

# 1 INTRODUÇÃO

As bacias hidrográficas são entidades naturais delimitadas por divisores topográficos, e tem sido bastante utilizadas como unidades de estudo de problemas ambientais, uma vez que se constituem em ambientes de características e condicionantes nitidamente delimitáveis no espaço.

Essas áreas sujeitas ao processo de ocupação humana, podem ser submetidas a diversos problemas ambientais **como as atividades que** desestabilizam as encostas dos rios provocando ravinas, voçorocas, movimentos de massa, alagamentos, poluição hídrica, entre outros, acelerando o desequilíbrio da paisagem local.

A Bacia do Rio Cuiá, localizada na cidade de João Pessoa e objeto de estudo deste trabalho, vem sofrendo com uma ocupação urbana desordenada, que exerce grande influência sobre os processos ambientais que ocorrem na área.

A grande importância da Bacia do rio Cuiá no contexto municipal se dá pelo fato de seus vales serem considerados como Zonas Especiais de Preservação Ambiental pelo Plano Diretor do Município de João Pessoa (1992), e pelo acelerado processo de degradação dos seus recursos naturais em decorrência de problemas gerados pelo uso e ocupação do solo equivocados.

O fato da bacia do rio Cuiá estar inserida numa zona de preservação ambiental significa que houve uma preocupação por parte da prefeitura do município em preservar uma área para o uso da sociedade no futuro próximo, seja como recurso natural para fins de utilidade pública ou para que a mesma seja ocupada com restrições.

A necessidade de um estudo da área tornou-se imprescindível, pois a qualidade do ambiente em que vive o homem é determinada pela forma como o ambiente está sendo ocupado e utilizado. Foram identificadas através de mapas as diferentes formas de ocupação e os aspectos naturais da bacia e em seguida verificados os espaços que estão apresentando conflitos.

Considerando a necessidade de se trabalhar com a informação espacial e sua dinâmica, a representação e a integração dos aspectos anteriormente mencionados foi feita através da utilização de uma metodologia baseada em técnicas de geoprocessamento. Em função disso, o trabalho assumiu um caráter inovador, uma vez que procurou avaliar os processos existentes numa determinada área com base numa metodologia que privilegia a análise espacial dos dados.

Utilizando Sistema de Informação Geográfica no estudo em questão, pretendeu-se demonstrar a sua viabilidade nos estudos geográficos, possibilitando o acesso a dados da área de estudo que podem ser facilmente atualizados.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 BACIAS HIDROGRÁFICAS

Segundo Villela (1975), a Bacia Hidrográfica é uma área definida topograficamente, drenada pelo um curso d'água ou um sistema conectado de um curso d'água tal que toda vazão efluente seja descarregada através de uma simples saída. “A Bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída, seu exutório” (Tucci, 1947).

Uma bacia hidrográfica tem vários tipos de utilização como abastecimento humano e industrial, transporte, geração de energia elétrica e irrigação, enquanto o solo da área de uma Bacia é muito utilizado para fins agropastoris, pois algumas bacias tem um bom sistema de drenagem, e habitação que é a forma de uso mais utilizada em áreas urbanas.

A preservação de uma Bacia hidrografia depende muito da forma de uso e das atividades desenvolvidas em toda Bacia hidrográfica. A distribuição incorreta dos diversos tipos de uso do solo pode ocasionar graves problemas ambientais, às vezes irreversíveis.

O desmatamento ocasiona um desequilíbrio, resultando em erosão. A impermeabilização do solo resulta no aumento do escoamento superficial e na diminuição da recarga de aquíferos. E a poluição através do uso de fertilizantes e pesticidas na agricultura que acarreta envenenamento do solo.

### 2.2 ANÁLISE AMBIENTAL EM BACIAS HIDROGRÁFICAS

Hoje em dia uma das grandes preocupações da humanidade é a busca pela preservação da natureza. A análise ambiental contém a essência da investigação científica trazendo soluções para a maioria dos problemas ambientais. Em um de seus trabalhos Xavier-da-Silva (2001) indica que análise é decompor algo preliminarmente estruturado para se ganhar condições de uma nova síntese, isto é, de uma nova estrutura. Segundo

Olivier Dolfuss (1973, p.08) “*a análise leva o geógrafo à compreensão das modalidades de organização no espaço constituído pela superfície terrestre e pela biosfera que a molda*”.

Guerra (1999) observa que uma bacia hidrográfica é uma unidade bem definida e aconselhável para estudos ambientais. A análise das Bacias hidrográficas é considerada por alguns estudiosos como o estudo de um recorte especial que tem como limites os divisores de água.

Já para Rocha (2000) a análise ambiental em bacias hidrográficas consiste numa proposta educativa e corretiva para recuperar o ambiente deteriorado, sugerindo as melhores alternativas para a proteção e conservação da natureza, melhorando substancialmente a qualidade de vida do homem e da sociedade, permitindo o uso correto e contínuo dos recursos naturais nessa área.

Xavier-da-Silva (2001) caracteriza os dados ambientais como sendo numerosos e variados. Variados porque sua natureza pode ser biológica, climatológica, geológica, pedológica, geomorfológica, econômica, social, política e outras. E numerosas porque, a cada minuto, quantidades imensas de dados ambientais são gerados na área de estudo, em locais tão diversos e por agentes tão distintos como instituições de pesquisa públicas e privadas. Nesse sentido, pequenas pesquisas são realizadas individualmente e por órgãos de planejamento. No cenário atual da pesquisa ambiental o geoprocessamento vem ocupando espaço por ser uma ferramenta rápida e eficiente, pois os dados ambientais necessitam de um tratamento espacial, seja em bacias hidrográficas ou em qualquer local.

## 2.3 GEOTECNOLOGIAS APLICADAS AOS ESTUDOS AMBIENTAIS

O Geoprocessamento teve uma recente popularização nos últimos anos e com isso veio uma grande confusão a respeito do conceito de Geoprocessamento e de Sistema de Informações Geográficas.

Segundo Xavier-da-Silva (2000) *in* Rocha (op. cit), o Geoprocessamento é um conjunto de técnicas de processamento de dados, destinado a extrair informação ambiental a partir de uma base de dados georreferenciada. Para Câmara & Medeiros (1998), *in* Rocha (op. cit), o termo Geoprocessamento denota uma disciplina que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para tratamento de informações geográficas.

O Geoprocessamento é um conjunto de técnicas de tratamento e manipulação de dados geográficos, através de sistemas computacionais. Dentre estas técnicas do geoprocessamento destacam-se:

- Digitalização de Dados: que é um processo de transformação gráfica de mapas ou fotos já existentes em meio analógico, para o formato digital. Este processo pode ser manual, por meio de uma mesa digitalizadora, por instrumentos fotogramétricos ou ainda por processo automático com scanner.

- Fotogrametria que segundo Wolf (1983), *in* Rocha (op. cit) é definida como a ciência ou arte da obtenção de informações confiáveis de objetos físicos e do meio ambiente, através de fotografias, por medidas e interpretações de imagens e objetos.

- Sensoriamento Remoto, para Rocha (2000), é a aplicação de dispositivos que são colocados em aeronaves ou satélites, e que nos permitem obter informações sobre um objeto ou fenômeno na superfície da terra, sem contato físico com eles.

- Cartografia para Bakker (1965) é a ciência e a arte de expressar, pro meio de mapas e cartas o conhecimento da superfície da terra.

Felguerias (1998) *in* Rocha (op. cit.), comenta que MNT (*digital terrain model*) ou o Modelo Numérico do Terreno, define-se como uma representação matemática

computacional da distribuição de um fenômeno espacial, que ocorre dentro de uma determinada região da superfície terrestre. Estes dados podem conter informações sobre a geologia, profundidade de um rio, dados geofísicos que podem ser simplesmente a representação matemática através dos eixos das coordenada X,Y e Z.

Uma das técnicas de Geoprocessamento mais amplas e que pode englobar todas as demais, é o Sistema de Informações Geográficas (SIG). Carvalho (1995), in Rocha (op. cit.) define um SIG como um sistema computacional, usado para o entendimento dos fatos e fenômenos que ocorrem no espaço geográfico.

O SIG constitui também uma eficiente forma de armazenamento e atualização dos dados ambientais a serem trabalhados, além de propiciar a análise de situações reais ou hipotéticas, permitindo a substituição direta de qualquer dado registrado. Um SIG pode agregar dados previamente cartografados, dados estatísticos e dados teledetectados, tornando-se possível avaliar situações ambientais naturais e sócio-econômicas do ambiente.

O Sistema de Informação Geográfica é diferenciado de outros tipos de sistemas pela capacidade de realização de análise espacial, as chamadas funções analíticas que podem ser realizadas através do uso da linguagem LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico), disponível no programa SPRING do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Esta ferramenta possibilita a realização de análises espaciais através de álgebra de mapas. A análise espacial utiliza os atributos espaciais e não espaciais das entidades gráficas, armazenadas na base de dados espaciais para fazer simulações sobre os fenômenos do mundo real (SPRING, 1999). Para a execução deste trabalho foi utilizada a metodologia do LAGEOP/UFRJ, que tem como característica procedimentos desenvolvidos essencialmente utilizando técnicas de geoprocessamento.

Com esta metodologia, os dados ambientais são analisados conforme sua extensão territorial (espaço) e pela sua dinâmica (tempo), podendo assim serem feitas deduções de extensões territoriais dando possibilidades de associações entre as variáveis ambientais para que possa classificá-las em uma escala ordinal. Sendo assim, todos os dados

ambientais obtidos em escalas diferentes, sejam eles na escala nominal, razão, intervalo ou ordinal são padronizadas na escala ordinal, para que possa ser realizada uma classificação.

Esta metodologia é composta por dois grandes conjuntos de procedimentos básicos que são o diagnóstico e o prognóstico. O diagnóstico é referente ao levantamento da situação existente ou de possível ocorrência e o prognóstico tem a finalidade de realizar previsões, zoneamentos e ocorrências futuras com base em informações ambientais prévias.

## **PROCEDIMENTOS DIAGNÓSTICOS**

Consiste na identificação do estado ambiental no espaço e num determinado tempo, levantando problemas e reais condições do ambiente para a análise da área em estudo.

### **Levantamentos Ambientais**

Trata-se de um banco de dados geocodificado (BDG), onde estão todas as informações básicas do meio ambiente levando em consideração os dos meios físico, biótico e sócio-econômico.

#### *Inventário*

Um inventário pode ser definido como um levantamento qualitativo e quantitativo das condições vigentes do local a ser diagnosticado, traduzido em forma de mapas temáticos como rede de drenagem, geologia, geomorfologia, uso do solo, mapa de solos, etc. Sendo estes mapas associados a um BDG (Banco de Dados Georeferenciados) contém dados alfanuméricos com informações a respeito de cada tema.

#### *Monitoria*

Baseia-se em um monitoramento sobre os fenômenos e sua evolução e alterações verificadas através do tempo.

## **Prospecções Ambientais**

Define-se em extrapolações obtidas de variáveis ambientais anteriormente diagnosticadas, como por exemplo na monitoria.

### *Avaliações Ambientais Diretas*

Resultam em combinações diretas de dados primários, originalmente obtidos na fase de inventário.

### *Riscos Ambientais*

Riscos ambientais são as formas de reações do ambientes, essencialmente ligadas a ocupação humana com possibilidades de ocorrência de eventos que lhe tragam danos.

### *Avaliações Ambientais Complexas*

São avaliações complexas baseadas em conjugações de várias avaliações prévias e não mais obtidas de dados originais.

### **Incongruências de uso**

As incongruências de uso dos recursos ambientais disponíveis podem ser reveladas através do confronto do mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal e os mapa de potenciais, mostrado assim o uso inadequado dos recursos.



### 3 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada na Meso-região do Litoral Paraibano, na Microrregião de João Pessoa e no Município de João Pessoa, na Parte sul do litoral Paraibano, entre as coordenadas métricas de 302.000E / 9.210.000N e 292.000E / 9200.000 N. Limita-se a norte com a Bacia do Rio Jacarapé, a sul pela Bacia do Rio Gramame, a oeste com o Conjunto Habitacional Ernany Sátiro e a leste com o Oceano Atlântico. A Bacia do rio Cuía compreende uma área de aproximadamente 41km<sup>2</sup>, com uma altitude média de 5m, sendo inseridos nesta Bacia os conjuntos habitacionais dos Grotões, Radialistas, Ernesto Geisel, José Américo, Valentina de Figueiredo e Mangabeira.

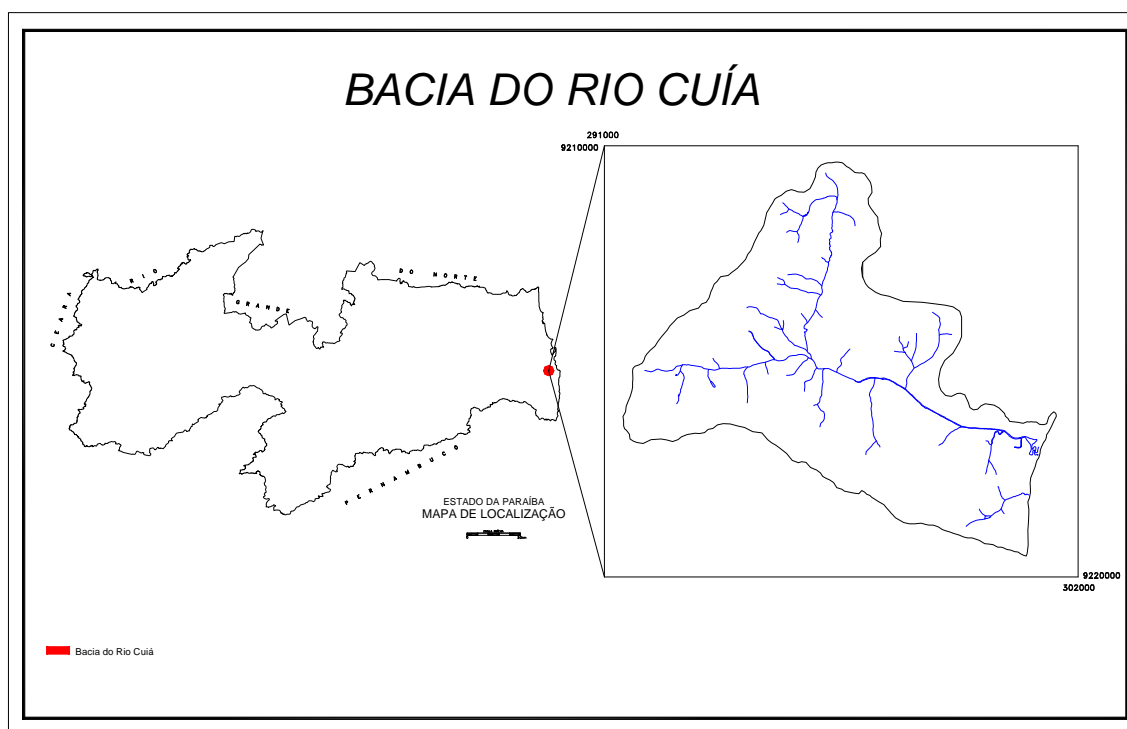


FIGURA 01 - Localização da Área de Estudo

### **3.1 CLIMA**

Segundo a classificação de KÖPPEN, o clima na área de estudo é do tipo As', ou seja clima tropical chuvoso, que é predominante na região litorânea de João Pessoa. Conforme o Atlas Geográfico da Paraíba a pluviosidade média anual normalmente não ultrapassa os 2.000 (mm). A área de estudo possui um temperatura média anual em torno de 26 a 27 (°c).

### **3.2 GEOLOGIA**

Relatado em estudo realizado sobre a bacia sedimentar Pernambuco – Paraíba, por ALHEIROS & MABESOONE (1988), a bacia do Rio Cuiá está situada na bacia sedimentar Paraíba- Pernambuco – Rio Grande do Norte e na sub-bacia sedimentar Alhandra, inserida sobre sedimentos de idade cretácea - paleocênica e plioplestôcenica e sendo recoberta pela formação barreiras.

Na área sob estudo podem ser encontradas as seguintes unidades litológicas:

- **FORMAÇÃO BARREIRAS**

De idade pleistocênica e ocorrendo de forma descontínua na costa nordestina, composta de sedimentos clásticos afossilíferos de cores vivas e sua espessura, variando em torno de 70 a 80m.

- **TERRAÇOS MARINHOS HOLOCÊNICOS**

Depósitos sedimentares de origem marinha, testemunhos de antigas linhas de costa dispostas estreitamente próximas e paralelas entre si, compreendem a porção externa da planície costeira com largura variando de 10 a 15m.

- **DEPÓSITOS DE MANGUE**

Estes depósitos são basicamente constituídos de sedimentações recentes, com restos vegetais e matéria orgânica em decomposição, com vegetação de água salobra, ocupa uma área que se estende 2km continente a dentro.

- **DEPÓSITOS ALUVIAIS**

Depósitos originados do acúmulo de material carregado pelos rios, estes depósitos são caracterizados pela forma descontínua com superfície inclinada para a planície costeira, de altitude de 10 a 20 m.

- **DEPÓSITOS DE PRAIA**

Os depósitos de praia ocorrem na linha de praia e servem como proteção costeira e seus sedimentos são compostos por areia com textura de média a fina. São areias acumuladas pelos agentes de transportes fluvial e marinho.

### **3.3 GEOMORFOLOGIA**

MELO (2000) observa que a Bacia do Rio Cuiá é constituída por três compartimentos geomorfológicos, conforme descritos abaixo:

- **TABULEIROS COSTEIROS**

Os tabuleiros costeiros também conhecidos como baixos planaltos costeiros, são caracterizados como uma unidade de relevo irregular. São constituídos por sedimentos areano-agilosos da formação barreiras e estão associados aos solos do tipo podzólico e latossolo.

- TERRAÇOS MARINHOS

Provenientes da degradação dos tabuleiros costeiros e de processos erosivos da ação fluvial e das oscilações do nível do mar, estendendo-se no sopé dos tabuleiros costeiros e das falésias, constituem linha contínua.

- PLANÍCIE FLUVIAL

São caracterizadas por áreas com cotas inferiores a 5m, sendo resultado da ação dos rios nos tabuleiros e serve como escoamento superficial para os rios. Essa planície é composta de sedimentos da erosão fluvial.

- PLANÍCIE MARINHA

Localizadas nos depósitos de praia, sendo caracterizada por resultado de ação das ondas do mar e marés, encontra-se nos depósitos de praia sedimentos quartzosos, conchas e lama que é carregada pelo rio.

- PLANÍCIE FLÚVIO-MARINHA

A Planície Flúvio-Marinha foi constituída a partir da influência de processos tanto fluviais como marinhos e atualmente possui, onde a ação das marés exerce influência sobre a dinâmica local e a planície a marinha é linha de berma que divide o estirâncio da pós-praia.

- FALÉSIA

Corresponde a escarpa costeira originada pela ação do mar. Ocasiona o desmoronamento dos blocos descalçados destas escarpas. Forma de relevo litorânea abrupta, resultante do trabalho do mar.

- MANGUEZAL

Ambiente caracterizado pela associação de árvores e arbustos (*Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia sp.*), além de gramíneas (*Spartina sp.*), todas plantas halófitas, que se desenvolvem em planície de maré protegidas, margeando lagunas e estuários de regiões quentes e úmidas.

### 3.4 VEGETAÇÃO

Definido em análise realizada através de uma imagem de satélite pancromática de 1998 e através de consulta à literatura, aparecem na área de estudo quatro tipos de formações vegetais as quais serão mencionadas a seguir: Capoeira, Formação arbustiva, Vegetação herbácea e Mangue.

- CAPOEIRA

Capoeira é uma formação vegetal secundária decorrente do desmatamento de uma formação anterior, com árvores menores que 10m. Com resquícios de mata Atlântica, este tipo de formação se encontra sobre os tabuleiros costeiros nas porções sudoeste e nordeste da Bacia do Rio Cuiá

- FORMAÇÃO ARBUSTIVA

Formação arbustiva corresponde a vegetação de médio a pequeno porte sendo as espécies mais comuns o araçá, a mangaba, cajueiro e as palmeiras, totalmente dispersas. Esta formação pode ser encontrada ao sul da bacia.

- FORMAÇÃO HERBÁCEA

Vegetação herbácea está associada com gramíneas, ocorrendo nas áreas alagadiças das planícies de inundação e nas áreas de pasto para o gado.

- VEGETAÇÃO DE MANGUE

Mangue ocorre nas áreas alagadas de influência marinha, ou seja regiões alagadiças e pantanosas, sujeitas ao movimentos das marés com plantas halófitas, que se desenvolvem em planícies de maré, margeando lagunas e o estuário.

### 3.5 SOLOS

A partir do Levantamento Exploratório - Reconhecimento de Solos do Estado da Paraíba e trabalhos realizados anteriormente, a bacia do Rio Cuiá apresenta os seguintes solos:

- **PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO E ASSOCIAÇÕES**

Solo desenvolvido a partir de sedimentos areno-argilosos da formação barreiras, argila de atividade baixa, ocorrendo nos tabuleiros costeiros e caracterizado pela baixa fertilidade natural. São solos muito profundos e bem drenados.

- **SOLO DE MANGUE**

Solo totalmente coberto pela vegetação natural de manguezal com limitações ao uso agrícola, com excesso de sais. O substrato desse ambiente é, em geral, lamoso e rico em matéria orgânica.

- **SOLO ALUVIAL EUTRÓFICO**

Desenvolvido da deposição fluvial e com alta fertilidade natural, pouco profundo e localizado na baixada litorânea em áreas de pequena altitude, mais precisamente nas várzeas dos rios. O material originário é constituído por sedimentos aluviais ou colúvio, sem problemas de erosão, apresentando drenagem moderada a imperfeita.

- **AREIAS QUARTIZOSAS MARINHAS DISTRÓFICAS**

Caracterizados por excessivos drenos sujeito a problemas de erosão eólica, são localizados nos terrenos da baixada litorânea ao longo da faixa estreita sobre o terraços marinhos e nos depósitos de praia.

### **3.6 HIDROGRAFIA**

O sistema hidrográfico da Bacia do Rio Cuiá é composto pelo Rio Cuiá, que é o principal curso d'água, e tem sua nascente localizada no conjunto habitacional dos Grotões e deságua na praia do sol, com um comprimento de 8km. Sua margem direita é composta por alguns córregos e o riacho Mangabeira com um comprimento de 2km e na sua margem esquerda o rio Laranjeira que tem uma extensão de 5,5km e por fim o riacho Sonhava com uma extensão de 5,3km.

## **4 MATERIAIS E MÉTODO**

Para se avaliar uma área utilizando o geoprocessamento é preciso mais do que saber utilizar ferramentas de suporte como software e hardware e banco de dados geográficos. É necessária a utilização de uma forma clara, objetiva e integrada visando uma análise conjunta. Para isso foi escolhida metodologia de análise ambiental com base no uso de técnicas de geoprocessamento. No caso deste estudo utilizou-se a metodologia proposta pelo LAGEOP/UFRJ, desenvolvida por Xavier-da-Silva (1999).

### **4.1 MATERIAIS**

Para a utilização desta metodologia foram usados os mapas temáticos pré-existentes, cartas planimétricas do INTERPA na escala 1:10.000 (folhas J-11, J-12, -J-13, K-11, K-12, K-13, L-11, L-12, L-13), fotografias aéreas do ano de 1985 na escala 1:40.000 (Faixa 11, fotos nº 10 e nº 11 e Faixa 10, foto nº 15), imagem SPOT digital pancromática com resolução de 10 metros, os softwares Autocad versão 2000 e SPRING versão 3.6, e um aparelho GPS Garmim 2.

## 4.2 MÉTODO

### PROCEDIMENTOS DIAGNÓSTICOS

#### Levantamento Ambiental

##### *Inventário*

- Mapa de Rede de Drenagem e Altimétrico

Para a criação do mapa de rede de drenagem foi realizada digitalização utilizando mesa digitalizadora, com o auxílio do software Autocad, das cartas planimétricas do INTERPA.

- Mapas de geologia e geomorfologia

Os mapas de geologia e geomorfologia foram digitalizados através de uma mesa digitalizadora, com o auxílio do software Autocad, tendo como base os mapas de trabalho do trabalho de MELO (2000).

- Mapa de Solos

O mapa de solos foi digitalizado através de uma mesa digitalizadora, com o auxílio do software Autocad, tendo como base o mapa de limitações ao uso do solo da bacia, utilizado por MELO (2000), e adaptado a partir do Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado da Paraíba e o mapa altimétrico da área.

- Uso do solo de 1985

As fotografias aéreas da área de estudo foram escaneizadas e, em seguida foram transformadas para o formato do SPRING através do software IMPIMA, e realizado procedimento de registro de imagem.

As informações espaciais referentes ao uso do solo foram obtidas a partir de interpretação visual diretamente no monitor do computador, e a digitalização foi feita utilizando mouse via tela.



A legenda utilizada neste mapa foi a mesma do mapa de uso do solo de 1998 e constou dos seguintes itens:

- Capoeira – formação vegetal arbórea;

- Vegetação Herbácea - formação correspondente ao revestimento de gramíneas dos fundos de vale e de pastagem das áreas de criação do gado;

- Mangues - ocorre nas áreas alagadas de influência marinha;

- Áreas com ocupação urbana e em expansão - correspondem as áreas já ocupadas, principalmente por conjuntos habitacionais, e em processamento de ocupação.

- Uso do solo de 1998

Foi adquirida imagem orbital SPOT Pancromática do ano de 1998 de estudo junto ao Laboratório de Ensino e Pesquisa em Análise Espacial LEPAN – UFPB, que propiciou a análise de uso e ocupação da área estudada.

Foi feita uma preparação na imagem antes da interpretação. No programa IMPIMA a imagem foi salva no formato GRB do SPRING.

Após esta etapa foi realizado o georreferenciamento. Foram adquiridos pontos conhecidos da área de estudo com GPS e plotados na imagem para obter a imagem corrigida.

Com a imagem orbital georreferenciada foi utilizada a legenda do mapa de uso do solo mencionada anteriormente.

- Mapa de declividade

Para a elaboração do mapa de declividade foi feito um mapa base com todas as curvas de nível da área de estudo. Este mapa foi realizado em uma mesa digitalizadora com o programa AUTOCAD 2000, tomando como base as cartas planialtimétricas do INTERPA.

Com todas as curvas digitalizadas, foi atribuído a cada curva o seu “Z” ou a elevação, transformando para a extensão DXF. Os dados na extensão DXF foram transferidos para o SPRING, para a partir daí gerada uma grade triangular e a partir dessa uma grade retangular. Com base nas grades geradas foi cosntruído o mapa da declividade que tomou com referência as classes de declividade utilizadas em EMBRAPA (1984), e adaptadas por MELO (2000) para a região tropical úmida:

**TABELA 01**  
**Classes de declividade**

Classe 01	0 a 3%	Muito baixa
Classe 02	3 a 8%	Baixa
Classe 03	8 a 15%	Média
Classe 04	15 a 25%	Media alta
Classe 05	25 a 45%	Alta
Classe 06	> 45%	Muito alta

FONTE: EMBRAPA (1994)

### *Planimetrias*

As planimetrias foram realizadas no software SPRING. Após a digitalização dos mapas temáticos, foi escolhido uma plano de informação de modelo temático contendo uma representação vetorial e/ou matricial. O cálculo de área é apresentado em um relatório para cada classe temática.

### *Monitorias*

Para a realização da monitoria simples foram utilizados dois mapas de uso do solo da área, referentes aos anos de 1985 e 1998. Isso foi possível porque ambos possuíam a mesma legenda. Para a execução dos mapas de monitoria foi escolhido o software SPRING, utilizando a técnica de álgebra de mapas através da linguagem LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico). Foram definidas quatro categorias para estes mapas, onde a categoria “Permaneceu” refere-se às áreas que não se alteraram ao longo do tempo, permanecendo com a categoria monitorada no mapa; “Deixou de ser” refere-se àquelas áreas que apresentavam a categoria monitorada no mapa mais antigo e não apresentam a mesma categoria no mapa mais recente; “Tornou-se” que

são as áreas que não apresentavam a categoria considerada no mapa mais antigo e passaram a apresentá-la no mapa mais recente; “Não encontrado” representa as outras categorias que não incidem sobre a categoria monitorada, em outras palavras, áreas que não continham a categoria monitorada no mapa mais antigo. Uma representação esquemática da linguagem utilizada é a seguinte:

"Permaneceu"  $= (A = (\text{intercessão}) = B)$  ;

"Tornou"  $= (B = (\text{união}) = A) = (\text{união}) = (B = (\text{união disjunta}) = A)$ ;

"Deixou"  $= (B = (\text{união disjunta}) = A) = (\text{união}) = (B = (\text{união}) = A)$ ;

"Não Encontrada"  $= (A \neq (\text{união}) \neq B)$ .

Onde “A” representa a categoria do mapa mais antigo e “B” a categoria do mapa mais recente.

- **Prospecções Ambientais**

*Riscos ambientais*

Os riscos ambientais podem ser considerados decorrentes de diversos tipos de atividades humanas. No presente trabalho são considerados os riscos existentes na área sob estudo, a partir da ocupação urbana e todos os problemas que podem advir dessa ocupação em áreas com características físicas que não suportem esse tipo de ocupação.

Como suporte à esse tipo de ocupação foram considerados os aspectos físicos básicos, quais sejam, geologia, geomorfologia, solos e declividade.

Para a realização do mapa de risco à ocupação urbana foram utilizados os mapas de geologia, solos, geomorfologia e declividade. Através do software SPRING foi utilizada a técnica de suporte à decisão (AHP) ou processo analítico hierárquico. Foram definidos pesos para os mapas baseados na lógica da comparação pareada.

Para a declividade foi definido peso = 0.470, para a geologia 0.294, para a geomorfologia 0.154 e para os solos 0.083. O resultado do uso da técnica AHP foi a geração de um programa em LEGAL.

No programa LEGAL foram definidos pesos para as classes temáticas dos mapas sem:

- no mapa de declividade o peso 0.1 para a categoria de 0 - 3%:, 0.2 para a categoria de 3 - 8%, 0.3 para 8 - 15%, 0.4 para a de 15 - 25%, 0.5 para a 25 - 45%, e 0.6 para a categoria > 45%.

- no mapa de geologia os pesos foram 0.1 para a Formação Barreiras, 0.3 para o Terraços Marinho do Holoceno, 0.5 para o Depósitos de Fluvio Aluvial, 0.6 para as categorias de Depósitos de Mangue e Depósitos de Praia.

- no mapa de geomorfologia os pesos foram 0.6 para Falésias, 0.6 para Manguezal, 0.3 para Planície Fluvial, 0.5 para Planície Flúvio-Marinha, 0.6 para Planície Marinha, 0.1 para Tabuleiros, e 0.5 para Terraços Marinheiros.

- no mapa de solos foram definidas os pesos de 0.1 para Podizólico Vermelho Amarelo e Associações, 0.3 para Solo Aluvial Eutrófico, 0.5 para Areias Quaztsosas Marinhas Distróficas, 0.6 para Solo de Mangue. Como resultado da aplicação do programa em LEGAL, foi gerado um produto no modelo numérico que, após fatiamento, possibilitou a geração de um mapa do modelo temático.

#### *Incongruência de uso*

Para os mapas de incongruência de uso quanto à ocupação e expansão urbana de 1985 e 1998, foram utilizados os mapas de uso do solo de 1985 e do uso do solo de 1998 e o mapa das áreas de risco a ocupação urbana. Para a execução dos mapas de incongruência de uso foi utilizado o software SPRING através do uso da álgebra de mapas. Foram definidas duas categorias para estes mapas, onde a categoria “Há Incongruência” refere-se às áreas que não atende a ocupação urbana ou expansão e a categoria “Não há Incongruência” refere-se às áreas que apresentam espaços adequados para a expansão e ocupação urbana. Abaixo segue uma exemplificação:

"Há Incongruência" = ((A=(união)=A') (interseção) ( B= (união)= B'=(união)B''))

"Não há Incongruência" =((A= (união)= A')=(interseção)=( B))

Onde para gerar “Há Incongruência” A representa a categoria ocupação e A’ a expansão, B a categoria de muito alto risco, B’ a categoria de alto risco, B’’ a categoria de médio risco; e para “Não há Incongruência”, A representa a categoria de ocupação e A’ a de Expansão e B a categoria de baixo Risco.

## METODOLOGIA PARA ANÁLISE AMBIENTAL

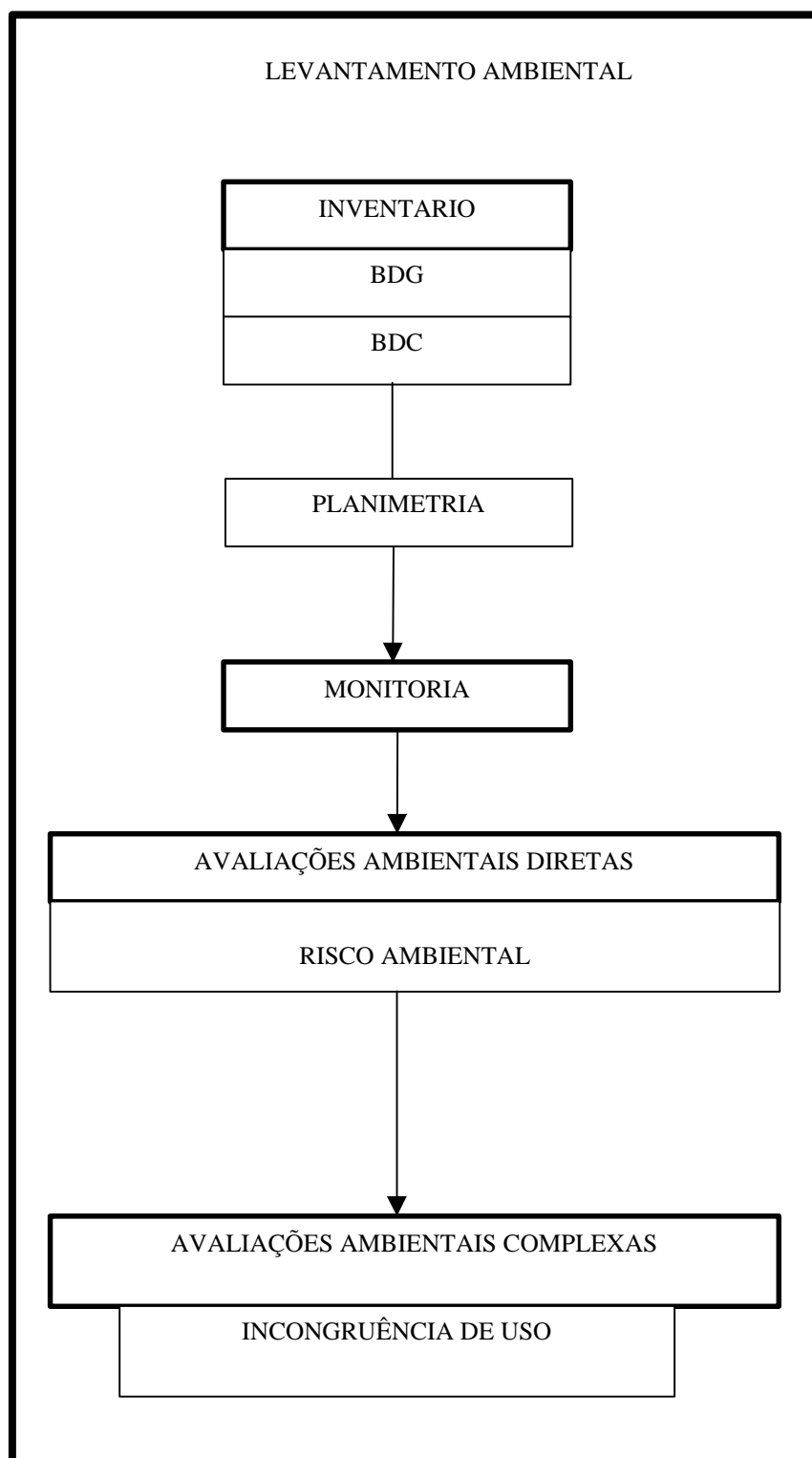


FIGURA 02 – Metodologia do LAGEOP-UFRJ (Xavier-da-Silva)

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **PROCEDIMENTOS DIAGNÓSTICOS**

#### **Levantamento Ambiental**

##### *Inventário*

São exibidos os mapas realizados no inventário ambiental, constando o de drenagem, mostrando todos aos rios e riachos existentes na bacia do Rio Cuiá, o altimétrico com as curvas de nível da área de estudo, o mapa geológico retratando todas as unidades geológicas da área, o mapa geomorfológico com as unidades do relevo, o mapa de solos com as principais unidades pedológicas em função da escala de trabalho, o mapa de declividade, e os mapas de uso do solo de 1985 e 1998 que mostram a ocupação da área em dois momentos diferentes. Estes mapas proporcionaram toda a base cartográfica para a realização do trabalho.



















## Planimetrias

Com a realização da planimetria foi possível indicar as extensões territoriais das diversas ocorrências temáticas:

**TABELA 02**  
**Planimetria da geologia**

Mapa de Geologia	
<b>Unidade Geológica</b>	<b>Áreas em (km<sup>2</sup>)</b>
Depósitos de Mangue	1.406807
Depósitos de Praia	0.240096
Depósitos Flúvio-aluviais	2.858767
Formação Barreiras	35.72071
Terraços Marinheiros	1.308034
Total	41.534414

**TABELA 03**  
**Planimetria da geomorfologia**

Mapa de Geomorfologia	
<b>Unidade Geomorfologica</b>	<b>Áreas em (km<sup>2</sup>)</b>
Falésias	0
Manguezal	1.360948
Planície Fluvial	2.858784
Planície Fluvio Marinha	1.301986
Planície Marinha	0.058274
Tabuleiros	35.759327
Terraços Marinheiros	0.195804
Total	41.535123

**TABELA 04**  
**Planimetria dos solos**

Mapa de Solos	
<b>Tipos Solos</b>	<b>Áreas em (km<sup>2</sup>)</b>
Areias Quartzosas Marinhas Distróficas	0.240252
Podzólico Vermelho Amarelo e Associações	35.720816
Solos Aluviais Eutróficos	2.858784
Solos de Mangues	2.714643
Total	41.534414

**TABELA 05**  
**Planimetria da declividade**

Mapa de Declividade	
<b>Classes de Declividade</b>	<b>Áreas em (km<sup>2</sup>)</b>
Classe de 0 – 3%	26.674352
Classe de 3 - 8%	8.125805
Classe de 8 - 15%	4.051499
Classe de 15 - 25%	1.859749
Classe de 25 - 45%	0.803655
Classe > 45%	0.099559
Total	41.614619

**TABELA 06**  
**Planimetria do uso do solo de 1985**

Mapa de uso do solo de 1985	
<b>Tipo de uso</b>	<b>Áreas em (km<sup>2</sup>)</b>
Culturas	7.204677
Expansão	10.387574
Ocupadas	6.78899
Vegetação herbácea	12.474902
Mata Capoeira	3.592431
Mangue	2.062069
Total	42.510643

**TABELA 07**  
**Planimetria do uso do solo de 1998**

Mapa de uso de solo de 1998	
<b>Tipo de uso</b>	<b>Áreas em (km<sup>2</sup>)</b>
Culturas	6.779624
Expansão	4.626679
Ocupadas	16.080804
Gramineas Herbáceas	
Pastagem	9.983300
Mata Capoeira	1.900542
Mangue	1.813906
Total	41.184855

Sendo assim no mapa de geologia a unidade mais representativa é a Formação Barreiras e a menos representativa é dos Terraços Marinhos. Na Planimetria obtida no mapa de geomorfologia a unidade do relevo mais representativa é a dos tabuleiros costeiros e a



de geomorfologia a unidade do relevo mais representativa é a dos tabuleiros costeiros e a menos representativa a das planícies marinhas e a das falésias, que não foram quantificadas por serem representadas por linhas e não polígonos. No mapa de solos o tipo de solo com maior área é Podzólico Vermelho Amarelo e Associações e o de menor área são as Areias Quatzsosas Marinhas Distróficas. No mapa de declividade a classe de maior expressão é a de 0 – 3% e de menor expressão a classe > 45%.

No mapa de uso do solo de 1985 a classe temática com maior representação é a de formação herbácea e o mangue de menor representação. E no mapa de uso do solo de 1998 de ocupação urbana a classe temática mais representativa é a de ocupação urbana e a de menor mangue.

### *Monitorias*

São exibidos a seguir os mapas realizados na análise da monitoria ambiental, que dizem respeito ao uso do solo no período de 1985 à 1998, mostrando a dinâmica da ocupação na bacia do Rio Cuiá.

**TABELA 08**  
**Planimetria da monitoria da cultura**

Monitoria das áreas de culturas	
Tipo de uso	Áreas em (km <sup>2</sup> )
Tornou-se	2.842072
Permaneceu	3.913425
Deixou de ser	3.330339

**TABELA 09**  
**Planimetria da monitoria da expansão**

Monitoria das áreas em expansão	
Tipo de uso	Áreas em (km <sup>2</sup> )
Tornou-se	2.716412
Permaneceu	7.577228
Deixou de ser	4.868002

**TABELA 10**  
**Planimetria da monitoria de herbácea**

Monitoria da formação herbácea	
Tipo de uso	Áreas em (km <sup>2</sup> )
Tornou-se	2.716412
Permaneceu	7.577228
Deixou de ser	4.868002

**TABELA 11**  
**Planimetria da monitoria do mangue**

Monitoria das áreas de Mangue	
Tipo de uso	Áreas em (km <sup>2</sup> )
Tornou-se	0.114881
Permaneceu	1.693565
Deixou de ser	39.390565

**TABELA 12**  
**Planimetria da monitoria de capoeira**

Monitoria das áreas de capoeira	
Tipo de uso	Áreas em (km <sup>2</sup> )
Tornou-se	0.448443
Permaneceu	1.448733
Deixou de ser	2.136719

**TABELA 13**  
**Planimetria da monitoria da ocupação**

Monitoria das ocupadas	
Tipo de uso	Áreas em (km <sup>2</sup> )
Tornou-se	9.284901
Permaneceu	6.7791
Deixou de ser	0.001

Verificou-se que as áreas de cultura tiveram um crescimento no período analisado. As áreas em expansão diminuíram de 1998 em relação a 1985. As áreas ocupadas foram as que tiveram o maior aumento entre 1985 e 1998. As áreas de vegetação herbácea tiveram um aumento no período e as áreas de capoeira diminuíram neste mesmo período. As áreas de mangue também diminuíram neste período. No total de cada mapa tem uma ligeira diferença pela forma da representação e resolução, no caso do formato matricial















## **Prospecções Ambientais**

### *Riscos ambientais*

O mapa mostra as áreas de risco para a ocupação urbana definidas em níveis de risco muito alto, alto, médio e as áreas de baixo risco.



*Incongruência de uso*

Os mapas de incongruência de uso mostram em dois momentos as áreas de ocupação e expansão urbana, com interseção nos riscos muito alto, alto e médio definidas como as áreas que há incongruência. As áreas que não há incongruência de ocupação e expansão urbana definida pela interseção das áreas de baixo risco para ocupação humana são as áreas que não apresentam incongruência de uso para ocupação humana.





## 5 CONCLUSÃO

O presente trabalho apresentou uma proposta de uma metodologia na análise ambiental em Bacias hidrográficas utilizando-se técnicas de geoprocessamento.

Para a realização deste trabalho, levantamos algumas hipóteses que ao longo desta pesquisa foram comprovadas a partir de um estudo que envolveu diversos aspectos da área de estudo.

A primeira hipótese ressaltou a existência de problemas ambientais na bacia do rio Cuiá, oriundos dos diferentes tipos de ocupação existentes na área, como a ocupação indevida das áreas de nascente do rio Cuiá e dos seus tributários, a ocupação das vertentes, das áreas de falésia e da planície de inundação, fato este observado nos mapas de incongruência de uso solo dos anos de 1985 e 1998.

A segunda hipótese diz que pelas características naturais apresentada pela área está tem condições de abrigar uma ocupação urbana, desde que seja corretamente orientada. Esta ocupação urbana pode se dar nas áreas dos tabuleiros costeiros cuja declividade esteja entre 0 e 3%, com um projeto de canalização das águas oriundas das chuvas.

A terceira hipótese é a de que, de acordo com os procedimentos técnicos e metodológicos propostos, poder-se-á chegar a definir uma orientação de uso para a área observando toda a planimetria da bacia, elencando áreas de ocupação que não agridam o meio ambiente e nem traga riscos a população que venha a se instalar nestes locais.

Constatamos que é acelerado o desmatamento e conseqüentemente as zonas de risco de desmoronamento, escorregamento e deslizamento, devido a ocupação em áreas alagadas e declividade superiores que 45% de inclinação e a constante degradação voltada para as áreas em expansão.

Sendo assim comprovamos as hipóteses levantadas no início do trabalho.

## 6 BIBLIOGRAFIA

BARBOSA, Cláudio Clemente Faria. **Álgebra de mapas e suas aplicabilidade em sensoriamento remotos e geoprocessamento**. INPE São José dos Campos.1997.

BELTRAME, Ângela da Veiga. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas; modelo e aplicação**. Florianópolis: Ed. Da UFSC 1994.

CÂMARA,G, BARBOSA, C.C.F., DAVIS jr., C.,FONSECA, F. **Conceitos Básicos em Geoprocessamento**. Livros On-line, Teoria e Aplicações, INPE,1999.

CARVALHO, Maria Gelza, R.F.de. **“Estado da Paraíba”: Classificação Geomorfológica**. João Pessoa Editora Universitária/ UFPB, 1982.

CARVALHO, Marília Sá (org.) *et. al.* **Conceitos Básicos de Sistema de Informações Geográficas e Cartografia aplicada a saúde**. Rio de Janeiro Ed OPS, 2000.

CUNHA, Sandra B. da e GUERRA, Antonio José T. (org.). **Geomorfologia uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994.

\_\_\_\_\_, Sandra B. da e GUERRA, Antonio José T. (org.). **.Avaliação e Perícia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

\_\_\_\_\_, Sandra B. da e GUERRA, Antonio José T. (org.). **Geomorfologia e Meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

\_\_\_\_\_, Sandra B. da e GUERRA, Antonio José T. (org.). **Geomorfologia Exercícios, Técnicas e Aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Introdução aos Sistemas de Informações Geográficas**. Rio Claro: Edição do Autor,1992.

DOLFUSS, Olivier. **A Análise Geográfica**. Coleção Saber Atual: São Paulo, Ed Difusão Européia do livro,1973.

ECO, Umberto. Trad.Gilson César Cardoso de Sousa. **Como se faz uma tese**. São Paulo Perspectiva, 1989.

FERRARI, Alfonso Trujillo **Metodologia da Pesquisa Científica**, São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1982.

GARCEZ, Lucas Nogueira , **Hidrologia**. Ed Edgard Blucher. São Paulo 1975.

JOLIVET, Régis.Trad.Eduardo Prado de Mendonça. **Curso de Filosofia**. 8ª-edição. Rio de Janeiro: Agir Editora. 1966.

LEINZ, V. & LEONARDOS, O.H. **Glossário Geológico**. São Paulo. Ed. Nacional. 1977.

KERLINGER, Fred Nichols. Helena Mendes Rotundo. **Metodologia da pesquisa em ciências sociais: um tratamento conceitual**. São Paulo: EPU, Edusp.1980.

MELO, Nivaneide Alves, **Diagnóstico Geoambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Cuia**. Recife: UFPE, 2001.

MOTA, Suetônio. **Preservação e Conservação de Recursos Hídricos**. Rio de Janeiro: ABES, 1995.

OLIVEIRA, Francisco Borges de. **Degradação do meio físico e implicações ambientais na Bacia do Rio Jaguaribe**. Recife: UFPE, 2002.

ROCHA, César Henrique Barra. **Geprocessamento:Tecnologia Trandisciplinar**. Juiz de Fora, MG Ed. do Autor, 2000.

SAGA, Tutorial SAGA, versão windows Manual Operacional. LAGEOP/UFRJ, Rio de Janeiro Março de 1999.

SANTOS, Maria do Carmo S. Rodrigues dos. **Manual de fundamentos cartográficos e diretrizes gerais para elaboração de mapas geológicos e gomorfologicos e geotécnicos**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Espaciais Tecnológicas, 1990.

SILVA, Ardemirio de Barros. **Sistema de informações Geo-referenciadas: conceitos e fundamentos** Campinas.SP Editora da Unicamp.1999.

SPOT. João Pessoa :Laboratório de Ensino e Pesquisa em Analise Espacial, 1998. Imagem de Satélite. PamCrômatica. Resolução 10 x 10.

SPRING. Tutorial Spring, versão windows –Spring Básico. INPE, São José dos Campos, Agosto 1999.

SUGUIO, K. - 1992 - **Dicionário de Geologia Marinha**, São Paulo. Ed. T.A. Queiroz. 171p.

TERRAFOTO S.A. **Atividades de Aerolevantamentos**. Fazenda São José. São Paulo, Incra,1985. Fx 10, n.14, 15 , 342 , Fx 11, n. 09. Escala 1:40.000

TRICAR, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE Diretoria técnica. 1977.

Tucci, Carlos E. M. (Org). **Hidrologia: Ciência e Aplicada**. 2:Ed Porto Alegre: Editora da Universidade: ABRH, 1947.

VILLELA,Swami Marcondes, **Hidrologia aplicada**. São Paulo: Mcgraw- Hill do Brasil,1975.

XAVIER DA SILVA, J. e SOUZA, Marcelo José Lopes de. **Análise Ambiental**, Rio de Janeiro: UFRJ, 1987.



\_\_\_\_\_, J. **Geoprocessamento para análise ambiental** : Rio de Janeiro:  
Edição do Autor.2001.