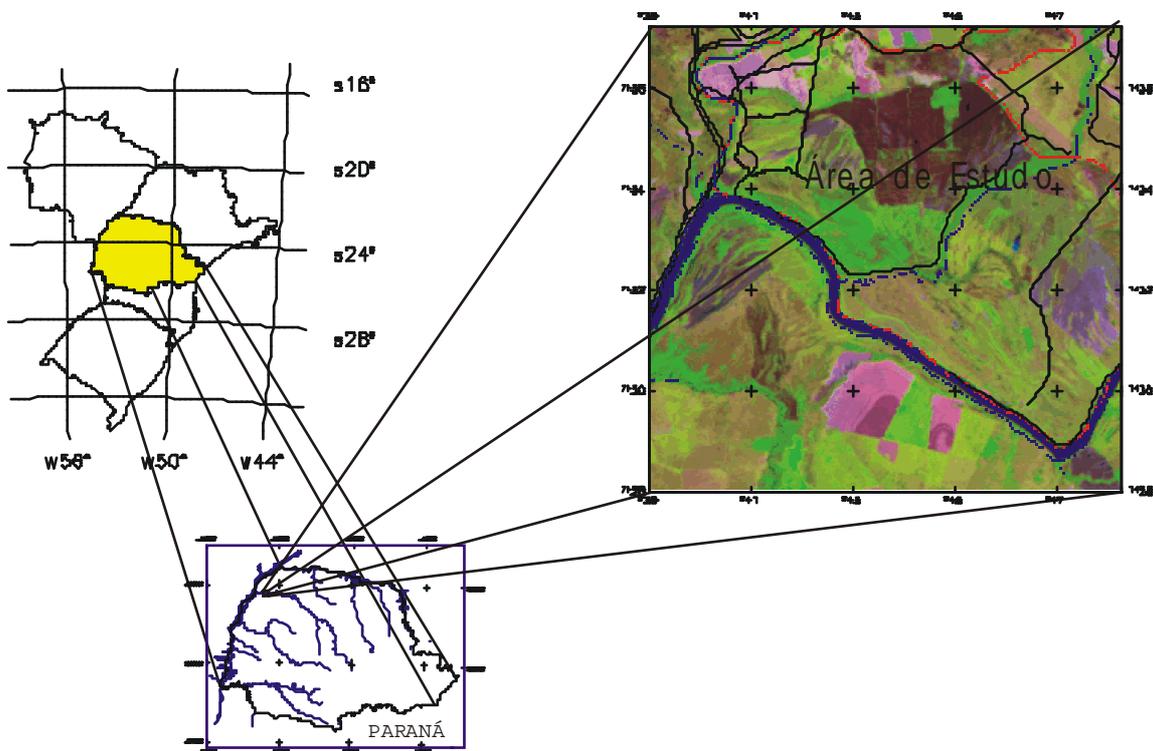


Figura 1 - Localização da área de estudo.

4.2 CLIMA

De acordo com a carta climática do Estado do Paraná, (IAPAR, 1978) a classificação, baseada em Koeppen, é Cfa apresentando as seguintes características: subtropical úmido mesotérmico, verões quentes, e inverno com geadas menos frequentes que outras regiões do Estado, com tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, sem estação seca definida. Segundo a carta, a média de precipitação anual apresenta-se em torno de 1200 a 1300 mm, sendo que no trimestre mais chuvoso (Dez/Jan/fev) constata-se precipitação em torno de 440 a 450 mm, enquanto o trimestre menos chuvoso (Jun/Jul/Ago) apresenta precipitações variando de 220 a 250 mm.

Os verões são quentes mantendo a temperatura média anual entre 20 a 22 °C, com o mês mais quente com temperaturas acima de 22 °C e o mês mais frio com temperatura média não inferior a 18 °C (ITCA, 2000).

4.3 RELEVO

A região estudada apresenta característica de topologia plana, com dois patamares distintos, sendo que o patamar mais baixo que segue com pouca declividade até o leito do rio Ivaí (Figura 2), é sujeito a cheias que adentram grande porção da área aluvional, decorrentes de intensidades pluviais ocorrentes a montante dos cursos dos rios Ivaí e seus afluentes. O patamar mais alto está fora da área crítica de inundação, tem uma declividade um pouco mais acentuada e apresenta áreas de alagamento permanente.

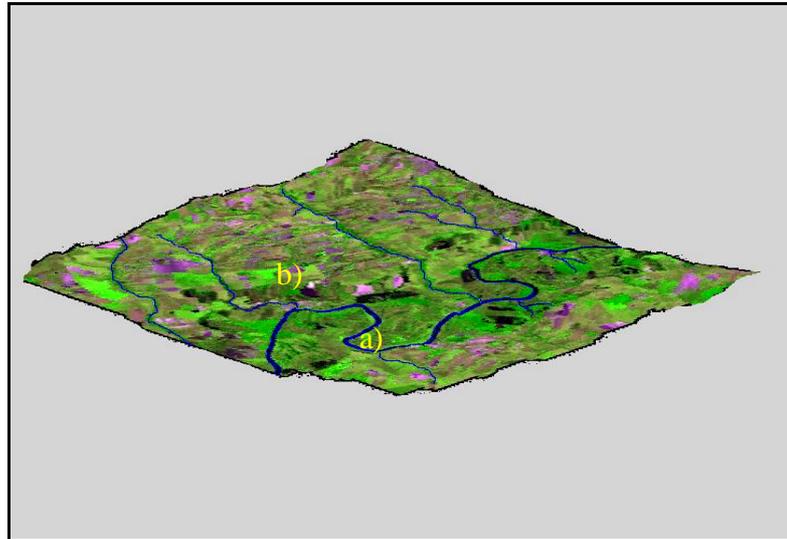


Figura 2 – Representação do relevo regional onde encontra-se a área de estudo, apresentando dois compartimentos geomórficos. Área aluvionar do rio Ivaí (a) e área livre de inundação (b).

Em relação à geologia, a região insere-se no domínio da bacia do Paraná, na porção afetada pelo derrame de lavas básicas recobertas por formações areníticas (TEODORO, 1994).

No trecho que abrange a área de estudo define-se bem três feições geomorfológicas: os de terraço médio, os de terraço baixo e os de planície fluvial (SOUZA FILHO; STEVAUX, 1997).

Conforme Nanni, 2000, a análise qualitativa local revela que a maior parte do solo está representado por pastagens, que estão localizadas principalmente em áreas compostas por solos arenosos originários do material que compõe a zona deposicional do rio Ivaí, ou do leque aluvial dos rios da Prata e Caveira.

A área apresenta rede hidrográfica superficial densa e é composta por drenos artificiais (Figuras 3 e 4), córregos e rios que fluem para o rio Ivaí (Figura 5) que é por sua vez afluente do rio Paraná. Portanto toda a área é pertencente à Bacia do Paraná.



Figura 3 – Vista do relevo, apresentando um canal de drenagem artificial em primeiro plano, e ao fundo a vegetação marginal do rio da Prata.



Figura 4 – Vista da extensão dos canais de drenagem artificiais.

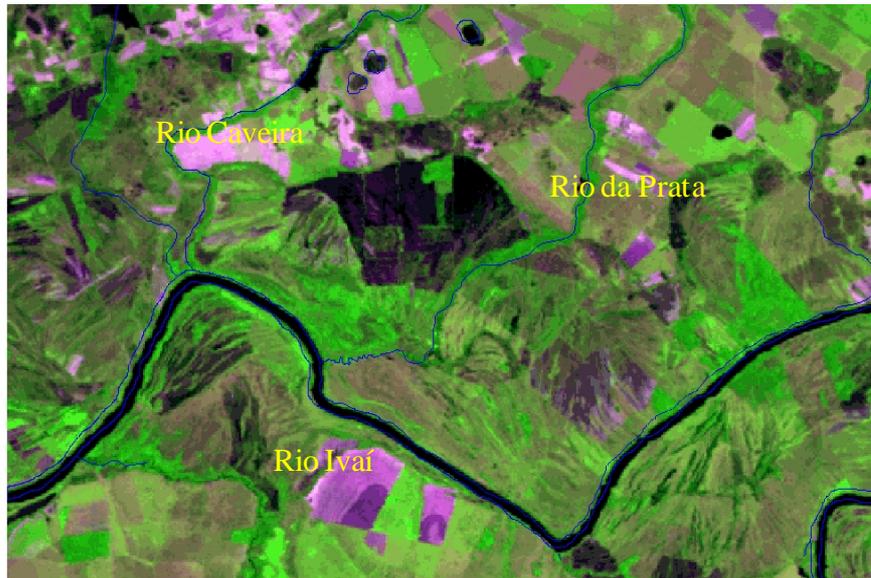


Figura 5 – Rede de drenagem da área de estudo.

O desprovento de cobertura vegetal foi muito bem observada por Nanni (2000) que enfatiza que na classificação supervisionada a disposição da mesma é em grande parte nas áreas próximas dos canais de drenagem ou em locais alagados, onde não existe ambiente propício para o desenvolvimento de culturas ou mesmo de implantação da pecuária.

A conformidade plana, observada do terreno, é enfatizada por Maack (1981), onde o mesmo cita que a declividade do curso do rio Ivaí nos últimos 60 km (do km 551 até o km 611 que é sua foz no Rio Paraná), é de 5 metros ou 0,08%, e no ponto da foz a altitude barométrica aproximada sobre o nível do mar é de 227 m.

5 MATERIALE MÉTODOS

O desenvolvimento deste trabalho teve, como base, dados fluviométricos obtidos em escala de tempo para propiciar análises de tendências e de ciclos de ocorrências de cheias, com abrangência espacial representada por meio de informações obtidas em relação ao relevo, que apresentaram, como elemento básico, as cotas altimétricas locais.

5.1 ANÁLISE FLUVIOMÉTRICA

As informações hidrológicas são, cada vez mais, consideradas estratégicas para o gerenciamento dos recursos hídricos e desenvolvimento de projetos em vários segmentos da economia, como agricultura, transporte, energia e meio ambiente.

Para compor o banco de dados referente às informações pluviométricas da área de estudo, foram utilizados os dados de variação do nível do rio como cotas e vazão, da estação de Porto Taquara, localizada em Tapira, PR., uma vez que a mesma encontra-se mais próxima e a montante da área avaliada.

O banco de dados deve prever as anomalias que causaram grande variabilidade pluviométrica em várias regiões, ocorridas pelos fenômenos La Niña e El Niño na região sul que, conforme Andrade (2003), ocorreram nos anos de 1978, 1985 e 1988 com pico de mínimo e em 1982, 1983, 1992 e 1998 com pico de máximo. Tais ocorrências têm influência significativa em toda a dinâmica da região sul do Brasil, portanto podem não refletir a tendência na frequência das chuvas.

5.2 PREPARAÇÃO DA BASE CARTOGRÁFICA E ESTABELECIMENTO DO BANCO DE DADOS GEORREFERENCIADO.

5.2.1 Cartografia básica

A documentação cartográfica utilizada para este trabalho foi constituída por:

- a) carta planialtimétrica folha de Loanda (SF-22-Y-A-V) na escala 1:100.000 com curvas de nível eqüidistantes em 40 metros, produzidas pela Diretoria de Serviço Geográfico do Exército e editadas no ano de 1970;
- b) cartas planialtimétricas folha de Ilha do Ivinheima (SF-22-Y-C-I-2) e Querência do Norte (SF-22-Y-C-II-1) ambas na escala 1:50.000, com curvas de nível eqüidistantes em 20 metros, produzidas pela Diretoria de Serviço Geográfico do Exército e editadas no ano de 1995;
- c) Fotografias aéreas pancromáticas verticais do ano de 1980 em escala 1:25.000 emitidas pelo ITC – PR (Instituto de Terras e Cartografia) e do ano 1996 em escala 1:50.000 emitidas pela COPEL (Companhia Paranaense de Eletricidade).
- d) Imagem orbital Landsat 3 – MSS órbita ponto 224/076, a partir do ano de 1972.
Imagem orbital Landsat 5 – TM órbita ponto 224/076, a partir do ano de 1980.
Imagem orbital Landsat – TM7⁺ órbita ponto 224/076, do ano de 2001.
- e) imagens de satélite no formato Quick-look (JPG) do catálogo de imagens do INPE, do período de 1977 a 2005.

5.2.2 Sistema computadorizado para tratamento e manipulação do banco de dados georreferenciado

Para a manipulação das informações advindas de diferentes fontes, foi constituída uma estação de trabalho formada pelos seguintes equipamentos:

- a) Microcomputador PC-AT com microprocessador Athlon 2400 XP⁺ com velocidade de processamento de 2,0 Ghertz;
- b) Mesa digitalizadora tamanho A1;
- c) Impressora jato de tinta;
- d) Plotter tecnologia jato de tinta;
- e) Scanner de mesa tamanho A4;
- f) Sistema de informações geográficas;
- g) Software AutoCAD;
- h) Data Geosis – software de topografia
- i) Software SURFER

Para a execução dos trabalhos, foi utilizado, em todo o decorrer do processo, o programa SPRING desenvolvido pelo INPE (CÂMARA et al 1998).

5.2.3 Incorporação das informações no banco de dados

O fluxograma da Figura 6 apresenta o roteiro metodológico, com o intuito de configurar um banco de dados georreferenciado para a produção da base cartográfica. A base cartográfica foi estabelecida com a incorporação de informações obtidas em mesa digitalizadora, das cartas planialtimétricas existentes que contemplam a região de estudos, e os dados de pesquisa e de levantamento de campo. Tal incorporação tornou-se necessária, uma vez que as cartas disponíveis apresentam escala muito pequena para as finalidades aqui estabelecidas (1:20.000, 1:50.000 e 1:100.000), com equidistância entre curvas de nível de 5, 20 e 40 metros.

Para a atualização das informações contempladas nas cartas foi utilizado o sistema GPS para marcação de estradas, carregadores e lotes não estabelecidos nos mapas existentes.

Os canais de drenagem naturais foram integrados pela base cartográfica e pelas imagens orbitais devidamente manipuladas para melhoria da qualidade visual.

5.3 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NO LEVANTAMENTO DE CAMPO

- a) Estação Total / Nikon – 410 – teodolito/distanciômetro eletrônico, leitura angular de 1” e precisão de 3”, precisão linear de 2 mm mais 2 ppm;
- b) Prisma ótico para recepção e transmissão de sinal eletrônico;
- c) Régua graduada até 4 metros;
- d) Tripé – suporte para estação total;
- e) Receptor GPS Trimble modelo Geoploter 3 com recepção em código e fase portadora;

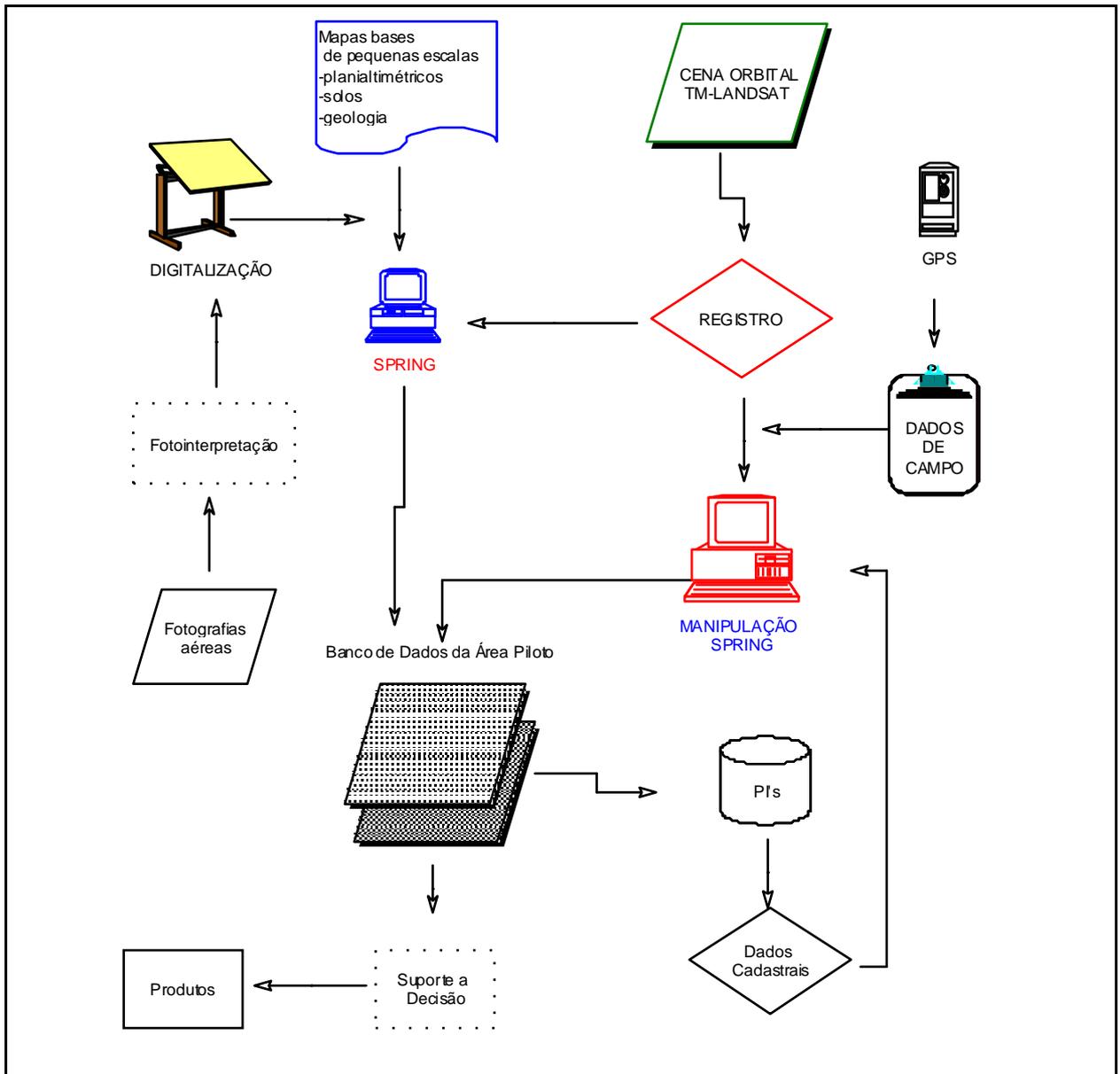


Figura 6 - Fluxograma representativo da introdução dos dados temáticos no sistema SPRING para produção do banco de dados georreferenciados.

5.4 MANIPULAÇÃO DAS INFORMAÇÕES PARA TOMADA DE DECISÕES

De acordo com Medeiros; Pires (1998), a maneira com que os dados são armazenados em um banco de dados facilita a organização, a consulta e a atualização das informações.

Uma vez incorporados no sistema SPRING foi possível, por meio de seus vários algoritmos, cruzar as informações incorporadas para produção de outros produtos que realimentaram o sistema.

O que se pretende, ao final, é manipular as mais variadas informações obtidas na área experimental modelando-as, como objetivo primário deste projeto, ou seja, agregando informações suficientes para modelagem ambiental dentro de um SIG. Tal representação da superfície tem importante função auxiliando na tomada de decisões sobre o uso da terra, como a área inundável pelas cheias do rio Ivaí, a definição da área de preservação permanente, estabelecendo-se assim, uma forma de auxiliar no planejamento e gerenciamento da mesma.

5.5 PRODUÇÃO DOS MNT E GERAÇÃO DAS SUPERFÍCIES GEOMÓRFICAS

Para representar uma superfície real no computador, é indispensável a elaboração e criação de um modelo digital, que pode estar representado por equações analíticas ou por uma rede (grade) de pontos, que conservarão as características espaciais do terreno. No SPRING um MNT é criado na forma de uma grade de pontos que podem ser regulares e irregulares (INPE, 2004).

O MNT é utilizado para modelar informações relativas às propriedades do solo ou do subsolo, e denota a representação quantitativa de uma grandeza que varia continuamente no espaço como a altimetria (ASSAD et al., 1998).

Para produção de MNT, podem ser utilizados diferentes algoritmos para interpolação de dados espaciais (MYERS, 1994). Segundo o autor, dentre as várias formas de interpolação as mais conhecidas para estudos de dados de ciência da terra são a krigagem e o inverso do quadrado da distância e, mais simplificada, a distância euclidiana.

Segundo Câmara et al. (1998), o sistema SPRING utiliza como interpolador padrão, o algoritmo média ponderada/cota/quadrante, onde os pontos dentro de uma grade regular cujas arestas são estabelecidas pelo usuário, contempla um número de pontos com coordenadas x, y e z, cuja média ponderada é definida para cada quadrante desta grade regular.

Segundo INPE (2004), a grade retangular ou regular é um modelo digital que aproxima superfícies através de um poliedro de faces retangulares. Os vértices desses poliedros podem ser os próprios pontos amostrados, caso estes tenham sido adquiridos nas mesmas localizações xy que definem a grade desejada. A geração de grade regular ou retangular deve ser efetuada quando os dados amostrados na superfície não são obtidos com espaçamento regular. Assim, a partir das informações contidas nas isolinhas ou nos pontos amostrados, gera-se uma grade que representa de maneira mais fiel possível a superfície. Os valores iniciais a serem determinados são os espaçamentos nas direções x e y de forma que possam representar os valores próximos aos pontos da grade em regiões com grande variação. Ao mesmo tempo, devem reduzir redundâncias em regiões quase planas.

No caso do interpolador utilizado, o valor de cota de cada ponto da grade é calculado a partir da média ponderada das cotas dos 8 vizinhos mais próximos a este ponto, porém atribui-se pesos variados para cada ponto amostrado através de uma função que considera a distância do ponto cotado ao ponto da grade, como se segue:

$$f(x,y) = \frac{\left(\sum_1^8 W(x,y)\right) * z}{\left(\sum_1^8 W(x,y)\right)} \text{ na qual:}$$

$d = ((x - x_0)^2 + (y - y_0)^2)^{1/2}$ $d =$ distância euclidiana do ponto interpolante ao vizinho i

$w(x,y) = (1/d)^{u-1}$ $u = 1 =$ expoente da função de ponderação

$w(x,y) =$ função de ponderação

$f(x,y) =$ função de interpolação

Após o cálculo da média ponderada, é considerada uma amostra por quadrante (total de 4 amostras) e o número de pontos amostrados é igual para cada um dos quadrantes (INPE, 2004).

Considerando que a área é relativamente plana, com pequenas variações altimétricas que nem sempre seguem um padrão definido, houve a necessidade de estabelecimento de trabalho para definição da planialtimetria por meio de dois métodos.

O primeiro foi baseado nos trabalhos de laboratório, por meio da digitalização das cartas planialtimétricas existentes de diferentes escalas e, portanto, com isolinhas sendo apresentadas em equidistâncias variadas. Juntamente com a digitalização, foi realizada a fotointerpretação das fotografias aéreas existentes para pré-estabelecer áreas com diferentes níveis geomórficos.

O segundo método consistiu na obtenção de pontos planialtimétricos no campo, utilizando-se nível e teodolito estação total com sistema de cálculo automático de distância e angulação por meio de feixes de raios infravermelhos e prismas refletores. O objetivo foi obter um levantamento altimétrico mais preciso e que melhor represente a área, com curvas de nível equidistantes em 1 metro (Figura 7).



Figura 7 - Demarcação dos pontos altimétricos no campo.

Para estabelecimento das cotas locais em relação às cotas obtidas pela digitalização das cartas planialtimétricas, foi definida uma cota base a partir do nível laminar da água do rio Ivaí que, relacionado com o nível de régua do Porto Taquara na mesma data (06/09/2004), possibilitou-nos o conhecimento de sua cota altimétrica (Figura 8). O valor zero da régua está amarrado à cota do IBGE, e no caso da referida estação, o zero da régua é conhecido como 229,960 metros, então qualquer valor de vazão constante na régua deve ser acrescido deste valor para que possamos estabelecer nível de altitude de ocorrência nas cheias (Figura 9).



Figura 8 - Réguas para estabelecimento da elevação do leito do Rio Ivaí instaladas na estação Porto Taquara.



Figura 9 - Estabelecimento do nível zero referencial para a área de estudo por meio das réguas instaladas na estação Porto Taquara.

Conhecida pelo número 94693000, a estação conta com equipamentos de monitoramento automático como pluviômetro (Figura 10 e 11) e ecobatímetro, onde os dados são coletados e transmitidos para uma estação coletora (Figura 12), onde ficam armazenados (Figura 13). Todos os dados referentes à estação entre janeiro de 1974 e março de 2005 foram tabulados e, por meio deles estabelecidos os gráficos de cotas máximas e mínimas para cada ano. Desta forma pôde-se estabelecer a sazonalidade das cheias que ocorrem no rio Ivaí para um período de 30 anos.



Figura 10 - Pluviômetro modelo TS 220, localizado na estação de taquara.



Figura 11 - Sistema de rádio transmissão dos dados obtidos em pluviômetro abastecido por sistema solar.



Figura 12 - Estação de recepção e armazenamento de dados.



Figura 13 - Sistema de armazenamento de dados coletados pelo pluviômetro e ecobatímetro.

Foi utilizado, como referencia altimétrica regional materializada, a RN 2035-C do IBGe, situada no município de Ivaté, próxima a margem do Rio Ivaí (Figura 14). A partir deste referencial, foram definidas posições altimétricas dos pontos levantados no campo por nivelamento geométrico e trigonométrico, extendendo-se para toda a área de estudo através da interpolação destes. Para cada nova leitura executada no nivelamento, foi registrada a sua posição geográfica por meio de GPS. Desta forma, foi gerada uma malha de pontos com cotas e posições conhecidas. Tais informações foram repassadas para o sistema SPRING para geração de modelos numéricos do terreno, com informações sobre a morfologia da área com maior detalhamento que aquelas oferecidas pelas cartas planialtimétricas, possibilitando estabelecer modelos de inundação com a utilização do SIG.



Figura 14 - RN 2035-C localizado as margens do rio Ivaí no município de Ivaté.

5.6 MANIPULAÇÃO DAS IMAGENS ORBITAIS PARA ESTABELECIMENTO DE ÁREAS ALAGADAS, A SAZONALIDADE DO SISTEMA DE CHEIAS DA ÁREA DE ESTUDO E O COMPORTAMENTO DO SISTEMA HIDROLÓGICO IVAÍ - PARANÁ

Com a finalidade de poder estabelecer o ciclo de cheias do rio Ivaí na área de estudo e a influência ou não do sistema hidrológico entre o rio Ivaí e Paraná, foram utilizadas imagens orbitais digitais obtidas pelo sensor MSS do satélite Landsat 1, 2 e 3, do sensor TM do satélite Landsat 5, do sensor TM⁺ do satélite Landsat 7 e do sensor CCD do satélite CBERS. As imagens digitais foram adquiridas em CD-ROM ou diretamente na biblioteca de imagens orbitais do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Para o sensor TM e TM⁺ as cenas, foram compostas pelas bandas TM1 (450–520 nm), TM2 (520-600 nm), TM3 (630-690 nm), TM4 (760–900 nm), TM5 (1150–1750 nm) e TM7 (2080–2350 nm), nas órbitas/ponto no sistema

WRS (Word Reference System) 224 – 076 e 223/076 (Figura 15) possuindo, cada banda, resolução espacial de 30 metros. Para o sensor CCD, foram utilizadas as bandas 2(520-590 nm) 3(630-680 nm) e 4 (770-890 nm), com resolução espacial de 20m. Para as cenas MSS, foram utilizadas, juntamente com algumas cenas Landsat 5 e 7, Quick-Looks.

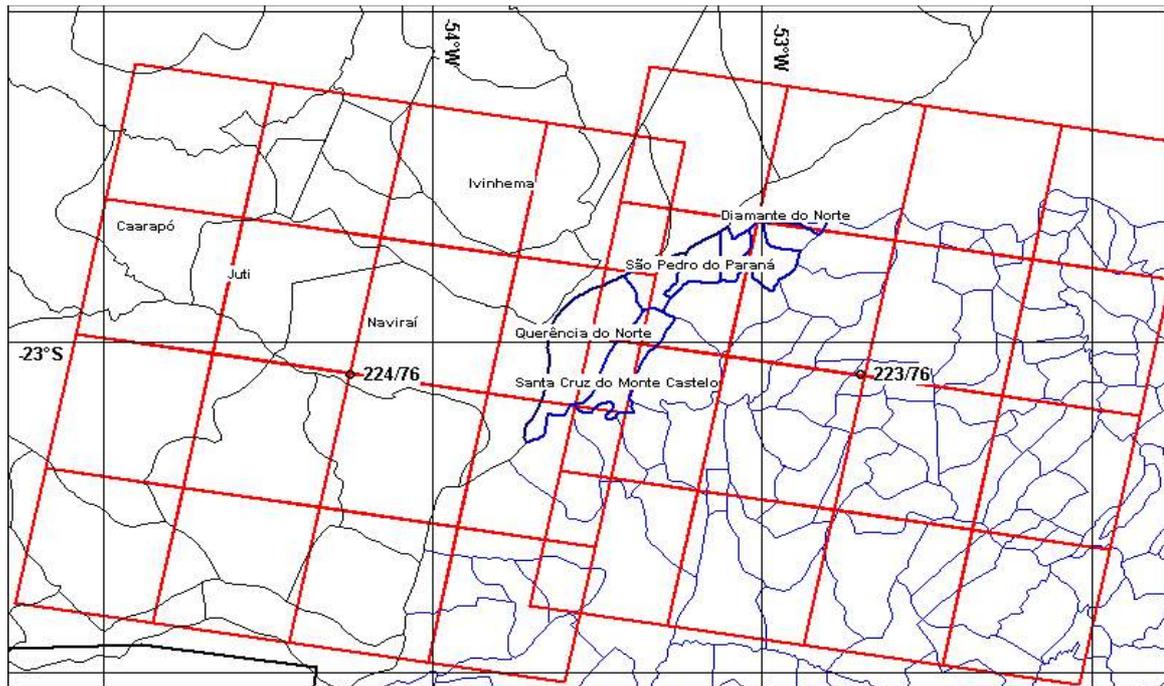


Figura 15 - Grade de referência para órbita/ponto da cena TM-Landsat, apresentando a posição do município de Querência do Norte, onde se encontra a área de estudo.

Foram analisadas imagens de satélite da região, em períodos anteriores e posteriores às obras de engenharia que resultaram na hidrelétrica de Porto Primavera, procurando subsídios para análise de causa e consequência relacionada a enchentes a montante dos Rios Paraná e Ivaí, e a sua resposta na área de estudo. Tal análise torna-se necessária, uma vez que as condições de alagamento podem estar diretamente influenciadas pela elevação do nível hidrológico do sistema Paraná-Ivaí. Para tanto, buscou-se, através da biblioteca digital de imagens do INPE, cenas que poderiam coincidir com os períodos de máxima e mínima vazão do rio Ivaí, correspondentes aos valores obtidos pela leitura de régua na estação de Taquara. Após a busca foram estabelecidas as cenas e períodos de passagem demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1 - Órbita/ponto, satélite, sensor e data de passagem das cenas utilizadas para estudo da sazonalidade das cheias do sistema Ivaí-Paraná

| Satélite e Sensor | Órbita Ponto | Data de Passagem |
|---------------------------|--------------|------------------|
| Landsat 1 MSS | 240/076 | 29/06/1973 |
| Landsat 2 MSS | 240/076 | 01/03/1977 |
| Landsat 1 MSS | 240/076 | 06/04/1977 |
| Landsat 2 MSS | 240/076 | 03/10/1977 |
| Landsat 2 MSS | 240/076 | 21/10/1977 |
| Landsat 3 MSS | 240/076 | 18/01/1980 |
| Landsat 5 TM | 223/076 | 26/02/1993 |
| Landsat 5 TM | 224/076 | 21/10/1995 |
| Landsat 5 TM | 223/076 | 09/03/1997 |
| Landsat 5 TM | 224/076 | 11/09/1998 |
| Landsat 5 TM | 223/076 | 22/10/1998 |
| Landsat 5 TM | 224/076 | 09/05/1999 |
| Landsat 5 TM | 223/076 | 25/09/2000 |
| Landsat 7 TM ⁺ | 224/076 | 25/05/2002 |
| Landsat 7 TM ⁺ | 223/076 | 03/06/2002 |
| Landsat 7 TM ⁺ | 223/076 | 06/08/2002 |
| Landsat 5 TM | 224/076 | 07/06/2004 |
| Landsat 5 TM | 223/076 | 16/06/2004 |
| Landsat 5 TM | 224/076 | 29/10/2004 |
| Landsat 5 TM | 223/076 | 11/02/2005 |

As demais cenas encontradas na biblioteca de imagens do INPE e que não se encontram na Tabela 1, foram excluídas do processo de análise por apresentarem problemas

de visualização da área (nuvens, ruídos) ou por não agregarem nenhuma informação adicional àquelas disponíveis.

Para incorporação das imagens no SIG, foi utilizado o registro das mesmas. Para obtenção de pontos no campo, necessários ao processo de registro da imagem, a cena foi recortada no sistema Impima (INPE, 2004) e posteriormente impressa em tamanho adequado para localização dos pontos. Utilizando-se um receptor GPS, foram coletadas as coordenadas de cada ponto, e posteriormente corrigidas as posições por processamento DGPS (TRIMBLE, 2000).

A manipulação geométrica das imagens digitais se faz necessária uma vez que, as imagens processadas pelo INPE, somente possuem as correções geométricas, relacionadas ao movimento de varredura do espelho do sistema sensor do satélite imageador, e a correção do efeito provocado pela rotação da Terra “Earth Skew” (ARAÚJO, 1986). O mesmo autor comenta ainda que, as correções devidas às variações de latitude, altitude e velocidade do satélite ao longo da cena, e a correção devido à esfericidade da Terra não são efetuadas.

Por meio do sistema Spring, a cena foi devidamente registrada e incorporada no banco de dados utilizando-se as coordenadas coletadas a campo. Tentando manter o valor do pixel o mais semelhante possível ao seu valor original, o algoritmo utilizado para o registro foi o vizinho mais próximo, utilizando-se equação de primeiro grau, uma vez que os outros métodos usualmente utilizados, alteram mais sensivelmente o valor de cada pixel (Jensen, 1986; Kirchner, et al., 1988; Crósta, 1992).

5.7 USO ATUAL DAS TERRAS

Uma vez que todos os dados gerados estão alimentando o bando de dados georreferenciado, o estabelecimento do uso atual foi realizado utilizando-se as imagens

orbitais, que devidamente manipuladas, estabelecem as categorias de uso atual da terra. Para tanto, foi utilizada a técnica de classificação supervisionada, já que, os dados obtidos durante a prospecção de campo estão geograficamente definidos com o auxílio do GPS. O algoritmo utilizado foi o MAXVER (máxima verossimilhança), conforme Jensen (1986). Técnicas de realce das imagens, com o propósito de melhor definição dos temas foram concomitantemente utilizadas, conforme observado por Nanni (1995).

5.8 PRODUÇÃO DOS MAPAS TEMÁTICOS

Foram produzidos vários mapas temáticos que, incorporados ao sistema SPRING, auxiliam no contexto de suporte a decisão.

Segundo Assad et al., (1998) as cartas temáticas são úteis para o planejamento e acompanhamento de propriedades agrícolas e florestais, e na avaliação de impacto ambiental que resulta da implantação de agricultura ou silvicultura.

Os mapas temáticos são documentos apresentados em quaisquer escalas, e que representam fenômenos geográficos, geológicos, demográficos, econômicos, agrícolas e etc..., sobre um fundo geográfico básico e visam analisar e pesquisar temas no seu aspecto especial (OLIVEIRA, 1988).

A simbologia utilizada na representação dos diversos temas, é a mais variada no que se refere a linguagem de comunicação cartográfica, já que suas formas de expressão podem ser, ora qualitativas, ora quantitativas (OLIVEIRA, 1988).

Portanto, constatamos que existe uma gama de formas de apresentação para os diversos temas que podem ser destacados em representações cartográficas distintas, assim como também diversas podem ser as escalas a serem usadas na representação do tema.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 USO ATUAL DAS TERRAS

Observa-se que a ocupação das terras na área de estudo e entorno é caracterizada predominantemente pela cultura de arroz irrigado que, em princípio, foi estabelecida pela facilidade local de irrigação natural, mas que já apresenta claramente sistemas de manejos de controle da água superficial por meio de diques e drenos construídos com comportas que são controladas conforme a vazão necessária (Figura 16).



Figura 16 – Áreas planas donde ocorre a instalação da cultura do arroz.

Podemos destacar também a inserção de culturas de algodão, milho e feijão nas áreas onde não há problemas com incidência de encharcamento, além de áreas destinadas à criação de gado leiteiro (Figura 17).

Fica evidenciado na Figura 17, que relata uma feição do solo imageada em 2003, a inexistência da APP e da Reserva Legal, o que comprova o não cumprimento dos parâmetros mínimos de manutenção e recuperação da cobertura vegetal estabelecidos na Lei 4.771 de 1965.

Conforme Teodoro (1994), a região está inserida em uma parcela do Terceiro Planalto Paranaense, onde o Rio Ivaí apresenta em seu trecho final, um curso sinuoso com nítidos processos de acumulação de sedimentos em terraços e em planícies aluviais de pequeno porte formando banhados ou áreas brejosas e estendem-se até 4 ou 5 km a partir de suas margens.

Na Tabela 2 é definida a área de cada classe obtida e o seu percentual em relação à área total.

Tabela 2 - Uso atual, área e porcentagem de participação na área de estudo avaliada pela classificação da imagem TM-Landsat.

| Uso Atual | Área (km ²) | % |
|--|-------------------------|-------|
| Solo preparado para plantio de arroz | 6,76 | 27,40 |
| Vegetação de macega em áreas alagadas | 6,28 | 25,45 |
| Pastagem de áreas secas | 2,52 | 10,22 |
| Pastagem em áreas sujeitas a inundação | 7,28 | 25,51 |
| Solo preparado em áreas não sujeitas a inundação | 1,83 | 7,42 |
| Total | 24,67 | 100 |

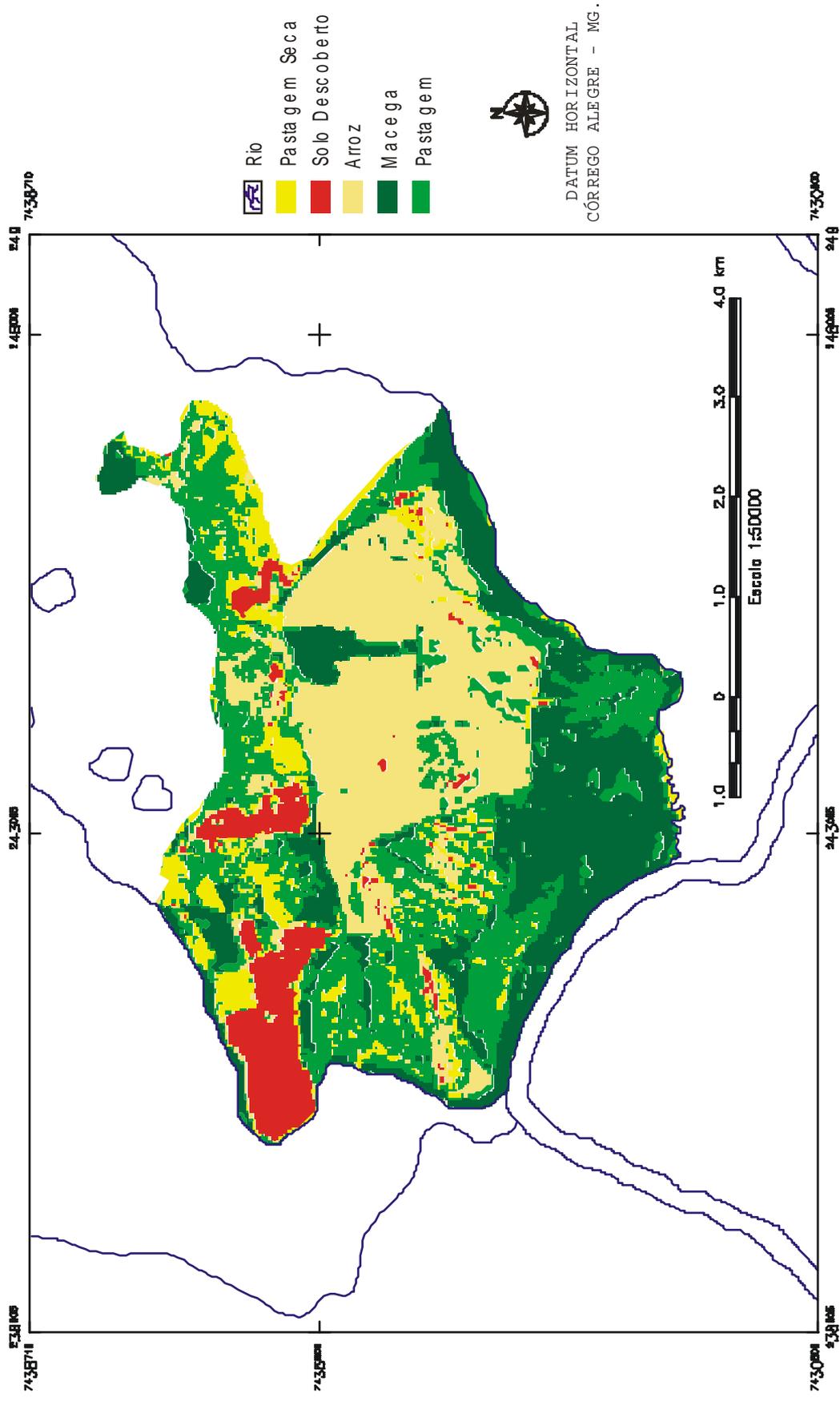


Figura 17 - Imagem classificada pelo classificador MAXVER para definição da distribuição do uso da terra da área de estudo.

Algumas partes da área são freqüentemente ameaçadas por incêndios na época da estiagem, inclusive com incêndios intencionais em área de preservação, onde cresce a planta Ginsen (*Pfaiffa*), a qual tem grande valor econômico por ser um tubérculo utilizado na indústria de cosméticos, e é nativa local. A queimada é provocada para destacar a planta em questão, já que ela brota antes das outras danificadas pelo fogo, e fica prático destacá-la no campo para sua colheita. Tal fato já havia sido destacado por Comunello (2001) e Nanni (2000). Este procedimento torna o solo mais suscetível a danos ambientais como a erosão.

Na agricultura, quando o agricultor se dá conta de que este processo está acontecendo, o solo já está improdutivo. Sendo o desmatamento sem planejamento um facilitador para o desencadeamento da erosão, e constatando-se a exposição do solo da área estudada, fica evidente (Figura 18) a inexistência da mata ciliar (reserva permanente), ou mesmo da intenção dos moradores e usuários das terras locais em sua implantação.



Figura 18 - Ausência de vegetação original em toda extensão de alcance de uma margem a outra dos rios Ivaí e Prata.

Na área estudada observa-se um grande dique construído em forma de U, e que acompanha parte dos cursos do Rio Caveira, Ivaí e da Prata, com o objetivo de evitar cheias

que ocorriam em períodos irregulares, e que chegavam até as construções das casas dos moradores locais, situadas aproximadamente a 500 metros do dique (Figura 19 e 20).



Figura 19 – Dique artificial com a finalidade de contenção das cheias do rio Ivaí dentro da área de estudo.

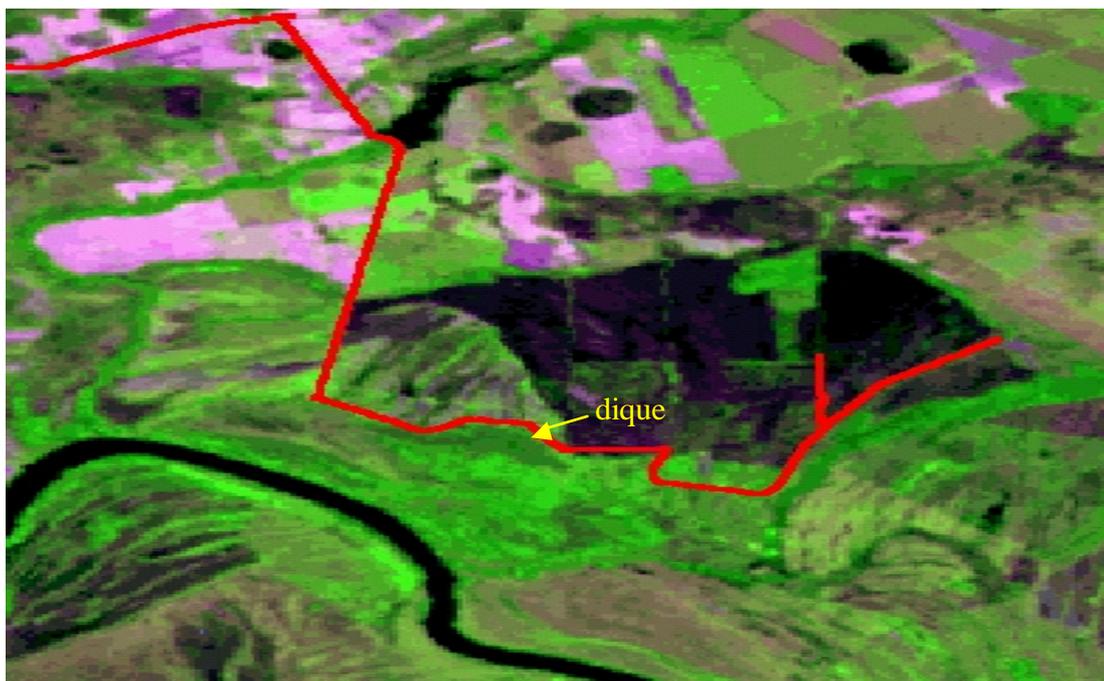


Figura 20 – Dique artificial em vista aérea.

Tal dique tem origem na manifestação da necessidade local, e não conta com nenhum projeto ou licenciamento ambiental conforme relatado por funcionários do Instituto Ambiental do Paraná de Paranaíba/PR, que são responsáveis pela área.

Conforme relato dos moradores, antes da construção do dique, as cheias acarretavam grandes perdas na agricultura instalada na área sujeita a inundação, e que após a construção, minimizaram-se as perdas pelas enchentes. Os locais que as cheias atingiam, observados pelos moradores entrevistados, estão evidenciados na Figura 21.



Figura 21 - Pontos referenciados como áreas limítrofes de cheias ocasionais, citadas por moradores locais.

Na concepção atual de desenvolvimento sustentável, um dos grandes desafios ambientais reside, na capacidade de compreender as inter-relações entre o recurso natural e a pressão sócio-econômica empreendida pelo ser humano. Para compreender esta relação é necessário que se possa avaliar qualitativa ou quantitativamente o padrão da evolução da ação do homem tomando como unidade a bacia hidrográfica.

Conforme MMA (2001), a utilização da unidade como a bacia hidrográfica se justifica pelo fato de a mesma integrar a maior parte das relações causa e efeito a serem consideradas na gestão de recursos hídricos, e pela relação direta existente entre a área a montante com a área a jusante do mesmo curso do rio. Apesar de outros fatores como estudos de flora e fauna, dinâmica de populações e comunidades transcenderem a bacia hidrográfica, na gestão de recursos hídricos esta área é reconhecida como unidade de estudo mais adequada.

Comprova-se assim que todas as micro-áreas da bacia tem grande influência sobre o todo em sua qualidade.

A necessidade de conservação do solo da região estudada é instituída como obrigatoriedade para os usuários, pelo Decreto de 30 de Setembro de 1997 que constitui a APA, baseado na LEI 6.902 de 27 de abril de 1981.

O zoneamento ambiental foi declarado como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente (inciso II, artigo 9º, Lei nº 6.938, de 31.08.81), e que a partir desta data passou a fazer parte de planos diretores de manejos de áreas de proteção ambiental.

A degradação dos recursos naturais é conseqüência de um fenômeno complexo que começa com o seu uso inadequado pelo homem, visando à produção econômica de alimentos e matérias-primas para as indústrias. É de fundamental importância entender o processo de maneira ampla e propor estratégias e técnicas capazes de debelar as causas, evitando aplicação de recursos e esforços para atacar os efeitos que conduzem a soluções parciais e pouco eficientes do problema.

A erosão hídrica, causada pelo uso inadequado do solo, é o problema inicial que antecede todos os demais, com influência em diferentes graus em cada um deles. Daí a necessidade de introduzir junto aos agricultores as tecnologias disponíveis e comprovadas de manejo e conservação do solo, visando ao controle da erosão hídrica, além de outras que

promovam a recuperação e a melhoria do potencial produtivo dos solos já depauperados pela erosão ou pelo mau uso (IAC, 1992).

Quando a cobertura vegetal do solo é retirada, a água da chuva passa a representar um grande impacto, causando a compactação do solo e o escoamento superficial da água, assim produzindo inundações e rapidamente enchendo o nível de água dos rios. Este fato é constatado em regiões com pouca cobertura vegetal, onde se tem uma alternância entre ocorrência de cheias no período de chuvas e de um decréscimo do volume de água nos rios no período de estiagem (MMA, 2001).

Em se tratando de recursos hídricos, o impacto decorrente das alterações sofridas pelo uso do solo refletem-se em todos os componentes do ciclo hidrológico, como no escoamento superficial, na recarga dos aquíferos, na qualidade da água e no transporte de sedimentos (MENDES, 2001).

As bacias de inundação têm o papel de áreas de decantação, onde os sedimentos finos que vem carregados em suspensão se depositam posteriormente aos detritos mais grosseiros que se depositam nos diques e nos depósitos de recobrimento (CHRISTOFOLETTI, 1981), na área de estudo é visível a formação de dique marginal.

Em consequência do calor excessivo refletido pela carga solar e da lavagem do solo pelas chuvas torrenciais locais, ressalta-se a necessidade da restauração e conservação da cobertura vegetal para preservação do solo em suas áreas mais críticas, a qual vem somar-se também à necessidade da manutenção da capacidade agrícola nas regiões produtivas.

A elaboração de um Plano de Ordenamento de Gestão, a reestruturação de sistema de irrigação, o manejo de canais de drenagem, a recomposição da cobertura vegetal, a inibição de ocorrência de enchentes e inundações, o combate a erosão, tudo isto constitui a série de problemas tecnológicos que devem ser compreendidos por qualquer cidadão, de forma que os

mesmos possam adquirir autonomia e confiança para seu efetivo exercício da cidadania (MMA, 2001).

6.2 SAZONALIDADE

Uma vez que o estabelecimento da sazonalidade das cheias de um sistema hidrográfico, como o que ocorre na área de estudo, é necessário para contemplar a legislação vigente, a série histórica dos dados da estação de taquara foi tabulada para determinar o valor de cota máxima com maior frequência representativa de sazonalidade anual.

Com base em observações de imagens em períodos distintos, e nas observações das leituras de réguas dos últimos 31 anos (Tabela 3), constata-se uma repetição de cheias superiores a 9 metros recorrentes nos últimos 30 anos caracterizando uma representação de 97% de incidência contra 81% de incidência para 10 metros, o que legitima a consideração de sazonalidade anual para 9 metros. A simulação no modelo, das áreas inundáveis durante os períodos de cheias do rio Ivaí proporciona uma maior clareza da área que deve ser considerada de preservação permanente.

Tabela 3 - Data de ocorrência, cota máxima para 8, 9 e 10 metros acima do leito médio menor do rio Ivaí.

| Medida de régua (mm) | | | | | |
|----------------------|------|------------|------|-------------|------|
| Acima de 8 | | Acima de 9 | | Acima de 10 | |
| Data | Cota | Data | Cota | Data | Cota |
| out/74 | 1044 | out/74 | 1044 | out/74 | 1044 |
| out/75 | 924 | out/75 | 924 | - | - |
| jun/76 | 1198 | jun/76 | 1198 | jun/76 | 1198 |
| jan/77 | 1110 | jan/77 | 1110 | jan/77 | 1110 |

| Acima de 8 | | Acima de 9 | | Acima de 10 | |
|------------|------|------------|------|-------------|------|
| - | - | - | - | - | - |
| jul/78 | 1000 | jul/78 | 1000 | jul/78 | 1000 |
| set/79 | 1104 | set/79 | 1104 | set/79 | 1104 |
| dez/80 | 1016 | dez/80 | 1016 | dez/80 | 1016 |
| dez/81 | 966 | dez/81 | 966 | - | - |
| jun/82 | 1125 | jun/82 | 1125 | jun/82 | 1125 |
| mar/83 | 1250 | mar/83 | 1250 | mar/83 | 1250 |
| set/84 | 1048 | set/84 | 1048 | set/84 | 1048 |
| mai/85 | 1089 | mai/85 | 1089 | mai/85 | 1089 |
| mai/86 | 1044 | mai/86 | 1044 | mai/86 | 1044 |
| mai/87 | 1230 | mai/87 | 1230 | mai/87 | 1230 |
| mai/88 | 1124 | mai/88 | 1124 | mai/88 | 1124 |
| ago/89 | 1013 | ago/89 | 1013 | ago/89 | 1013 |
| jan/90 | 1234 | jan/90 | 1234 | jan/90 | 1234 |
| mai/92 | 1196 | mai/92 | 1196 | mai/92 | 1196 |
| out/93 | 1260 | out/93 | 1260 | out/93 | 1260 |
| jun/94 | 1054 | jun/94 | 1054 | jun/94 | 1054 |
| jan/95 | 993 | jan/95 | 993 | - | - |
| jan/96 | 908 | jan/96 | 908 | - | - |
| jan/97 | 1198 | jan/97 | 1198 | jan/97 | 1198 |
| out/98 | 1247 | out/98 | 1247 | out/98 | 1247 |
| jul/99 | 1008 | jul/99 | 1008 | jul/99 | 1008 |
| set/00 | 1117 | set/00 | 1117 | set/00 | 1117 |
| out/01 | 908 | out/01 | 908 | - | - |
| mai/02 | 1222 | mai/02 | 1222 | mai/02 | 1222 |
| jan/03 | 1248 | jan/03 | 1248 | jan/03 | 1248 |
| mai/04 | 1572 | mai/04 | 1572 | mai/04 | 1572 |

De acordo com a Tabela 3 observa-se que, quando se considerou a cota máxima em régua, o ano de 1991 foi o único que não apresentou valores, pois a maior leitura de régua neste ano foi de 6,82 m (ANA, 2005). Observa-se também neste período que a maior leitura ocorreu no ano de 2004, com 15,72 m.

6.3 MODELO NUMÉRICO DE TERRENO

O modelo de inundação utilizado foi obtido por meio de estabelecimento da cota do nível do leito normal do rio Ivaí, considerando sua superfície em um ponto estabelecido dentro da área de estudo.

Tal ponto foi nivelado pela translocação do marco geodésico do IBGe instalado no Município de Ivaté por meio do levantamento de campo. Estabelecido este ponto pôde se transferir com confiabilidade a altitude aos pontos de nivelamento e proceder a conjugação dos mesmos com os pontos das cartas geográficas por meio do sistema de informações geográficas. A partir disto foi possível integrar todas as informações planialtimétricas, como observado na Figura 22.

6.3.1 Caracterização do nível da lâmina superficial do rio em seu leito médio

Com os pontos coletados no campo, juntamente com as isolinhas extraídas das cartas planialtimétricas gerou-se o modelo digital do terreno e sobre ele foi incorporada à imagem TM-Landsat em composição colorida 5, 4 e 7 em RGB (Figura 23).

As altitudes da área de estudo variaram de 228 (no nível mais baixo do rio Ivaí) a 260 m.s.n.m., com uma amplitude de 32 m (Tabela 4).

Foi realizado um comparativo da cota de inundação de Porto Taquara, considerando as condições de similaridade encontradas no relevo, na largura e profundidade do leito do rio e na declividade do talvague, e demonstrada conforme Tabela 5 (IPT,1984).

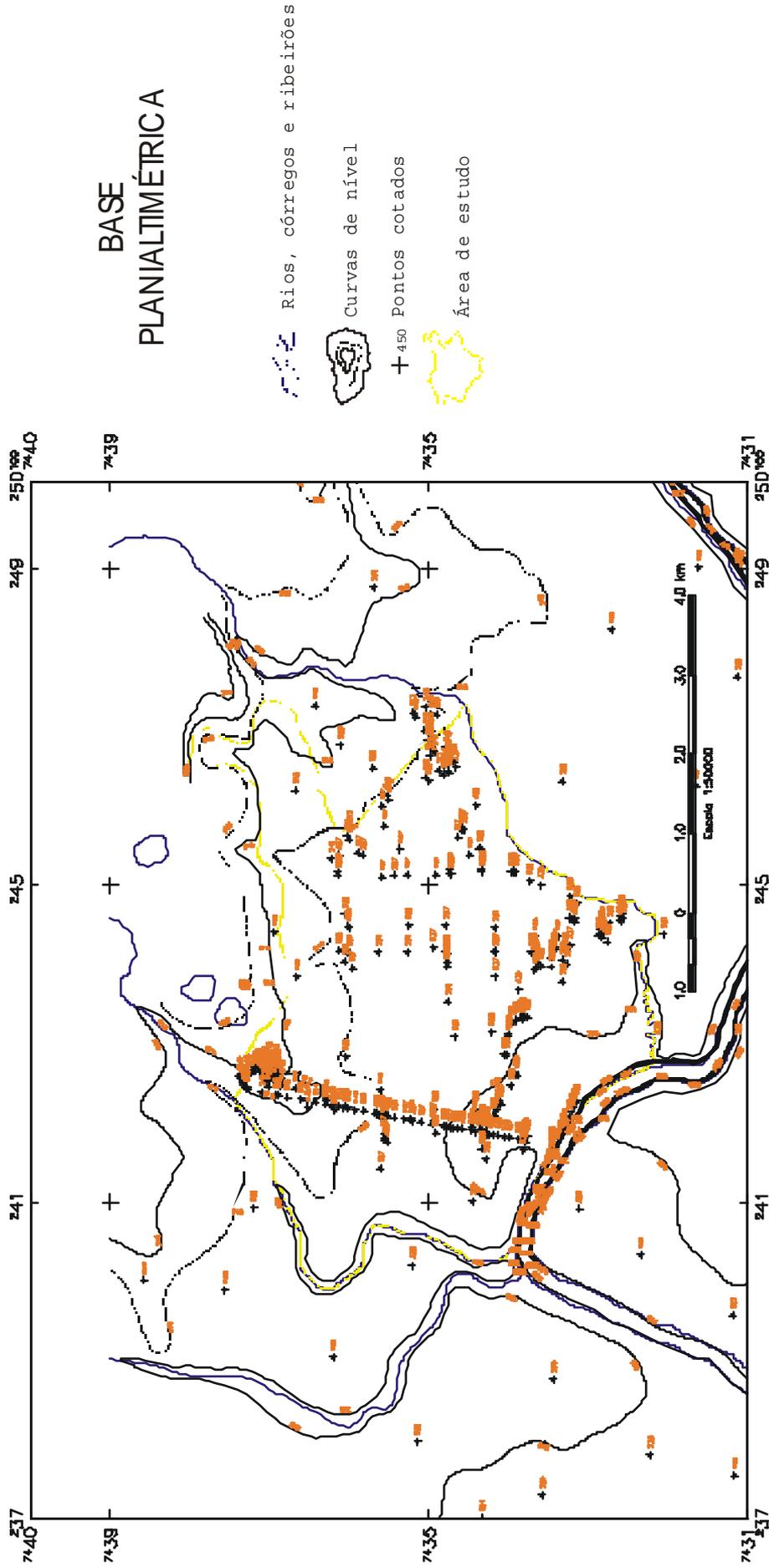


Figura 22 – Representação da base planialtimétrica da área de estudo.

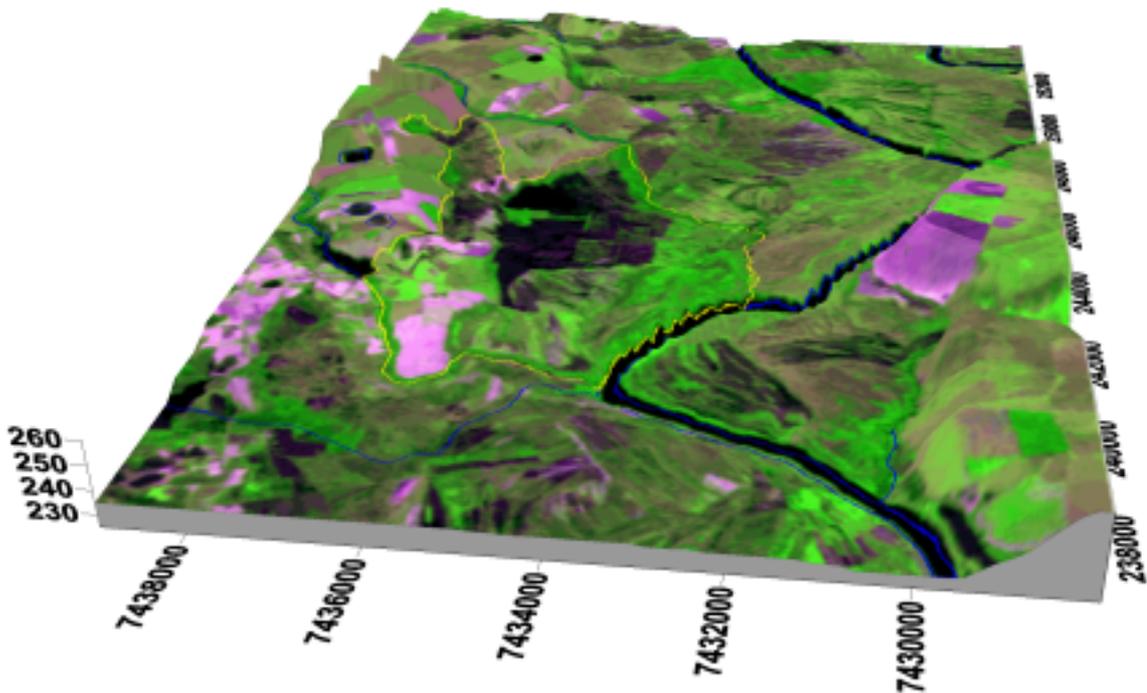


Figura 23 – Modelo numérico do terreno com sobreposição da imagem TM-Landsat em composição colorida 5, 4, 7 em RGB. Observa-se em amarelo a área de estudo.

Tabela 4 - Estatística descritiva dos valores de cota da área de estudo.

| Parâmetro | Valor |
|-------------------------|----------|
| Máximo | 260 m |
| Média | 237,74 m |
| Mínimo | 228 m |
| Moda | 240.60 m |
| Desvio Padrão | 7,75 |
| Coeficiente de Variação | 0,03 |
| Amplitude | 32 m |

Tabela 5 – Variação da profundidade do talvegue na extensão de Porto Taquara até a área estudada (IPT, 1984).

| Distância do ponto à Foz (km) | Cota do nível da lâmina d'água (m) | Cota do fundo (m) | Profundidade do rio no ponto (m) |
|-------------------------------|------------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| 20 | 229,06 | 222,36 | 6,64 |
| 75 | 232,10 | 225,30 | 6,80 |

Fonte: IPT – 1984

Observa-se conforme Tabela 5, que a variação de profundidade do talvegue desde o Porto Taquara, situado a uma distância de 70,40 km da foz no rio Paraná até a área estudada que se situa entre o km 25 ao 30 é de 16 cm, o que confirma a constância da vazão utilizada na análise relacional de informações.

Por meio destas observações determinou-se que, para o dique marginal do rio (barranco) na área de estudo, a altura estabelecida foi de 9 metros, com base em seu menor leito médio (Figura 24).

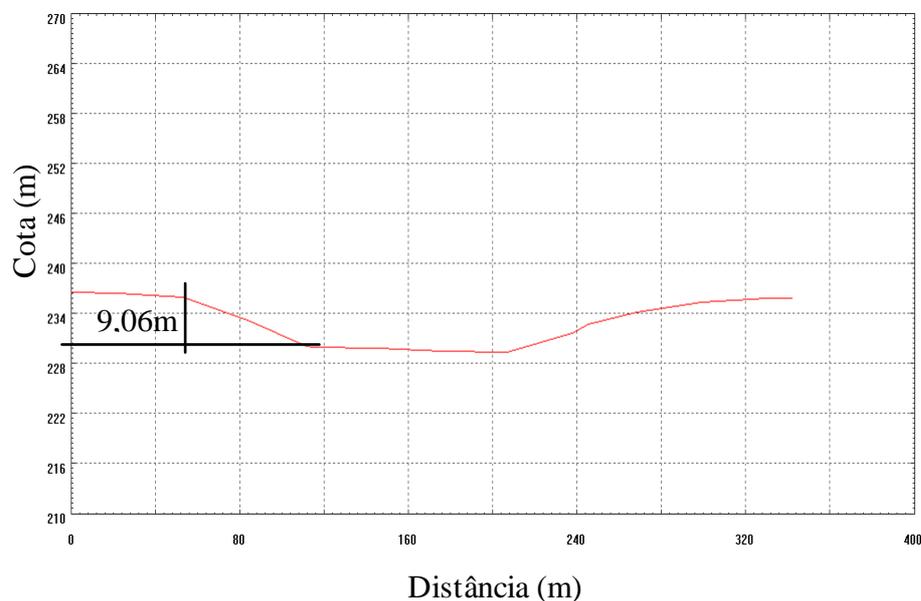


Figura 24 – Altura do barranco do lado direito do rio Ivaí, localizado na área de estudo.

A partir da determinação deste valor, realizou-se os modelos de inundação, estabelecendo-se, como cota inicial, o valor de 228 m.s.n.m. A partir desta cota foram acrescidas, por meio do algoritmo fatiamento do sistema SPRING, cotas de 6, 7, 8, 9 e 10 metros, para determinação da área alagável, apresentadas nas Figuras 25, 26 e 27.

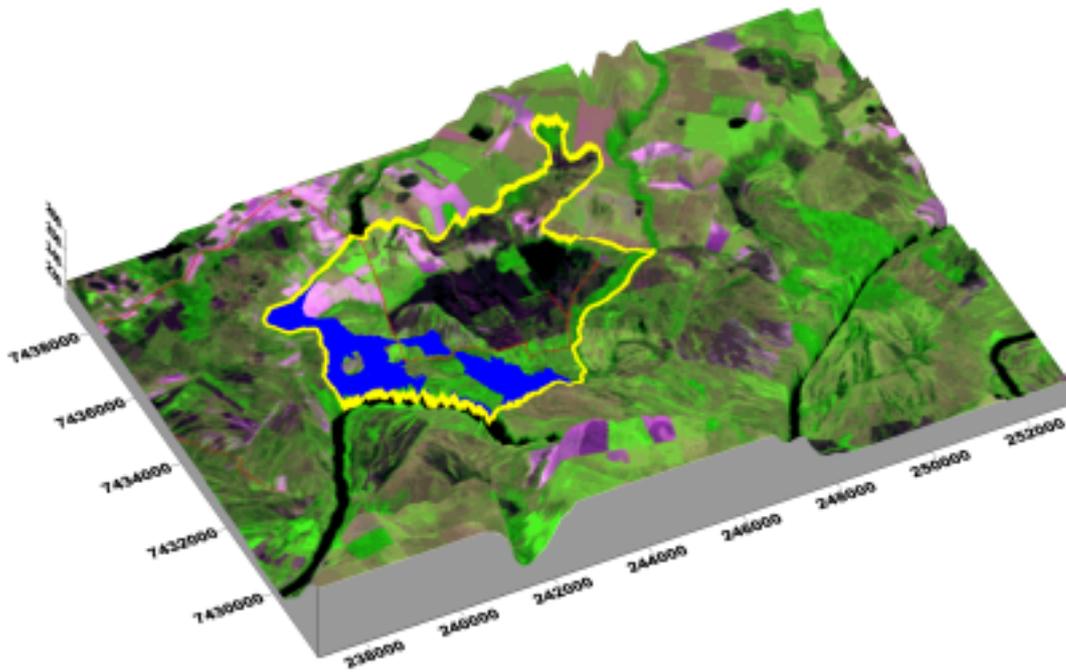


Figura 25 – Modelo tridimensional apresentando a área alagada na área de estudo (em amarelo) com elevação do leito do rio em 8 m.

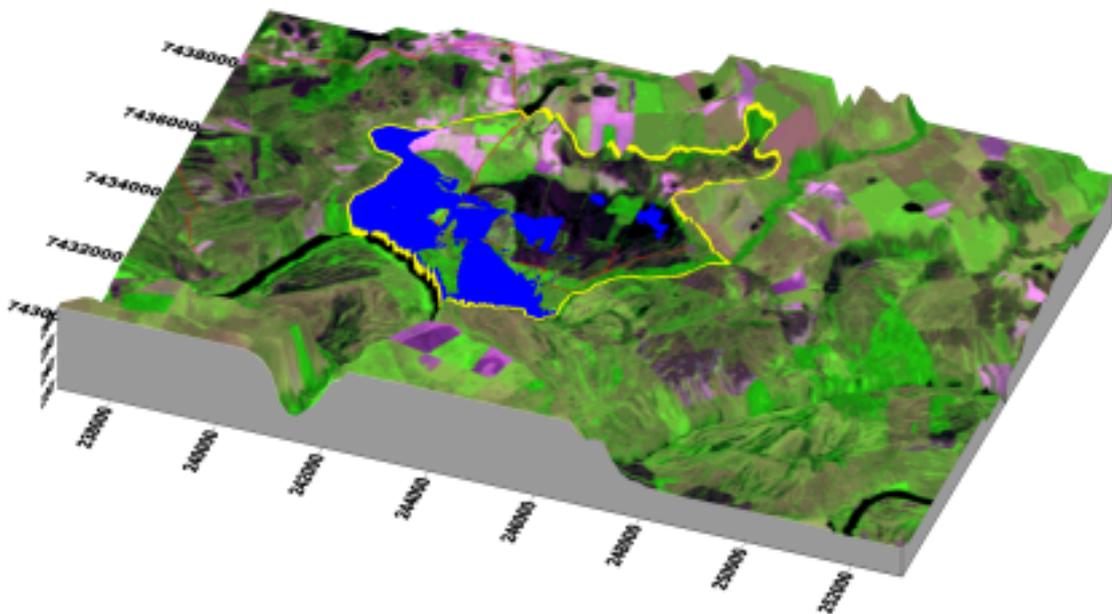


Figura 26 – Modelo tridimensional apresentando a região alagada na área de estudo (em amarelo) com elevação do leito do rio em 9 m.

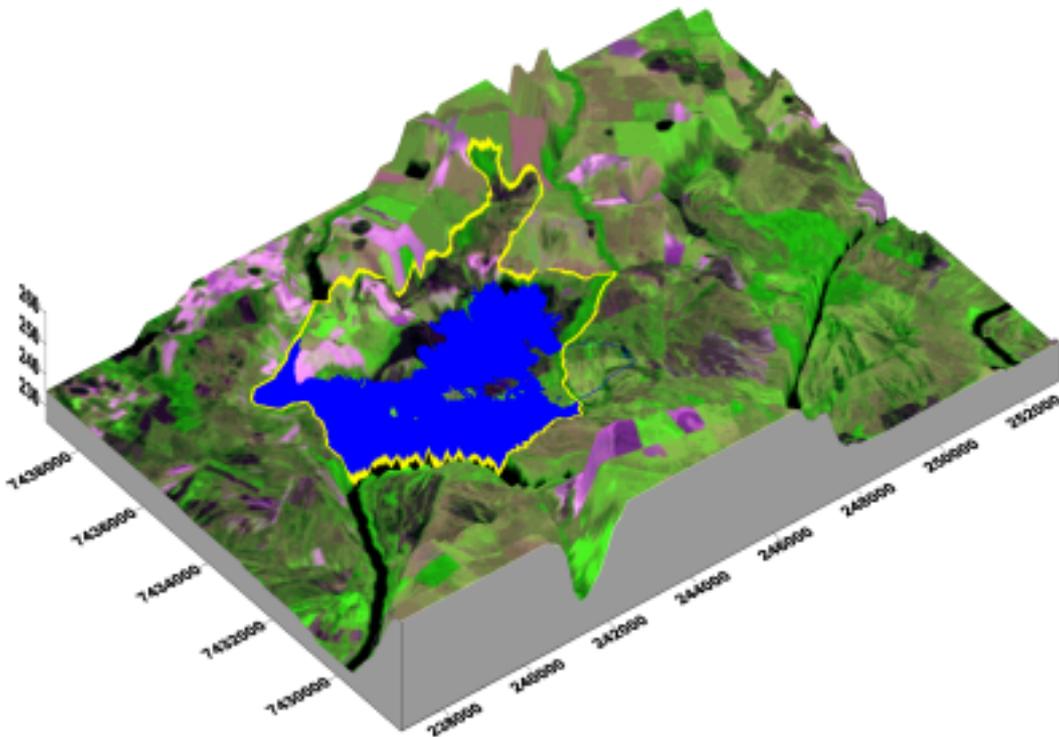


Figura 27 – Modelo tridimensional apresentando a região alagada na área de estudo (em amarelo) com elevação do leito do rio em 10 m.

Observa-se que a medida que eleva-se o nível do rio, maior a área alagável. Tal fato era esperado, uma vez que o barranco apresenta 9 metros, o que o torna uma barreira natural. No entanto o sistema hidrológico é conectado e, desta forma, a área trabalhada inicia o seu alagamento pela entrada de água na foz do rio Caveira.

O montante de área alagada foi de 1405,62 ha quando utilizou-se 10 metros acima do nível do rio. Para 9 metros a área alagável foi de 754,8 ha, sendo que 28,8 ha não tiveram influência direta do rio, mas sim áreas alagadas pela elevação do nível do lençol freático. Para 8 metros, a área alagada foi de 463,40 ha.

A faixa compreendida pelo alagamento decorrente da elevação em 9 metros do nível do rio, variou entre 1900 metros, a partir do rio Caveira, até 1137 a montante. Valores intermediários, como 1860 e 1307 metros também foram estabelecidos (Figura 28).

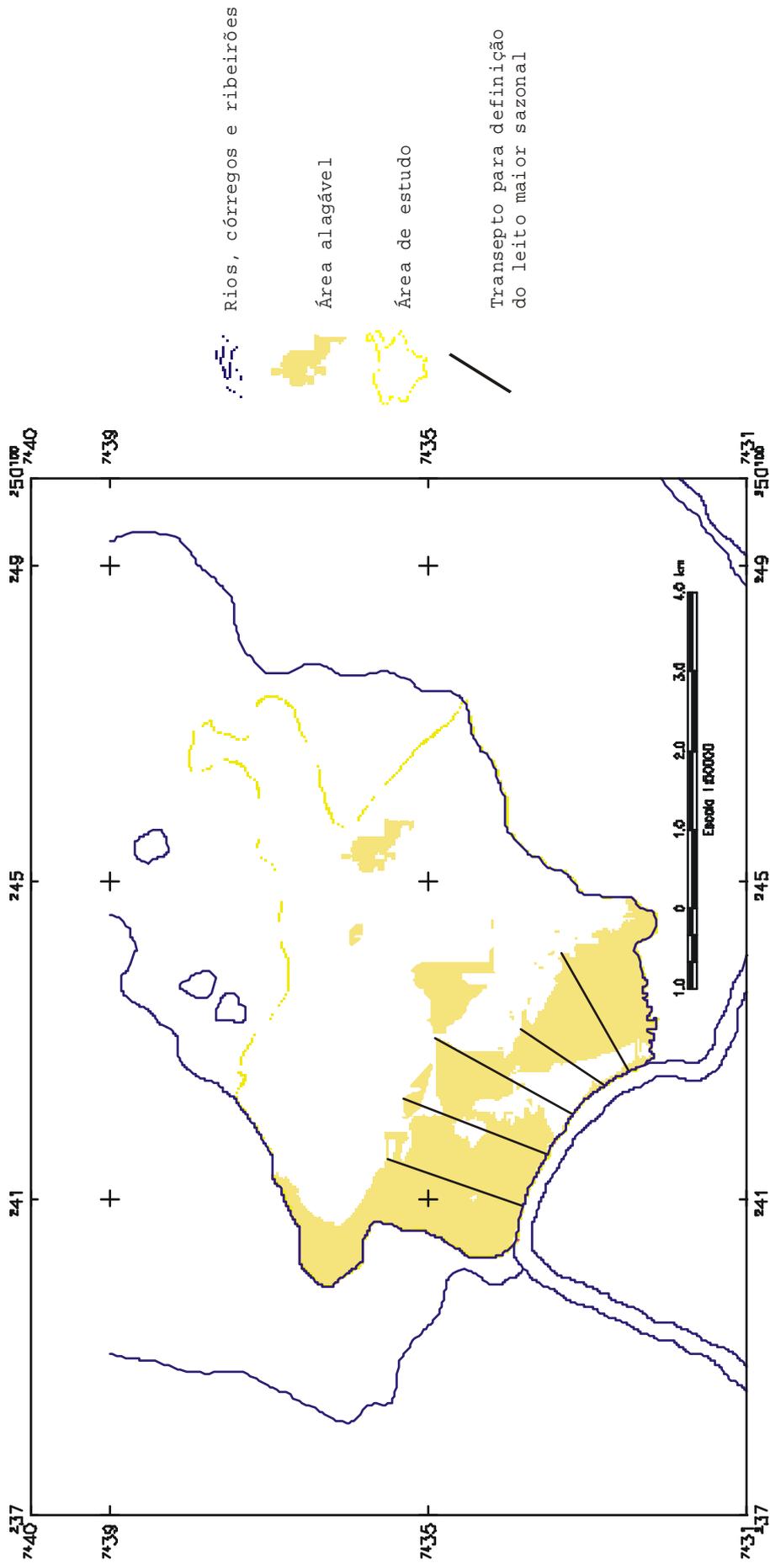


Figura 28 – Representação da área alagável com elevação do nível do rio Ivaí em 9 metros e a definição do leito maior sazonal para a área de estudo.

Portanto, seguindo-se a legislação vigente, para a porção trabalhada, a área de preservação permanente deverá ser implantada até 100 metros a partir do leito maior sazonal estabelecido, uma vez que o leito normal apresenta até 200 metros de largura.

Com o propósito de estabelecer a necessidade dos trabalhos de campo e obtenção das cotas altimétricas de forma precisa, realizou-se um estudo comparativo entre a análise da área de inundação apenas com os dados cartográficos existentes, e destes com a incorporação dos dados de levantamento de campo (Figura 29). Os modelos numéricos de terreno foram cruzados no sistema SPRING, cujos dados são apresentados na Tabela 5.

Tabela 6 - Tabulação cruzada entre as áreas alagáveis conforme Figura 29.

| Mapa planialtimétrico | Mapa planialtimétrico + dados de campo | Área em comum |
|-----------------------|--|---------------|
| | ha | |
| 767,3 | 754,8 | 572,6 |

Observa-se, pela Tabela 6 que, apesar de áreas equivalentes, existe uma área em comum de 572,6 ha, ou seja, cerca de 188 ha não são coincidentes. Torna-se, portanto, por meio de tabulação cruzada, clara a necessidade do levantamento, pela divergência do resultado apresentado.

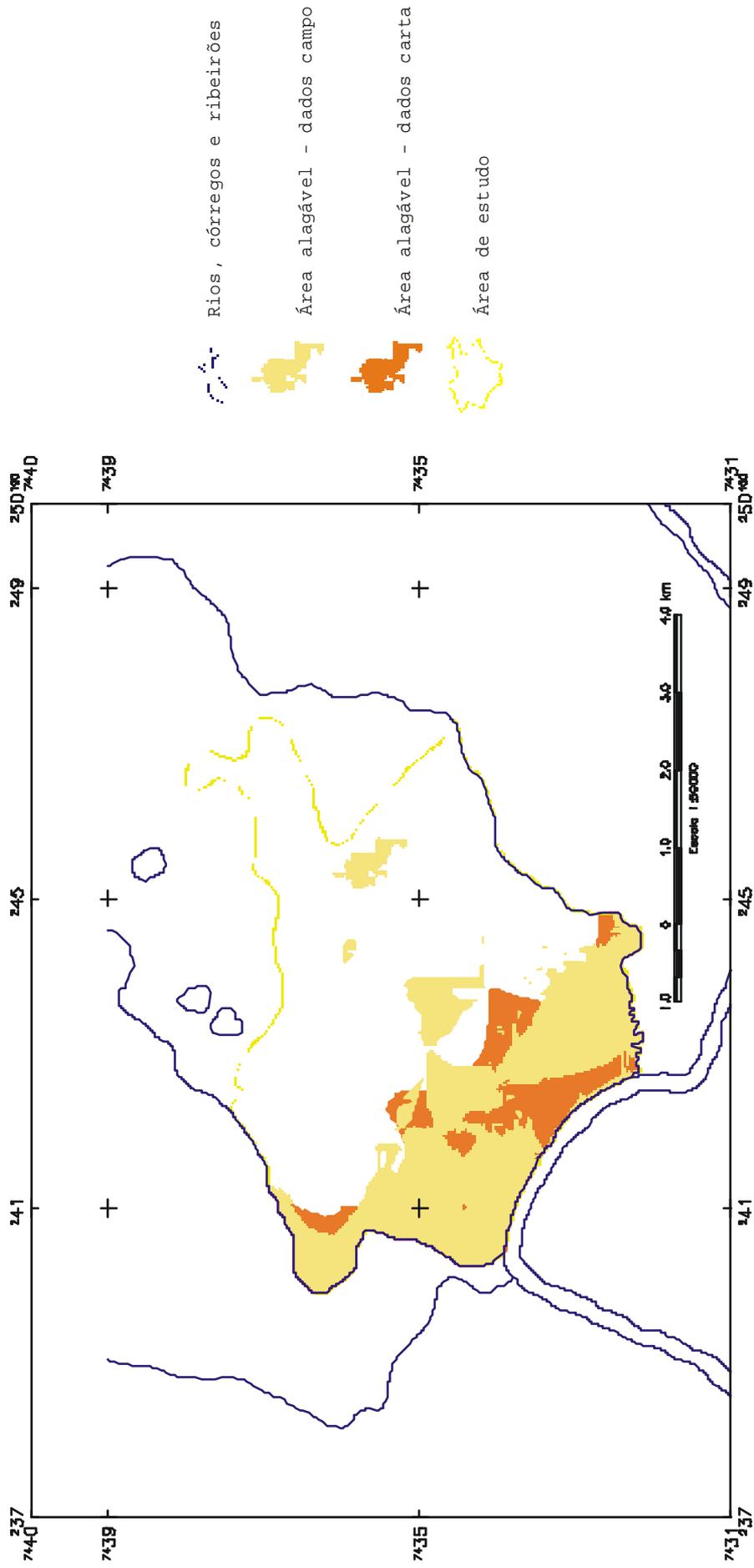


Figura 29 - Área de armazenamento para cota de inundação de 9 metros com dados cartográficos obtidos pelas cartas planialtimétricas (laranja) e aquelas obtidas pelos dados cartográficos acrescidas pelos dados de campo (amarela).

6.4 INFLUÊNCIA DOS FENÔMENOS, EL NIÑO E LA NIÑA NA VARIAÇÃO DAS CHEIAS DO RIO IVAÍ.

Conforme já citado, em períodos de El Niño a tendência é de aumento de chuvas e, em período de La Niña, de redução. Mas como apresentado no gráfico da Figura 30, verifica-se a não influência dessas tendências nos dados obtidos, podendo ser desconsiderado o efeito citado no estudo em questão.

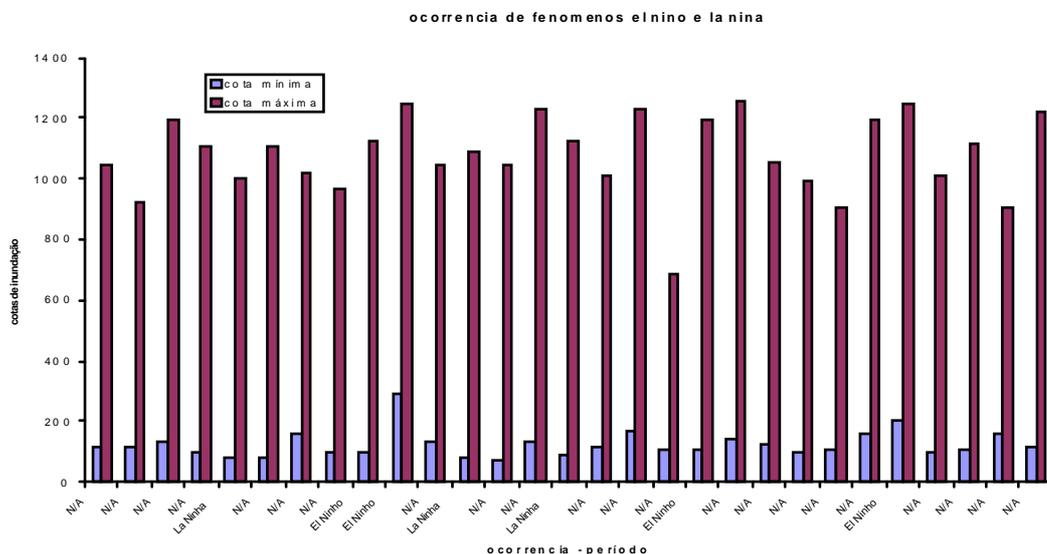


Figura 30 - Gráfico demonstrativo de anos normais e com anomalias La Niña e El Niño.

6.5 PERIODICIDADE DAS CHEIAS E INFLUÊNCIA DO SISTEMA IVAÍ – PARANÁ NA INUNDAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.

Por meio da análise de imagens TM-Landsat (Figuras 31 a 34), dentro de uma série histórica de 21 anos (1984 a 2005), constatou-se que a periodicidade das cheias foi comprovada através de comparativos.

Outra observação que pôde ser constatada, é que as cheias que ocorrem no rio Ivaí, não tem alcance de influência na área estudada, como também constatado por Comunello

(2001). Hora o sistema Paraná apresenta pontos de alagamento, devido a elevação do seu leito, enquanto que na área de estudos e adjacências localizadas no rio Ivaí não sofrem alteração. O mesmo ocorre de modo inverso, ou seja, o sistema Ivaí apresenta pontos de alagamento tanto na área de estudo como adjacências estando o rio Paraná com seu sistema normal, sem alagamentos.

Tal fato demonstra que, a dinâmica de alagamento da área de estudo depende também de outros fatores tais como, fluxo de vazão do rio Ivaí desde a nascente e chuvas localizadas.

Observa-se, pela ordem cronológica das figuras que o sistema Ivaí-Paraná estão, de certa forma, independentes quanto ao regime de cheias relacionado a pluviometria. Mesmo antes da construção da barragem de Porto Primavera e Rosana (Figura 31), ocorreram alagamentos em porções da área de estudo e adjacências, mesmo sem o preenchimento das áreas alagadas do rio Paraná. Tal fato deve-se, provavelmente a chuvas localizadas ou mesmo concentração de água do sistema Ivaí partindo de sua nascente ou mesmo de seus tributários.



Figura 31 – Composição colorida 543 em RGB da imagem TM-Landsat órbita ponto 223/076 de 29/09/1984 apresentando pontos de alagamento na área de estudo sem a interferência do rio Paraná.



Áreas s/ Alagamento

Áreas c/ Alagamento

Figura 32 – Composição colorida 543 em RGB da imagem TM-Landsat órbita ponto 224/076 de 21/10/1995 apresentando pontos de alagamento na área de estudo sem a interferência do rio Paraná.



Figura 33 – Composição colorida 543 em RGB da imagem TM-Landsat órbita ponto 223/076 de 22/10/1998 apresentando pontos de alagamento na área de estudo sem a interferência do rio Paraná.



Figura 34 – Composição colorida 543 em RGB da imagem TM-Landsat órbita ponto 224/076 de 25/05/2002 apresentando pontos de alagamento na área de estudo sem a interferência do rio Paraná.



Figura 35 – Composição colorida 543 em RGB da imagem TM-Landsat órbita ponto 223/076 de 11/02/2005 apresentando pontos de alagamento na parte superior do rio Paraná sem interferência na área de estudo.

7 COMENTÁRIOS GERAIS

Sabemos que o sistema hídrico local sofreu nos últimos tempos grandes variações em suas ramificações a montante, por consequência de instalações de hidroelétricas tanto no Rio Paraná, como no alto do Rio Ivaí, e por causa do desmatamento generalizado em toda sua área ciliar houve uma alteração na velocidade e intensidade das cheias na área, pois a água pluvial tem mais facilidade em escorrer superficialmente do que em infiltrar-se para o lençol freático..

Conforme observações da área, realizadas em imagens de satélite, que se repetem periodicamente a cada 16 dias desde 1974, mesmo algumas cenas tendo sido inutilizadas pela incidência de nuvens ou problema na transmissão da imagem, pode-se constatar que não existe visível influência das cheias ocorridas no rio Paraná sobre a área estudada (Figuras 31 a 35), e que apenas devemos considerar o fluxo hídrico da bacia do rio Ivaí para caracterizarmos sua área de inundação sazonal.

Outra consideração que não demonstrou grande influência nos níveis de vazão local, foram as ocorrências dos fenômenos El Niño e La Niña, conforme no gráfico da Figura 14, onde observa-se claramente que nem porque o ano é de ocorrência de um dos fenômenos, que a característica de sua ocorrência se realça sobre os outros anos.

Uma questão que tem uma definição prática e simplista atualmente, é a definição da área de abrangência considerada como nível mais alto do leito do rio, e que é o alinhamento para o princípio da instalação da reserva da preservação permanente. Sabemos que tal decisão requer um estudo mais aprofundado da topografia local. Por falta deste conhecimento mais aprimorado, verificamos que a ação do próprio órgão fiscalizador é de considerar o barranco do rio como sendo a linha definidora para a implantação da RPP, mesmo no caso de estarmos trabalhando

com área de várzea onde a simples visualização, ou definição qualitativa, não resulta em atribuição correta de valores.

Através do levantamento realizado e da análise sobre as informações obtidas do local, constata-se que a utilização da área não está coerente com o que diz o código florestal. Tal fato vem colocar em risco a riqueza natural da área e a sobrevivência da biodiversidade local. O que conflita diretamente com os princípios fundamentais de uma APA.

Constata-se também a escassez de informações de vazão, e de uma melhor distribuição de rede de referência de nivelamento, ausência esta que prejudica a dinâmica do andamento dos trabalhos, tornando essencial o levantamento de pontos de nivelamento no terreno para complementar as cartas já existentes..

8 CONCLUSÕES

Após verificação da composição dos dados obtidos como resultado da pesquisa, conformados em um MNT, constata-se que a área contígua ao rio Ivaí, margem direita, entre os rios Caveira e Prata, começa a apresentar sinais de alagamento a partir da altitude 235m na área estudada, o que representa uma cota de inundação em Porto Taquara de 7 metros na régua limnimétrica.

Através dos dados de régua limnimétrica de Porto Taquara, conclui-se que a sazonalidade anual é determinada com cotas de 9 metros na régua, o que representa uma área de inundação de 754,8 ha de alagamento, onde 28,8 ha que estão contidos nesta não tem influência direta do rio.

A área demonstrada é superior à área considerada na prática como leito maior do rio, pelos órgãos fiscalizadores, que se utilizam de um elemento simplista como o dique marginal (barranco do rio) para delimitação do mesmo.

Considerando esta aplicação prática, o uso da terra local está representado basicamente por culturas de arroz, com 6,76 km² ou 676 ha (27,4%), seguido de pastagens em áreas sujeitas a inundação e vegetação de macega constituindo, em conjunto, cerca de 50% da área estudada. Verifica-se desta forma que áreas que deveriam estar compondo a preservação permanente, dentro do limite do leito maior do rio e da APP, estão sendo utilizadas com cultivos e pecuária.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. R. de. *Variabilidade da Precipitação Pluviométrica na Bacia Hidrográfica do Ivaí – Paraná*. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2003.

ASSAD, EDUARDO DELGADO; SANO, EDSON EYJI. *Sistema de Informações Geográficas*. Brasília: Serviço de Produção de Informação – SPI, 1998.

ASSUNÇÃO, G. V.; FORMAGGIO, A. R.; ALVES, A. R. *Mapa de aptidão agrícola das terras e uso adequado das terras: uma abordagem usando sgi e imagens de satélite*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 6, 1990, Manaus. Anais... São José dos Campos : INPE, 1990, p. 162 - 166.

BRASIL (1965), Lei 4771, de 15 de Setembro de 1965 e alterada pela Lei 7.803 de 18 de Julho de 1989. *Institui o Novo Código Florestal*. Artigo 2º, item a.

BRASIL (1997), Lei nº 9433, de 08 de Janeiro de 1997. *Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos*. Artigo 26º, item I e III.

CALIJURI, M. L. *Sistemas de informações geográficas II*. Viçosa : Universidade Federal de Viçosa, 1995.

CALIJURI, M. L.; RÖHM, S. A. *Sistemas de informações geográficas*. Viçosa : Universidade Federal de Viçosa, 1994.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. *Mapas e suas representações computacionais*. In: ASSAD, E. D.; S. E. E. *Sistemas de Informações geográficas – aplicações na agricultura*. Brasília : Embrapa/SPI, 1998a. cap. 2, p.13-29.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. *Operações de análise geográfica*. In: ASSAD, E. D.; S. E. E. *Sistemas de Informações geográficas – aplicações na agricultura*. Brasília : Embrapa/SPI, 1998b. cap. 5, p.67-91.

CHRISTOFOLETTI A. *Geomorfologia Fluvial*. São Paulo, 1981.

CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia*. São Paulo: editora da Universidade de São Paulo, 1974.

COMUNELLO, E. *Dinâmica de Inundação de Áreas Sazonalmente Alagáveis na Planície Aluvial do Alto Rio Paraná*. Dissertação de Tese de Mestrado, Centro de Ciências Biológicas Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais da Universidade Estadual de Maringá, Maringá,PR, 2001.

ESPARTEL, L. *Curso de Topografia*. Porto Alegre: editora Globo, 1977.

FELGUEIRAS, C. A.; do AMARAL, A. S. M. S. *Interfaceamento de sistemas de informações geográficas com banco de dados relacional*. In : SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7, 1993, Curitiba. Anais... São José dos Campos : INPE, 1993, vol. II. pp.347 - 350.

Guerra, A. T.; *Dicionário Geológico – Geomorfológico*, Rio de Janeiro – IBGE 1978.

HEERDT, B. et al. *Levantamento e Análise dos Pontos Críticos*. In: BATTISTELLI, M. et al. *Proteção e Manejo da Bacia do Rio das Pedras*. Guarapuava, PR. Editora B&D Ltda. 2004. parte 3, p. 43 - 49.

INPE (2004). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. *Manuais do Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING)*. Disponível em <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/manuais.html>> acesso em: Julho de 2004.

INSTITUTO AGRONOMICO, IAC. *Microbacia do Córrego São Joaquim (Município de Pirassununga, SP)*. Campinas SP: IAC. 1992.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANA, IAP. *Parque Nacional de Ilha Grande – reconquista e desafios*, Maringá: IAP/Coripa. 1999.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS, IPT. Perfil batimétrico longitudinal e perfil superficial da lâmina da água (projeto aproveitamento múltiplo do Rio Ivaí). Mapa. 1984. Escala 1:20.000.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA E CIÊNCIA AMBIENTAL, ITCA. *Zoneamento ecológico econômico da APA do Rio Paraná*. Maringá : Edição do autor. 2000. Relatório Técnico.

JENSEN, J. R. *Introductory digital image processing : a remote sensing perspective*. New Jersey : Prentice-Hall, 1986. 379 p.

MAACK, R. *Geografia Física do Estado do Paraná*. Curitiba: Secretaria de Cultura do Governo do Estado do Paraná, 2ª edição, 1981.

MEDEIROS, C. B.; PIRES, F. *Bancos de dados e sistemas de informações geográficas*. In: ASSAD, E. D.; S. E. E *Sistemas de Informações geográficas – aplicações na agricultura*. Brasília : Embrapa/SPI, 1998. cap. 3, p.31-45.

MONICO, J. F. G. *Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS, Descrição, Fundamentos e Aplicações*, Presidente Prudente, SP – UNESP 1997.

MYERS, D. E. Spatial interpolation: an overview. *Geoderma*, 62, p.17-28. 1994.

NANNI, M. R. Zoneamento agro-pastoril. In: ITCA. *Zoneamento ecológico econômico da APA do Rio Paraná*. Maringá : edição do autor, 2000.

OLIVEIRA, CÊURIO DE, *Curso de Cartografia Moderna*, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Rio de Janeiro, RJ. 1988.

PENTEADO, M. M. *Fundamentos de Geomorfologia*. Rio de Janeiro: IBGE, 3ª edição, 1980.

RÚBIO, M. A. F. et al. *Aerofotogrametria e Cadastro Sócio Ambiental*. In: BATTISTELLI, M. et al. *Proteção e Manejo da Bacia do Rio das Pedras*. Guarapuava, PR. Editora B&D Ltda. 2004. parte 1, p. 19-29.

RÚBIO, M. A. F. et al. *Geoprocessamento*. In: BATTISTELLI, M. et al. *Proteção e Manejo da Bacia do Rio das Pedras*. Guarapuava, PR. Editora B&D Ltda. 2004. parte 1, p. 30 -33.

SAUVAIN, P. *Geodetive, Rios e Vales*, 1998.

SILVEIRA, A. L. L. *Ciclo Hidrológico e Bacia Hidrográfica*. In: TUCCI, C. E. M. *Hidrologia – ciência e aplicação*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, ABRH, 2ª edição, 2000.

SILVESTRE GORGULHO. *Folha do Meio Ambiente*, Brasília: ano 13 – Edição 127, 06/2002.

SOUZA FILHO, E. E.; STEVAUX, J. C. *Geologia e geomorfologia do complexo rio Baía, Curutuba, Ivinheima*. In: VAZZOLER, A. E. A. M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. A planície de inundação do alto rio Paraná. Maringá: EDUEM. 1997. cap. I.1, p. 3-46

TEIXEIRA, A. L. A.; MORETTI, E.; CHRISTOFOLETTI, A. *Introdução aos sistemas de informação geográfica*. Rio Claro: Edição do Autor, 1992.

TEODORO, UESLEI et al, *Rev. Saúde Pública* vol.28 no.2 São Paulo Apr. 1994

THOMAZ, S. M.; ROBERTO, M. C.; BINI, L. M. *Caracterização limnológica dos ambientes aquáticos e influência dos níveis fluviométricos*. In: VAZZOLER, A. E. A. M.; AGOSTINHO,

A. A.; HAHN, N. S. *A planície de inundação do alto rio Paraná*. Maringá: EDUEM. 1997. cap. I.3, p.73-102.

TRIMBLE NAVIGATION LIMITED. *Data Dictionary Editor, Pathfinder Office 2.50*. Copyright © 1996-1999, 1999.

VAZZOLER A. E. A. de M. et al.. *A Planície de Inundação do Alto Rio Paraná – Aspectos Físicos, Biológicos e Sócio Econômicos*. Maringá, 1997, EDUEM.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)