

**LIGA DE ENSINO DO RIO GRANDE DO NORTE
FACULDADE NATALENSE PARA O DESENVOLVIMENTO DO RN
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

**UTILIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS BÁSICAS DE GEOPROCESSAMENTO PARA
MONITORAMENTO E PRESERVAÇÃO DO MEIO AMBIENTE**

José Paulo Monte Vale Silva

JOSÉ PAULO MONTE VALE SILVA

UTILIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS BÁSICAS DE GEOPROCESSAMENTO PARA MONITORAMENTO E PRESERVAÇÃO DO MEIO AMBIENTE

**Monografia apresentada ao curso
de Graduação em Bacharelado em
Sistemas de Informação da
Faculdade Natalense para o
Desenvolvimento do Rio Grande do
Norte como requisito parcial para a
obtenção do título em Bacharel em
Sistemas de Informação.**

**Orientador:
Antônio de Pádua de Miranda Henriques**

**NATAL/RN
2003**



JOSÉ PAULO MONTE VALE SILVA

UTILIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS BÁSICAS DE GEOPROCESSAMENTO PARA
MONITORAMENTO E PRESERVAÇÃO DO MEIO AMBIENTE

Monografia apresentada ao curso
de Graduação em Bacharelado em
Sistemas de Informação da
Faculdade Natalense para o
Desenvolvimento do Rio Grande do
Norte como requisito parcial para a
obtenção do título em Bacharel em
Sistemas de Informação.

Silva, José Paulo Monte Vale

Utilização das ferramentas básicas de geoprocessamento para o monitoramento
e a preservação do meio ambiente/José Paulo Monte Vale Silva. - Natal: FARN,
2003

47p.

Monografia (Bacharelado em Sistema de Informação) - Faculdade Natalense
para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte.

Orientador: Antônio de Pádua (M.Sc)

1. Processamento de imagens - Monografia
2. Geoprocessamento - Monografia 3. Sistema de informação geográfica -
Monografia I.

RN/FARN/BC

Titulo CDU 004. 932

RB- 19.172

FARN
BIBLIOTECA

Nº Reg. M000014

26.04.04

M

004.932

558u

2003

NATALIAN
2003

**LIGA DE ENSINO DO RIO GRANDE DO NORTE
FACULDADE NATALENSE PARA O DESENVOLVIMENTO DO RN
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

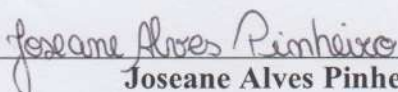
**UTILIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS BÁSICAS DE GEOPROCESSAMENTO PARA
MONITORAMENTO E PRESERVAÇÃO DO MEIO AMBIENTE**

José Paulo Monte Vale Silva

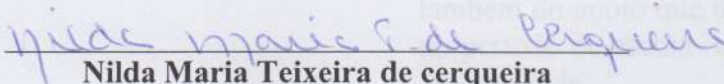
**Monografia apresentada e aprovada em 06 de dezembro de 2003 pela banca
examinadora composta pelos seguintes membros**



**Antônio de Pádua de Miranda Henriques
Orientador**



**Joseane Alves Pinheiro
Membro Examinador**



**Nilda Maria Teixeira de Cerqueira
Membro examinador**

Natal, 10 de dezembro de 2003.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi construído com o apoio de várias pessoas e instituições. Por isso, venho agradecer a todos com as mais sinceras palavras, esperando ter atingido os fins pretendidos com o empenho conjunto e atendido as expectativas de todos que contribuíram para sua construção.

Assim, agradeço a todos os meus professores, pelos ensinamentos ministrados e pelo estímulo aos desafios acadêmicos que deles recebi.

Aos meus professores revisores e orientadores, em especial a Prof.^a Antônio de Pádua de Miranda Henriques, que teve a paciência em me orientar para a conclusão desse trabalho.

Aos meus amigos que conquistei durante o curso que também me ajudaram direta e indiretamente nestes quatro anos.

A Faculdade Norteense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte, particularmente nas pessoas de seus Diretores, Professores e Funcionários, pela formatura e suporte que me ofereceram para a realização e conclusão desta oportunidade produtiva e valorosa que é a produção de conhecimento.

E a todos que, de alguma forma, contribuíram na elaboração deste trabalho.

Dedico este trabalho aos meus amados pais, como resultado de meu esforço e também do apoio que deles recebi tanto no período de escola como no período de faculdade.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi construído com o apoio de várias pessoas e instituições. Por isso, venho agradecer a todos com as mais sinceras palavras, esperando ter atingido os fins pretendidos neste empenho conjunto e atendido as expectativas de todos que contribuíram para sua construção.

Assim, agradeço a todos os meus professores, pelos ensinamentos ministrados e pelo estímulo aos desafios acadêmicos que deles recebi.

Aos meus professores revisores e orientadores, em especial o Prof. Antônio de Pádua de Miranda Henriques, que teve a paciência em me orientar para a construção desse trabalho.

Aos meus amigos que conquistei durante o curso que também me ajudaram direta e indiretamente nesses quatro anos.

À Faculdade Natelense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte, particularmente nas pessoas de seus Diretores, Professores e Funcionários, pela fortaleza e suporte que me ofereceram para a realização e conclusão desta oportunidade produtiva e valorosa que é a produção de conhecimento.

E a todos que, de alguma forma, contribuíram na elaboração deste trabalho.

2.10	Dados geográficos	24
2.10.1	Propriedades dos dados geográficos	24
2.10.2	Tipos de dados geográficos	25
2.10.2.1	Características dos dados espaciais	25
2.10.2.2	Características dos dados temporais	27
2.11	Fontes dos dados geográficos	27
2.12	Sig ambiental	28
2.12.1	Desenvolvimento de um banco de dados ambiental	29
2.12.2	Definição das necessidades dos usuários	29
2.12.3	Definição dos requisitos dos dados	30
2.12.4	Conteúdo de Banco de Dados Ambiental	30
2.12.5	Metodologia de Implementação dos Banco de Dados Ambientais	32
2.12.6	Esquema do modelo conceitual	34
2.12.7	Aplicação do SIG nas áreas ambientais	34
2.12.8	Aplicações do banco de dados Ambientais	35

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA	11
1.2	Objetivos	12
1.3	Justificativa	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1	DEFINIÇÃO DE SIG.....	14
2.2	Evolução histórica do sig	14
2.3	Conhecimentos relacionados ao sig	15
2.4	Disciplinas envolvidas no sig	15
2.5	Componentes de um sig	16
2.6	Representação de dados em mapas	18
2.7	Conceitos geográficos de banco de dados	20
2.8	Ferramentas de entrada e saída de dados	21
2.8.1	Ferramentas de entrada de dados.....	21
2.8.2	Ferramentas de saída de dados.....	22
2.9	Georreferenciamento	23
2.10	Dados geográficos	24
2.10.1	Propriedades dos dados geográficos	24
2.10.2	Tipos de dados geográficos	25
2.10.2.1	Características dos dados espaciais	25
2.10.2.2	Características dos dados temporais	27
2.11	Fontes dos dados geográficos	27
2.12	Sig ambiental	28
2.12.1	Desenvolvimento de um banco de dado ambiental	29
2.12.2	Definição das necessidades dos usuários	29
2.12.3	Definição dos requisitos dos dados	30
2.12.4	Conteúdo de Banco de Dados Ambiental	30
2.12.5	Metodologia de Implementação dos Banco de Dados Ambientais	32
2.12.6	Estruturação do modelo conceitual.....	34
2.12.7	Aplicação do SIG nas ciências ambientais	34
2.12.8	Aplicações do banco de dados Ambientais	38

3	APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS.....	38
	DE GEOPROCESSAMENTO EM UMA	
	ÁREA DE ESTUDO PARA PRODUÇÃO	
	DE MAPAS TEMÁTICOS	
3.1	METODOLOGIA PARA ELABORAÇÃO.....	39
	DO MAPEAMENTO DA ÁREA	
3.2	Correção radiométrica	40
3.3	Composições coloridas	41
3.4	Classificação automática supervisionada	41
4	METODOLOGIA	43
5	ANALISE DE RESULTADOS	44
6	CONCLUSÃO	45
	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	46
	REFERÊNCIA CONSULTADA	47

LISTA DE IMAGENS

IMAGEM 1 - Representação de dado vetorial	18
IMAGEM 2 - Representação de dado raster	19
IMAGEM 3 - Representação de Pixels	19
IMAGEM 4 - Ilustração dos dados espaciais	26
IMAGEM 5 - Modelo conceitual do banco de dados ambientais para variáveis físico -espacial	34
IMAGEM 6 - Imagens do sensor Landsat: Banda 3, 4 e 5	39
IMAGEM 7 - Correção radiométrica das bandas(images) 3, 4 e 5.....	40
IMAGEM 8 - Composição colorida das bandas 3, 4 e 5	41
IMAGEM 9 - Classificação automática da composição colorida das bandas 3, 4 e 5	42

RESUMO

A proposta do desenvolvimento sustentado estabelece que todas as ações de ocupação do território devem ser precedidas de uma análise abrangente de seus impactos no meio ambiente a curto, médio e longo prazo. Os Relatórios de Impacto Ambiental (RIMA), condição prévia para novos projetos de ocupação do espaço, como rodovias, indústrias e hidroelétricas estabelece que pelo menos quatro estudos ambientais sejam realizados: Mapeamento Temático, Diagnóstico Ambiental, Avaliação de Impacto Ambiental. O geoprocessamento, sistema integrado que possibilita aos usuários capturar, armazenar, atualizar, manipular, analisar e exibir todo tipo de informações geograficamente distribuídas, apresenta-se como ferramenta imprescindível para eficácia e eficiência destes estudos.

Este trabalho apresenta um estudo da importância das ferramentas de geoprocessamento para o monitoramento e preservação do meio ambiente, bem como uma aplicação prática das ferramentas básicas de processamento digital de imagens de sensoriamento remoto de uma área situada na região norte do Estado do Rio Grande do Norte, nas proximidades da praia de Maracajaú-RN, com o objetivo de realizar a identificação e caracterização dos principais elementos de interesse contidos na superfície da área estudada (vegetação, solo e água). O processamento das imagens utilizadas (Banda 3,4,5 – LandSat 5) foi realizado através do software Idrisi for Windows 32.

Palavras-chaves: **SIG, Geoprocessamento, Projetos Ambientais**

The proposal of sustained development establishes that, all the actions of occupation of the territory should be preceded of an including analysis of the impacts in the environment, the short, medium and long period. The Reports of Environmental Impact (RIMA), previous condition for new projects of occupation of the space, as highways, you elaborate and hydroelectric it establishes that at least four environmental studies are accomplished: Thematic Mapping, Environmental Diagnosis, Evaluation of Environmental Impact. The geoprocessing, system integrated that it makes possible the users to capture, to store, to update, to manipulate, to analyze and to exhibit every type of information geographically distributed, he/she comes as indispensable tool for effectiveness and efficiency of these studies.

This work presents a study of the importance of the geoprocessing tools for the monitoring studies and preservation of the environment, as well as a practical application of the basic tools of digital processing of images of remote sensing of a located area in the north area of the State of Rio Grande do Norte, in the proximities of the beach of Marcação-RN, with the objective of accomplishing the identification and the principal elements of interest characterization contained in the surface of the studied area (vegetation, soil and water). THE processing of the used images (Band 3, 4, 5 - LandSat 5) it was accomplished through the software IDRISI for Windows 32.

Palavras-chaves: **GIS, Ambient Projects**

1. INTRODUÇÃO

Na perspectiva moderna de gestão do território, toda ação de planejamento, ordenação ou monitoramento do espaço deve ser incluída uma análise dos diferentes componentes do ambiente, incluindo uma análise do meio físico-biótico, da ocupação humana, e do seu inter-relacionamento. O conceito de desenvolvimento sustentado, consagrado na Rio-92, estabelece que as ações de ocupação do território devem ser precedida de uma análise abrangente de seus impactos no meio ambiente, a curto, médio e longo prazo (CAMÂRA; MEDEIROS, 1998).

Tal postura estabelece a utilização de dispositivos de obrigatoriedade chamados de Relatórios de Impacto Ambiental (RIMA), como condição prévia para novos projetos de ocupação do espaço, como rodovias, indústrias e hidroelétricas (CAMÂRA; MEDEIROS, 1998).

Deste modo, pode-se apontar pelo menos quatro grandes dimensões de estudos ligados aos problemas Ambientais, que são: Mapeamento Temático, Diagnóstico Ambiental, Avaliação de Impacto Ambiental e Ordenamento Territorial (CAMÂRA; MEDEIROS, 1998).

Nesta visão, os estudos de *Mapeamento Temático* tem como objetivo caracterizar e entender a organização do espaço, como base para o estabelecimento das bases para ações e estudos futuros (CAMÂRA; MEDEIROS, 1998).

A área de *diagnóstico ambiental* tem como objetivo estabelecer estudos específicos sobre regiões de interesse, com vistas a projetos de ocupação ou preservação (CAMÂRA; MEDEIROS, 1998).

Os projetos de *avaliação de impacto ambiental* tem como finalidade monitorar os resultados da intervenção humana sobre o ambiente (CAMÂRA; MEDEIROS, 1998).

Os trabalhos de *ordenamento territorial* visam normalizar a ocupação do espaço, buscando racionalizar a gestão do território, com vistas a um processo de desenvolvimento sustentado (CAMÂRA; MEDEIROS, 1998).

Para que todos esses estudos ambientais sejam feitos de forma adequada e com margens de erros baixíssimo é necessário a utilização de técnicas de Geoprocessamento as quais são utilizadas ferramentas de análise espacial como, processamento de imagens, geoestatística e modelagem numérica de terreno (CAMÂRA; MEDEIROS, 1998).

Geoprocessamento nada mais é que o uso automatizado de informação que de alguma forma está vinculada a um determinado lugar no espaço, seja por meio de um simples endereço ou por coordenadas. Vários sistemas fazem parte do Geoprocessamento dentre os quais o SIG (Sistema de Informação Geográfica) é o sistema que reúne maior capacidade de

processamento e análise de dados espaciais. A utilização destes sistemas se produz informações que permitem tomar decisões para colocar em prática ações. Estes sistemas se aplicam a qualquer tema que manipule dados ou informações vinculadas a um determinado lugar no espaço, e que seus elementos possam ser representados em um mapa, como casas, escolas, hospitais, etc (ARYJOHANSSON, 2003).

Por exemplo: "Sua cidade oferece uma certa qualidade de vida que, dentre outros fatores, depende da eficiência com que, tanto órgãos públicos (Prefeitura, Secretarias,) como privados (Comércio, Bancos,) administram as informações necessárias para o desempenho de seus serviços" (ARYJOHANSSON, 2003).

"Muitas vezes o volume de informações inviabiliza não apenas a qualidade da informação, mas, também a união dos fatores para uma decisão acertada. É neste aspecto que entra a colaboração dos sistemas de Geoprocessamento, e principalmente do SIG" (ARYJOHANSSON, 2003).

Os exemplos que podem ser utilizados aplicação das ferramentas de Geoprocessamento são:

a) Ordenamento e gestão do território (este é o uso mais difundido): na verdade, é uma aplicação básica, porque permite a constituição de uma base cartográfica geoprocessada que servirá às demais aplicações setoriais. Trata-se de construir uma base de dados informatizada que reproduza a configuração do território do município, identificando logradouros, lotes e glebas, edificações, redes de infra-estrutura, propriedades rurais, estradas e acidentes geográficos. A base assim constituída é útil para as atividades de planejamento urbano e ordenação do uso do solo, inclusive para processos de revisão da legislação (VAZ, 1998).

b) Otimização de arrecadação: a atualização da base cartográfica do município para a implantação da base geoprocessada fornece um volume significativo de informações para a revisão da planta genérica de valores. O recomendável é que as duas ações sejam realizadas de forma articulada. Com isso, inclusive, consegue-se gerar um aumento de receita capaz de compensar os investimentos na base geoprocessada e gerar recursos adicionais para o município. Logicamente, será necessário proceder à atualização periódica dessas informações, mas a existência de um bom ponto de partida facilita as ações posteriores (VAZ, 1998).

c) Localização de equipamentos e serviços públicos: a partir de uma base cartográfica que inclua informações sócio-econômicas e sobre equipamentos públicos é possível identificar áreas com maior nível de carência e os melhores locais para instalação de equipamentos e serviços públicos. Estas decisões podem ser tomadas com base em critérios de necessidade e de acessibilidade aos locais. (VAZ, 1998)

d) Identificação de público-alvo de políticas públicas: à medida que se possua uma base de dados que incorpore dados sócio-econômicos, é possível utilizá-la para desenhar políticas públicas. dispondo-se, por exemplo, de informações sobre crianças residentes no município e a incidência de doenças, é possível desenhar ações de saúde específicas para micro-regiões

da cidade. Ou, cruzando-se os dados sobre renda das famílias e desempenho escolar, pode-se identificar o público-alvo para programas de renda mínima ou bolsa-escola. Ou, ainda, identificando-se as áreas da cidade com maior concentração de idosos pode-se definir áreas prioritárias para programas de atendimento domiciliar à saúde ou áreas com carências especiais de saúde que possam ser atendidas por programas de médico de família (VAZ, 1998).

e) Gestão ambiental: o geoprocessamento é útil para monitorar áreas com maior necessidade de proteção ambiental, acompanhar a evolução da poluição da água e do ar, níveis de erosão do solo, disposição irregular de resíduos e para o gerenciamento dos serviços de limpeza pública (acompanhando por área da cidade o volume de resíduos coletado e para análise de roteiros de coleta) (VAZ, 1998).

1.1. PROBLEMA DE PESQUISA

Percebe-se com bastante clareza que nos dias atuais quase todos os ramos da ciência e tecnologia preocupam-se com a Gestão Ambiental. Os procedimentos analíticos referentes a Diagnóstico Ambiental correspondem a parte inicial e imprescindível ao Planejamento Ambiental. Para isto é necessário levantar técnicas de geoprocessamento na elaboração do Diagnóstico Ambiental, visando subsidiar a avaliação de impacto ambiental e fornecer a base de informações para o dimensionamento das ações necessárias ao processo de Gestão Ambiental (CAMÂRA; MEDEIROS, 1998). Diante dessa necessidade como as tecnologia do sistema geográfico de informações poderiam auxiliar no monitoramento e na preservação do meio ambiente ?

1.2. Objetivos

Objetivos Gerais

- Utilizar o geoprocessamento como uma ferramenta importante para Gestão Ambiental.

Objetivos Específicos

- Utilizar Técnicas de geoprocessamento para um estudo mais aprofundado sobre o Impacto Ambiental, mais especificamente o Diagnóstico Ambiental;
- Demonstrar a eficácia da geotecnologia na tomada de Apoio à Decisão;

1.3. Justificativa

Um geoprocessamento é uma ferramenta importante para auxiliar a tomada de decisão racional, quando esta necessita trabalhar com dados demográficos de uma determinada região, cidade, estado e/ou país. O geoprocessamento pode capturar, armazenar, editar, atualizar, recuperar, analisar, modelar e exibir múltiplos dados especialmente referenciados na Terra, através de coordenadas georeferenciadas. Esses dados podem se referir a aspectos físicos de um lugar (localização de portos, lagos, rios, montanhas, cobertura do solo, etc), bem como a dados demográficos que podem ser atribuídos a uma área geográfica (CAMÂRA; MEDEIROS, 1998).

Diante desse grande número de aplicações, as técnicas de geoprocessamento são usados por muitas empresas privadas e por órgãos governamentais para prover soluções para uma ampla variedade de problemas em diversas áreas, como por exemplo no planejamento do uso do solo, tanto em áreas urbanas quanto rurais; na administração ambiental e de recursos naturais como florestas, depósitos minerais e na preservação de ecossistemas e na modelagem de fenômenos naturais (tufões, terremotos, dentre outros) (CAMÂRA; MEDEIROS, 1998).

Na ocorrência de desastres naturais, um programa SIG pode prover significativos benefícios, reduzindo o tempo de espera por serviços de emergência, tornando-os mais eficazes (CAMÂRA; MEDEIROS, 1998).

Justifica-se assim um estudo mais aprofundado das ferramentas de geoprocessamento bem como o seu potencial para apoio as questões ambientais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Para melhor compreensão da integração do Geoprocessamento e suas ferramentas é fundamental apresentarmos algumas noções gerais de SIG.

2.1. DEFINIÇÃO SIG

Segundo Eastman (1998), Um SIG é um sistema auxiliado por computador para capturar, armazenar, analisar e visualizar dados geográficos. Atualmente existe uma grande variedade de ferramentas de software disponível para auxiliar nesta atividade, muitas das quais definem a si próprias como um SIG.

2.2. Evolução histórica do SIG

De acordo com Atencio (1994), a grande cultura do império Inca, espalhava-se no vasto território peruano, com grande facilidade e velocidade para todos os cidadãos desse grande império. A comunicação em rede era feita através dos mensageiros, que enfrentavam grandes maratonas, para coletarem e distribuírem as informações. Assim, o rei Inca recebia informações coletadas (tomando conhecimento pleno das necessidades, dos problemas, das atividades, do desenvolvimento que se destacava em qualquer lugar do país) processava-as e analisava através de equipes técnico-políticas, para em seguida apresentar as soluções, numa decisão totalmente imparcial, para cada atividade requerida.

O desenvolvimento harmônico, justo e social dos Incas resultou num país que englobava o atual Peru, Bolívia, Equador, partes da Colômbia, do Brasil, Argentina e Chile. Numa era em que não se conhecia a arma (força), o transporte por roda ou motorizado, a eletrônica, etc, houve um desenvolvimento cultural, científico, econômico, social e político, graças ao uso adequado da informação e das tomadas e decisões com pouquíssima margem de erro (ATENCIO, 1994).

A metodologia de um sistema de informação geográfico, na sua percepção básica, permitiu aos Incas o domínio espacial e tecnológico, e neste último, permanecendo ainda não decifradas até hoje. O sistema dos Incas vem a ser um primitivo sistema de informação geográfica (ATENCIO, 1994).

Antes dos computadores, a descrição gráfica e descritiva dos dados era feita através dos mapas. Os mapas foram usados pelos Incas, por Cristóvão Colombo, Napoleão Bonaparte, etc, para mostrar as rotas, movimentos de tropas, a localização de qualquer fenômeno (ATENCIO, 1994).

2.3. Conhecimentos relacionados ao SIG

Segundo Atencio (1994), o SIG é uma mistura de campos tecnológicos. Cada campo provê algumas técnicas e metodologias que implementam o SIG. Muitos desses campos dão importância a coleta de dados, outros o ajuste e o relacionamento entre os dados, de modo a conduzir à integração, ao modelamento e à análise desses dados. Assim, como conjunto de campos devidamente integrados, o SIG constitui-se na ciência da informação espacial(ATENCIO,1994).

2.4. Disciplinas envolvidas no SIG

Para Atencio (1994), um aspecto fundamental para estruturar um SIG é ter uma visão multidisciplinar do problema, os componentes necessários e da projeção de seu desenvolvimento. A seguir destacam-se um conjunto de disciplinas necessárias para a estruturação de SIGs:

Sensoriamento Remoto: Inclui técnicas de aquisição ou captura e processamento de dados das imagens de satélite. O potencial desta tecnologia reside na atualização dos dados a custos bem baixos e em tempos menores;

Geodésia: Determina e controla a posição precisa de cada objeto. Usa tecnologia moderna para aquisição de dados;

Fotogrametria: Ferramenta de captura de dados de forma tridimensional, assegurando uma precisa distribuição e localização espacial dos mesmos, para então convertê-los para mapas digitais, constituindo em alto nível de banco de dados gráficos do SIG;

Levantamentos: Processos que proporcionam a qualidade geométrica das entidades gráficas;

Cartografia: Tecnologia que mostra a informação espacial de forma organizada e padronizada. Atua no banco de dados gráficos, permitindo uma interpretação topológica das entidades;

Pesquisas Operacionais: Sistemas que proporcionam ferramentas de otimização e técnicas de decisão;

Ciência Computacional: Ramo que proporciona técnicas da computação gráfica, Base de Dados, Projeto e algoritmos de implementação e análise;

Matemática(Geometria, Teoria de grafos, etc): São modelos matemáticos usados no sistema de desenho e análise de dados espaciais;

Engenharia Civil(Transporte, urbanismo, serviços, etc): Ramo que engloba e provê parâmetros e modelos nas diversas áreas de aplicação;

Estatística: Instrumento que faz modelos e métodos de análise analítica dos dados(sejam descritivos ou espaciais).

2.5. Componentes de um sig

De acordo com Eastman (1998), um SIG é composto de uma variedade de elementos distintos, mas para ser um verdadeiro SIG, o sistema deve possuir:

Bancos de dados espacial e de atributos

No centro do Sig deve existir o banco de dados que possui uma coleção de mapas e informações associadas na forma digital. Como esse tipo de banco de dados trata de feições da superfície terrestre, ele compreende dois elementos que são: um banco de dados espacial descrevendo a geografia, a forma e posição, das feições e um banco de dados de atributos descrevendo as características ou qualidades dessas feições. Podemos, por exemplo, ter uma propriedade rural definida no banco de dados espacial e qualidades como seu uso do solo, proprietário, avaliação e outros no banco de dados de atributos. Em alguns sistemas, os bancos de dados espacial e de atributos são rigidamente separados um do outro, enquanto em outros estão integrados em um única entidade.

Sistema de visualização cartográfica

Rodeando o banco de dados central temos uma serie de componentes de software onde o mais básico deles é o sistema de visualização cartográfica. O sistema de visualização cartográfica possibilita, a partir de elementos selecionados do banco de dados, produzir mapas de saída na tela ou em alguns dispositivos de saída em meio sólido como impressora ou ploter. A variação de possibilidades de produção cartográfica entre software SIG é bastante grande. A maioria oferece apenas uma saída cartográfica muito básica e recomenda o uso de software de editoração de alta qualidade para satisfazer necessidades de produção mais sofisticadas, como a separação de cores.

Sistema de digitalização de mapas

Após a visualização cartográfica, o próximo elemento mais essencial é o sistema de digitalização de mapas e com esse sistema pode-se converter mapas existentes em papel para uma forma digital , desenvolvendo mais banco de dados . O método de digitalização mais comum é o de mapa de papel que é fixado sobre uma mesa digitalizadora , trocando-se depois as feições de interesse com o cursor , de acordo com os procedimentos exigidos pelo software. Os software Computer Assisted Desing (CAD) e o Coordinate Geometry (COGO) são exemplo de programas que possibilitam adicionar informações digitalizadas de mapas ao banco de dados, além de oferecerem possibilidades de visualização cartográficas.

Sistemas de gerenciamento de banco de dados

Utilizando um SGBD, é possível introduzir atributos como informação tabular e estatística e subseqüentemente extrair tabulações especializadas e sumários estatísticos para gerar novos relatórios tabulares, porém, o mais importante é o fato de que um sistema de gerenciamento de banco de dados que nos possibilita analisar dados de atributos. Muitos análises de mapas não tem um componente espacial verdadeiro, e para elas um SGBD freqüentemente funciona muito bem e como exemplo, podemos solicitar ao sistema para encontrar todas as parcelas onde o chefe de família é solteiro, mas com uma ou mais crianças dependentes, e produzir um mapa com o resultado. E o produto final, um mapa, é certamente espacial, mas a análise em si não tem qualidade espaciais.

Sistema de análise geográfica

Através de um sistema de análise geográfico, podemos ampliar as possibilidades de consulta a banco de dados baseados em sua posição geográfica. O exemplo mais simples disto é considerar o que acontece quando estamos envolvidos com a ocorrência simultâneo de feições com distribuição espacial diferente. Como exemplo, suponha que desejamos encontrar todas as áreas residenciais sobre tipos de rocha associados com altos níveis de gás radônio.

Sistema de processamento de imagem

O software de processamento de imagens permitem tornar uma imagem de sensoriamento remoto como imagens de satélite e convertê-las em dados interpretados na forma de mapa de acordo com vários procedimentos de classificação.

Sistemas de análise estatística

Os sistemas de análise estatística, oferece procedimentos estatísticos tradicionais como também algumas rotinas específicas para a descrição de dados espaciais, em parte pelo caráter especial dos dados espaciais, mas também porque os dados espaciais com relação a inferências descritas a partir de procedimentos estatísticos.

Sistema de apoio à decisão

O apoio à decisão é uma das mais importantes funções de um SIG, e as ferramentas desenhadas para esta função existem em número relativamente pequeno na maior parte dos software de sig. Esses sistemas possui vários módulos especialmente desenvolvidos para auxiliar no processo da tomada de decisão. São módulos que ajudam na construção de mapas de aptidão através de critérios múltiplos e atendem decisões sobre localização quando objetivos múltiplos estão envolvidos.

2.6. Representação de dados em mapas

Conforme Atencio(1994), um sig armazena dois tipos de dados que são encontrados em um mapa que são as definições geográficas das feições da superfície da terra, cuja, a técnica se denomina Vetorial e a técnica que utilizam dados que representam os atributos ou qualidades que essas feições possuem é chamada de Raster e a combinação dessas técnicas são fundamentais para a representação de mapas.

Vetorial

De acordo com a AJS(2003), arquivos VETORIAIS são constituídos por VETORES. Vetores são entidades definidas matematicamente como uma série de pontos unidos por linhas. Cada vetor é uma entidade independente com propriedades como cor, forma, contorno, tamanho e posição na tela, incluídas na sua definição.

Visto que cada vetor é uma entidade independente, é possível mover e alterar suas propriedades repetidas vezes e manter a sua nitidez e resolução originais, sem afetar os demais componentes do desenho(AJS, 2003).

Utilizando a representação vetorial, os limites ou o curso das feições são definidos por uma série de pontos que quando unidos com linhas e retas, formam a representação gráfica de cada feição onde os próprios pontos são codificados com um par de números que representam as coordenadas X e Y em sistema como latitude/longitude ou grade de coordenadas Universal Transversa de Mercator(EASTMAN, 1998).



IMAGEM 1 - Representação de dado vetorial

Raster

De acordo com a AJS (2003), arquivos raster são constituídos de pontos individuais chamados de pixels que são dispostos e coloridos de maneiras diferentes para formar um padrão. Ao aumentar o zoom será possível ver os quadrados individuais que formam a imagem total. O aumento do tamanho de um arquivo raster (esticar/ampliar o desenho) tem o efeito de um aumento de pixels individuais, o que faz com que as linhas e formas pareçam serrilhadas.

Raster é a Segunda maior forma de representação de mapas e através dos sistemas raster, a representação gráfica das feições e os atributos que elas possuem são fundidas em arquivos de dados unificados. Assim a área de estudo é subdividida em fina malha de célula de grade, nas quais registramos a condição ou atributo da superfície terrestre naquele ponto. Cada célula dessa malha é dado um valor numérico que pode representar tanto um identificador da feição quanto um código de atributo qualitativo ou um valor de atributo quantitativo. Como exemplo, uma célula pode ter o valor "5" para indicar que ela pertence ao distrito 5 (identificador de feição), que é coberta por tipo de solo 5 (atributo qualitativo) ou que está 5 metros acima do nível do mar (valor quantitativo) (EASTMAN, J.).



IMAGEM 2 - Representação de dado raster



IMAGEM 3- Representação de Pixels

"Raster Versus Vetorial"

Os sistemas raster são predominante orientados para o gerenciamento de banco de dado, já, os sistemas vetoriais são muito eficientes no armazenamento de dados de mapas porque armazenam apenas os limites das feições não o que está dentro desses limites. Com

isso podemos compreender que os sistemas raster e vetoriais tem cada um seus pontos fortes(EASTMAN, 1998.).

2.7. Conceitos geográficos de banco de dados

Organização

Para Eastman (1998),Um banco de dados completo para uma dada região é organizado de maneira similar a uma coleção de mapas onde os sistemas vetoriais podem chegar mais próximo desta lógica, com o que é conhecido como *coverages* que são coleções similares a mapas quem contêm as definições geográficas de um conjunto de feições e suas tabelas de atributos associadas, porém, eles diferem dos mapas em duas coisas. Primeiro, cada uma conterà informação de apenas um único tipo de feição, como parcelas de propriedades, polígonos de solos e outros temas. Segundo, eles podem conter um conjunto completo de atributos que pertencem a essas feições, como um conjunto de informações de censo para vários setores da cidade.

Os sistemas raster também utilizam essa lógica parecida com a de um mapa, mas geralmente dividem os conjunto de dados em planos unitários , onde, um plano contém todos os dados para um único atributo. Dessa forma, pode haver um plano de solos, um plano de estradas e um plano de uso da terra (EASTMAN, 1998.).

Embora haja pequenas diferenças sutis, para todas as tentativas e propósitos, planos raster *coverages* vetoriais podem ser entendidas simplesmente como diferentes manifestações do mesmo conceito para a organização do banco de dados em mapas temáticos elementares. Planos raster e *coverages* diferem dos mapas comuns e tradicionais em um aspecto importante. Quando dados de um mapa são codificados em forma digital (digitalização) ocorre diferenças de escala removidas. O dado digital pode ser visualizado ou impresso em qualquer escala. Mais importante ainda, planos de dados digitais derivados de mapas de papel de diferentes escalas, mas cobrindo a mesma área geográfica, podem ser combinados. Adicionalmente, muitos SIG, oferecem utilitários para mudar o sistema de projeção cartográfica e de referência de planos digitais. Isto permite que múltiplos planos, digitalizados a partir de mapas com várias projeções e sistemas de referência, sejam convertidos a um sistema comum(EASTMAN, 1998).

Com a possibilidade de gerenciar diferenças de escala, projeção e sistema de referência, os planos podem ser fundidos com facilidade, eliminando um problema que tem tradicionalmente dificultado o planejamento de atividades com mapas em papel. É importante observar, entretanto, que a questão da *resolução* da informação nos planos de dados permanece. Embora feições digitalizadas de um mapa mundial em escala pequena

possam ser combinadas em um SIG com feições digitalizadas a partir de um mapa local de escala grande, como um mapa de ruas de uma cidade, isto normalmente não deveria ser feito. O nível de exatidão e detalhe do dado digital pode ser apenas tão bom quanto o dos mapas originais (EASTMAN, 1998).

2.8. Ferramentas de entrada e saída de dados

2.8.1 Ferramentas de entrada de dado

De acordo com Atencio (1994), as ferramentas de entrada de dados são:

— Teclado alfanumérico

Um teclado alfanumérico permite a comunicação direta com a CPU. É usado para introduzir dados manualmente nas seguintes situações:

- a) Entrada de dados não gráficos, notas, coordenadas x, y, etc;
- b) Seleção de tarefas, ou seja, digitação de comandos como copiar, ler, etc.

— Teclado de funções

O teclado de funções pode ter o formato de vários botões, teclas ou elementos sensores, correspondendo a cada um destes elementos, uma função do programa aplicativo em uso.

— Mesa digitalizadora

As mesas digitalizadoras são usadas para obter as coordenadas de pontos em plantas, desenhos, mapas, etc. Em termos de entrada de dados gráficos é, atualmente, o equipamento mais utilizado.

A mesa digitalizadora é uma superfície plana disponível numa grande variedade de tamanho.

Na parte interna da superfície há um dispositivo em grade, com linhas ortogonais. Estas linhas são usadas para detectar impulsos elétricos num determinado ponto indicado através de uma caneta, ou cursor de mesa (puck). Desta maneira, as coordenadas do ponto são transferidas ao computador.

A mesa digitalizadora possui dois dispositivos utilizados para definição de pontos a serem digitalizados, que são:

a) Cursor de Mesa (Puck)

Este instrumento possui mira, que são duas finas linhas pretas ortogonais, usadas para posicionamento do cursor sobre o ponto a ser digitalizado. Pressionando-se a tecla adequada provoca-se a transmissão precisa das coordenadas do ponto para o computador, através de um sinal elétrico. O resultado é observado na tela sob a forma de uma marca brilhante.

b) Canetas ótica

Uma caneta opera essencialmente da mesma maneira que um cursor de mesa de um único botão. A obtenção da coordenada de um ponto é feita através da pressão da caneta contra a mesa.

_ Joystick

O joystick é um outro tipo de dispositivo usado para manejar na tela. Atualmente alguns SIG já prevêm a utilização de "joystick" para entrada e atualização dos dados.

A conexão eletrônica com o computador é feita através de um cabo. O joystick guia um cursor iluminada na tela do console, fornecendo assim, um retorno visual ao usuário. Este retorno visual pode ser também fornecido através do posicionamento de um par de eixos ortogonais na tela.

_ Teodolitos digitais

Os teodolitos digitais são instrumentos típicos de uso em topografia, para medição de distâncias e ângulos.

_ Restituidores analógicos com registro digital

Um aparelho restituidor permite uma vez executado para vôo aerofotogramétrico, a compilação gráfica das entidades, utilizando-se o par estereoscópico através dos sistemas de observação, projeção e medição.

_ Restituidores ortofotográficos

Os princípios em que se baseiam os Restituidores Ortofotográficos são idênticos aos dos Restituidores Analógicos.

A diferença essencial está no fato de ser eletrônico e utilizar arquivos de imagem em formato "raster", ou de imagens fotográficas.

A precisão destes equipamento permite também restituir e interpretar imagens de satélite.

_ Scanner

O scanner é um equipamento que através de sensores óticos detecta a refletância de cada ponto interpretável em uma malha ortogonal. Os dados resultantes da operação de *scanning* são gravados como grandes matrizes de pontos.

2.8.2. Ferramentas de saída

De acordo com Atencio(1994), as ferramentas de saída são as seguintes:

_ Estação gráfica de vídeo

A finalidade da estação gráfica de vídeo é mostrar uma imagem na tela. A imagem exhibe os dados tanto de maneira alfanumérica (caracteres) quanto gráfica.

_ Ploters

Os ploters são utilizados para reproduzir em papel imagens gráficas.

_ Impressoras

No SIG, em geral são usados as impressoras gráficas, cuja característica principal é permitir e facilitar a reprodução de desenhos com uma boa resolução.

As impressoras gráficas podem se apresentar através dos seguintes tipos:

a) Impressora Matricial

Existem diversos tipos de impressoras matriciais, algumas podendo produzir impressões coloridas, através da utilização de fitas com três ou quatro cores.

A principal vantagem das impressoras matriciais reside em sua velocidade e baixo de custo. Como desvantagens podem ser citados o ruído que produzem e o fato de não executarem um preenchimento uniforme de áreas.

b) Impressora Jato de tinta

As impressoras a jato de tinta geram imagens através de um processo que consiste em jatear microgotículas de tinta sobre o papel. Existem vários tipos de impressoras jato de tinta, mas normalmente estes consistem de três características principais:

- Um cabeçote de impressão que contém três jatos de tinta;
- Um pequeno tambor rotativo onde é disposto o papel;
- Um sistema de microprocessamento para controlar o direcionamento do jato de tinta sobre o papel.

Essas impressoras produzem uma imagem de resolução constante que varia de 300 a 800 dpi.

2.9 Georreferenciamento

Segundo Eastman(1998), os arquivos relacionados a dados espaciais em um SIG são georreferenciados. O georreferenciamento refere-se à localização de um plano no espaço definida por um sistema referenciamento de coordenadas. Utilizando imagens raster, uma forma comum de georreferenciamento de coordenadas. Utilizando imagens raster, uma forma comum de georreferenciamento é indicar o sistema de referência (exemplo latitude/longitude), as unidades de referência (exemplo graus) e as coordenadas das bordas esquerda, direita, superior e inferior da imagem. O mesmo é válido para os arquivos de dados vetoriais, embora as bordas esquerda, direita, superior e inferior se refiram ao que é comum chamado de retângulo envolvente da *coverage* que é um retângulo que define os limites da área mapeada.

2.10 Dados Geográficos

A Geografia assim como os dados que a descrevem fazem parte do mundo do nosso dia-a-dia. Normalmente, cada decisão que tomamos é influenciada ou ditada pelos fatores da geografia. Estudos comprovam que mais de 80% das decisões feitas pelas prefeituras e órgãos estaduais ou federais, estão relacionados com a geografia (ATENCIO,1994).

Assim, a informação geográfica é um conjunto de dados (físicos, sociais, econômicos, etc), cujo significado contém uma associação ou relação com uma localidade específica (ATENCIO, 1994).

O mundo real consiste de muitas características geográficas. Elas permitem efetivar diversas tarefas temáticas e ajudam responder perguntas como: onde está ? quais suas características ? como se relacionam entre eles e entre suas características ?, etc(ATENCIO,1994).

2.10.1 Propriedades dos dados geográficos

De acordo com Atencio (1994), todos os dados gráficos ou fenômenos geográficos possuem propriedades essenciais que precisam ser conhecidas, sobretudo para os propósitos de geocodificação. Normalmente as propriedades dos dados geográficos mais comuns são:

- a) **Localização.** É uma propriedade básica para determinar a posição dos dados geográficos que para isso são utilizados coordenadas . A grande maioria dos sistemas de coordenação cartesianos. Dessa forma a localização é uma característica fundamental dos dados geográficos e cartográficos;
- b) **Volumetria.** São milhares ou milhões de elementos de dados que a base de dados geográficos ou cartográficos possuem.
- c) **Dimensionamento.** dimensão que entres as entidades representadas em pontos, linhas e áreas que a cartografia possuem.
- d) **Continuidade.** A continuidade é uma propriedade geográfica importante, mas que nem sempre obedece à distribuição estatística. Entretanto, a classificação do espaço por áreas ou regiões é possível graças à continuidade.
- e) **Tamanho.** O volume tem continuidade, declividade, superfície, localização e elevação. Muitas dessas propriedades são relativamente fáceis de medir se o banco de dados cartográfico estiver codificado . Outros são extremamente difíceis e como tal, são usados para analisar se forem abstraídos dos mapas. As medições são implementadas usando-se certos algoritmos;

- f) **Distribuição.** A densidade é uma média de distribuição dos fenômenos que se distribuem no espaço. A densidade pode ser calculada pela contagem dos objetos cartográficos e pelos atributos de um conjunto de unidades geográficas. A densidade de um fenômeno geográfico possui grande aplicação não apenas na medida e geocodificação, mas também na generalização, tematização e simbolização do mapa ;
- g) **Padrão.** Os padrões descrevem a estrutura da distribuição dos fenômenos geográficos. Essa descrição envolve proximidade e cruzamento entre objetos. Esse relacionamento envolve distância e tamanho dos padrões bem como evidencia sua repetitividade;
- h) **Vizinhança.** Se o padrão é a repetição de um atributos sobre o espaço, a vizinhança define a variação do dado geográfico no espaço;
- i) **Contigüidade.** Normalmente, a contigüidade está relacionada à justaposição dos dados;
- j) **Forma.** A forma representa a composição de gráficos de pequenas dimensões;
- k) **Escala.** É uma propriedade quantitativa dos dados cuja representação varia e sua faixa é limitada pela finalidade cartográfica dos fenômenos.

2.10.2 Tipos de dados geográficos

Conforme Atencio (1994), os dados geográficos geralmente compreendem três tipos:

- **O dado espacial,** que se refere à localização, à forma e às relações entre as entidades espaciais. Um dado espacial é um elemento localizando no espaço mediante um sistema predefinido de coordenadas que podem ser descritas por meio de atributos e sua relação com outros elementos pode ser perfeitamente estabelecida;
- **O dado descritivo,** que se refere às características da entidade espacial também é denominada de atributos;
- **O dado temporal,** que se refere ao período ou época da ocorrência do fenômeno ou fato geográfico.

2.10.2.1 Características dos dados espaciais

De acordo com Atencio(1994), os dados espaciais são aqueles que se referenciam no espaço terrestre por meio de coordenadas x,y, coordenadas nas quais descrevem a localização, e uma variável z, que representa o atributo.

Para Atencio(1994), os dados espaciais tem como objetivo descrever objetos do mundo real em termos de posição com relação a um sistema de coordenadas, de atributos (cor, custo, etc) e parâmetros espaciais pelas relações topológicas, que descrevem a união desses dados entre si. Assim a:

- **Localização** define a condição geométrica das entidades; geralmente identificada por coordenadas;
- **Relação** define a topologia das entidades, sempre identificadas por apontadores;
- **Descrição** define os atributos das entidades, geralmente identificados por códigos.

A padronização dos dados espaciais está baseada em entidades do mundo real e o mecanismo para representá-los é feito a nível de objetos num banco de dados cartográfico (ATENCIO, 1994).

Os exemplos a seguir ilustram, globalmente, as variações e as condições deste tipo de dados:

Pontos	Linhas	Polígonos	Superfícies

Formato	Formato	Formato	Formato
• única coordenada x, y; • sem comprimento; • sem área.	• Cadeia de coordenadas x, y com ponto inicial e ponto final.	• Cadeia de coordenada com o mesmo ponto inicial; • Tem comprimento e área.	• área com coordenada vertical; • Tem área, comprimento e vertical.
Exemplo	Exemplo	Exemplo	Exemplo
• Acidente de trânsito; • Arvore de rua.	• Estradas; • Redes de drenagem; • Limites de áreas.	• Rodovias; • Construções • Solos.	• Mapa de declividade; • Plano de vertentes

IMAGEM 4 - Ilustração dos dados espaciais

Segundo Atencio(1994), os dados descritivos são formados por itens de informações estatísticas relativas a aspectos físicos, ambientais, socio-econômicos, infra-estrutura, etc. Como exemplo desse dados temos :

- **Físico-ambientais:** são aquelas características físicas e geográficas, como estrutura arquitetônicas, uso do solo, topografia, etc;

- **Sociais:** são aquelas características como: população, habitação, saúde, educação, lazer e segurança;
- **Econômicas:** são as relacionadas à produção, emprego, renda e finanças públicas;
- **Infra-estrutura:** são aquelas relacionadas aos serviços urbanos e rurais, sistemas viários, transporte, energia, comunicação, etc.

2.10.2.2 Características dos dados temporais

Os dados geográficos possuem atributos temporais. Muitos fenômenos permitem estudos sistemáticos por apresentarem padrões temporais regulares, enquanto que outros podem ser lineares, não lineares, cíclicos, irregulares, etc. Quando um dado apresenta regularidade cíclica e espacial, o processo de observação e medição é bastante fácil, e a imposição de uma estrutura para os processos de interpretação é facilitada (ATENCIO, 1994).

2.11 Fontes dos dados geográficos

De acordo com Atencio(1994), as fontes de dados geográficos mais comuns são:

1) Administrativos / operacionais

Dados administrativos / operacionais são aqueles acumulados por instituições durante sua rotina. Esses dados são coletados por finalidades específicas e que posteriormente podem ser utilizados para outros propósitos.

Como exemplo de dados administrativos e operacionais temos:

- Dados e tributação imobiliária utilizados para mapeamento de uso do solo;
- Endereços para análise de distribuição espacial de clientes de uma rede bancária;
- Dados de financiamento agrícola para avaliação de áreas cultivadas com determinadas culturas.

2) Censos

Os censos são levantamentos realizados para a coleta de dados de toda uma população, a nível nacional simultaneamente ou a intervalos regulares.

Os censos podem ser classificados como:

- a) **Censo Demográfico** - coleta dados de pessoas, famílias e domicílios.
- b) **Censo Industrial** - abrange dados gerais do estabelecimento, pessoal, salários, despesas, valor da produção, consumo de energia elétrica, combustíveis e lubrificantes, produção e valores dos produtos, distribuição da produção.

- c) **Censo de Serviços** - compreende as atividades de prestação de serviços a pessoas ou entidades, incluindo serviços de alojamento e alimentação, serviços de reparação, manutenção e conservação, serviços de higiene pessoal, serviços comerciais e serviços de diversão, radiodifusão e televisão.
- d) **Censo Comercial** - tem por objeto o comércio de mercadorias e de administração de imóveis e valores imobiliários, e abrange os estabelecimentos pertencentes a organizações privadas, sociedades de economia mista e empresas estatais, cuja atividade seja a compra e venda ou troca de mercadorias.

3) Mapas

Os mapas são produzidos com objetivos diversos por várias instituições, armazenados e, às vezes, atualizados, em bibliotecas e centros de documentação de órgãos públicos e privados.

4) Imagens e Fotografias

Imagens de sensoriamento remoto e fotografias aéreas são importantes fontes de informações espaciais.

Esses produtos apresentam enormes variedades e sua adequação aos vários tipos de aplicação demanda cuidadosa análise.

Fotografias aéreas existem para várias regiões do país. É, entretanto, extremamente variada a qualidade e a atualidade dos produtos para cada região.

5) Relatórios

Relatórios técnicos e artigos podem construir valiosa fonte de dados quando contêm dados resultantes de coletas efetuadas para estudos específicos.

2.12. Sig Ambiental

Conforme Atencio(1994), o ambiente é o meio que nos rodeia, ou seja, são as condições que tornam possível a vida em si.

Para Atencio(1994), Pereira e Juércio(2003), o crescimento da degradação do ambiente tem resultado no aumento de pesquisas de identificação e estudo dos problemas ambientais. Por isso o SIG é um instrumento de programação das ações integradas, de controle e de gestão do meio ambiente e incluindo na identificação de áreas de preservação ambiental que são áreas na qual não é permitida qualquer ação do homem, por ser considerada área onde

processos como nascimento e morte dos seres vivos ocorrem sem a interferência do ser humano.

Além do mais, se o gerenciamento e o planejamento ambiental estão essencialmente ligados, o uso da tecnologia SIG para construir uma Base de Dados Ambiental é altamente fundamental para realizar esse planejamento (ATENCIO,1994).

Diz Atencio(1994), Problemas ambientais, entretanto, não são somente matéria que diz respeito a uma nação, eles também têm profundas conseqüência sociais e econômicas a nível continental e em escala mundial .

Devido a isso, estão sendo desenvolvidos por várias organizações BDs Ambientais, contendo grande faixa de assuntos. Há muita diversidade com respeito a tipos de cobertura espacial, implementação tecnológica, abrangências de dados que são armazenados e suporte organizacional de uso desses Banco de Dados (ATENCIO,1994).

2.12.1 - Desenvolvimento de um Banco de Dado Ambiental

Segundo Atencio(1994), o estabelecimento de um BD ambiental segue uma série de etapas bem definidas que inclui:

- Identificação e documentação das necessidades dos usuários;
- Definições dos requisitos dos dados que atendam às exigências de usuários;
- Estabelecimento de uma solução a nível de tecnologia de informação (TI), que ofereça facilidades para manipulação e análise de dados, de acordo com as exigências do usuários;
- Avaliação dos custos e benefícios dessa solução;
- Instalação e implementação da solução selecionada (se os itens acima relacionados foram equacionados).

Esses princípios reduzem o volume de dados, implicando num resultado exato.

2.12.2 Definição das necessidades dos usuários

De acordo com Atencio(1994), as necessidades dos usuários vão de acordo com os aspectos comerciais e protecionistas até o melhoramento da disponibilidade e compatibilidade dos dados ambientais. Para tal, seria necessário desenvolver técnicas apropriadas para a coleção, armazenamento, manipulação e saída dos dados ambientais. Principalmente na política de coleta de dados, três tópicos específicos, de importância ambiental, devem ser identificados, como passo inicial dos estudos são:

- Biota (através do inventário de locais de importância científica para a conservação da natureza);

- Deposição de poluentes (através da previsão da informação sobre a emissão ou risco de danos à flora e fauna);
- Proteção do ambiente de uma região (através do suprimento da informação da cobertura vegetal, qualidade e uso, recursos hídricos, etc).

Segundo Paredes(1992), é importante que os grupos envolvidos em trabalhos ambientais estabeleçam os temas ou variáveis, abrangendo domínios físicos, biológico e sócio-econômico; no primeiro, os componentes atmosférico (climatologia, meteorologia, poluição do etc), hidrológico (hidrologia, recursos hídricos e análise de nutrientes) e fisiográfico (geomorfologia, estratigrafia, sedimentação, erosão, uso do solo); no segundo, os componentes aquáticos e terrestres e no terceiro os componentes sociais e econômicos (renda, emprego, subsistência, etc). Onde cada grupo define a natureza do problema a ser resolvido e a identificação os dados a serem coletados.

2.12.3 Definição dos requisitos dos dados

De acordo com Atencio(1994), os dados que devem ser incluídos no banco de dados ambiental depende dos objetivos do trabalho e o sistema. Na pratica, a coleta dos dados deve ter cronograma, avaliação, consistência e volume de dados.

2.12.4 Conteúdo de Banco de dados ambiental

De acordo com Atencio(1994), as bases de dados ambientais devem conter uma enorme diversidade de tipos de dados, e em sua maioria são espacialmente locados claramente ou implicitamente. Devemos entender que os conjuntos de dados ambientais são extremamente grande em volume, especialmente devido em parte à coleta e manutenção a nível de macrorregiões. O tamanho e complexidade dessas bases de dados requerem necessariamente a aplicação da tecnologia SIG.

Para Atencio(1994), exemplos de bases de dados ambientais de interesse regional e os seus principais atributos que essas bases de dados devem conter são:

Bases de dados geológicos

1. Arquivos de amostras de sedimentos
2. Arquivos geoquímicos (incluindo geoquímica de águas marinhas e continentais)
3. Dados de levantamentos geográficos
4. Dados gravitacionais

Bases de dados marinhos

1. Temperatura da superfície do mar
2. Dados de medição das correntes
3. Altura de ondas/ período de levantamento de dados
4. Dados de salinidade

Bases de dados ecológicos

1. Dados de localização de espécies
2. Características do solo
3. Localização de lugares de conservação
4. Distribuição de tipos de solos
5. Dados de biomassa

Bases de dados Hidrológicos

1. Dados de precipitação
2. Umidade do solo
3. Evapotranspiração
4. Descarga dos rios
5. Localização de bancos de areia dos rios
6. Redes de drenagem
7. Área da drenagem

Bases de dados do meio físico-geográfico

1. Relevo
2. Solos
3. Flora e vegetação
4. Paisagens
5. Agricultura e pecuária
6. Recursos naturais
7. Uso do solo
8. Silvicultura
9. Práticas conservacionistas

Base de dados sócio-econômicos

1. População e assentamentos
2. Agroindustriais
3. Indústrias
4. Construções urbanas e rurais
5. Transporte e comunicação
6. História e evolução
7. Economia regional e agrícola

2.12.5. Metodologia de Implementação dos Banco de dados ambientais

Para Atencio(1994), a etapa de metodologia de implementação de banco de dados ambientais deve ocorrer após a identificação das zonas de proteção e nela deve ocorrer as seguintes fases:

_ Fases metodológicas

Nesta fase ocorrerá estruturação do sistema que é desenvolvida em etapas sucessivas assim resumidas em:

- a) **Elaboração dos mapas-bases de sobreposição:** nessa etapa os mapas são realizados como referência para o posterior ajuste dos limites espaciais das unidades temáticas definidas;
- b) **Elaboração dos mapas-base de sobreposição corrigidos:** ocorre ajuste dos limites das unidades espaciais, utilizando como referência o mapa geomorfológico;
- c) **Elaboração dos mapas de unidades integradas da área:** ocorre a elaboração de mapa resultante da superposição dos mapas de sobreposição corrigidos;
- d) **Seleção e classificação de variáveis e atributos:** nessa etapa deve considerar os objetivos para os quais se orientam as aplicações do SIG;
- e) **Designação de códigos aos atributos definidos:** com esta codificação, ocorre a redução e o espaço de memória necessário para o armazenamento e organização hierárquica da informação;
- f) **Entrada de dados no sistema:** ocorre a digitalização dos mapas (dados gráficos) e transcrição das planilhas de códigos previamente elaboradas sobre as variáveis (entidades) e atributos definidos (dados tabulares).

Todas as etapas acima descritas, constituem elementos da Base de Dados do Sig-ambiental. E, a partir da entrada de dados, as informações contidas no BD são manipulados em função dos requerimentos estabelecidos pelo usuário(ATENCIO,1994).

_ Fase da estruturação da base de dados do SIG

Segundo Atencio(1994), na fase da estruturação da base de dados ocorrerá as seguintes etapas:

- 1) **Distribuição de dados:** Nesta etapa os dados de recursos naturais e ambientais geralmente se encontram sob a forma de mapas topográficos como modelos digitais do terreno, mapas temáticos e imagens de sensores remotos. A partir desses dados disponíveis, são elaborados os mapas temáticos de interesse da área em estudo, como: geologia, geomorfologia, solos, vegetação, hidrologica, zonas inundáveis, distribuição populacional, uso do solo, estado sócio-econômico, equipamentos, como escolas, postos de saúde, etc), vias de acesso, etc. Esses mapas, reproduzidos em escala, constituem a síntese cartográfica do trabalho de recompilação, identificação, interpretação e análise dos diferentes tipos de dados coletados na área de estudo. Assim, cada unidade espacial definida nos mapas temáticos está caracterizada por um conjunto de variáveis que são inerentes a cada tema envolvido.
- 2) **Seleção de variáveis:** As variáveis são um conjunto de atributos que caracterizam cada uma das unidades espaciais(solo, vegetação) indicadas no mapa da área obtida. E essa seleção ocorre através do seguinte processo:
 - a) **Critérios de Seleção:** A escolha das variáveis depende da combinação entre elas tal que facilite na definição de áreas potenciais para planificar o uso e manejos dos recursos existentes com fins de organização.
 - b) **Variáveis selecionadas:** Após a seleção das variáveis ocorrerá a especificação de dados espaciais com a indicação das entidades e atributos de interesse no desenvolvimento dos temas definidos, com importância nos componentes do domínio físico.
- 3) **Definição de Atributos:** Após a seleção das variáveis ocorrerá a definição de atributos. Os atributos dão uma descrição das características próprias da entidade espacial.

3.12.7. Aplicação do SIG nas ciências ambientais

Segundo Atencio(1994), o uso do SIG abriu uma variedade adicional de oportunidades analíticas onde resultados na elaboração de tais estudos que demonstram a contribuição do geoprocessamento para o gerenciamento do meio ambiente. E essas técnicas melhoram a quantidade de captura dos dados, para prover visualização de mapas, aplicação de modelos físicos e modelamento das mudanças dos parâmetros ambientais.

4) Critérios de Definição

Segundo Atencio(1994), A definição de atributos proporciona diretamente as classificações previamente estabelecidas sobre as mesmas. O critérios para esta definição referem-se à:

- Necessidade de minimizar o espaço necessário para o armazenamento das informações;
- Facilidade de interpretação das combinações de forma organizadas e sistemáticas de modo a facilitar o acesso, a atualização, a manipulação e modificação destas;
- Minimização do grau de complexidade dos atributos a fim de facilitar as correlações entre variáveis.

2.12.6. Estruturação do modelo conceitual do Banco de Dados ambiental para variáveis físico-espaciais

Definidas as variáveis e os atributos, desenvolve-se o modelo conceitual do processo de integração entre esses dois tipos de informações (variáveis e atributos), ou seja, identifica as variáveis e determinam os seu atributos(ATENCIO,1994).

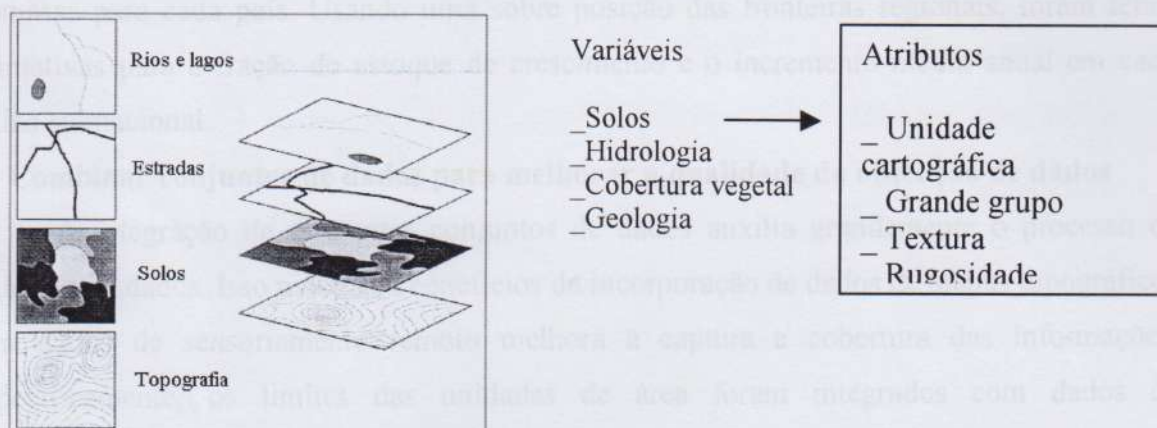


IMAGEM 5 - Modelo conceitual do banco de dados ambiental para variáveis físico -espacial

2.12.7. Aplicação do SIG nas ciências ambientais

Segundo Atencio(1994), o uso do SIG abriu uma variedade adicional de oportunidades analíticas onde resultou na elaboração de seis estudos que demonstram a contribuição do geoprocessamento para o monitoramento do meio ambiente. E esses estudos são descritos sucessivamente para estimar a disponibilidade dos recursos naturais, para melhorar a quantidade de captura dos dados, para prover visualização de mudanças, na aplicação de modelos físicos, e modelamento das mudanças dos parâmetros ambientais

através do uso de amostragem de dados e no melhor acesso aos dados ambientais. E esses estudos são:

1) Uso de sistemas de amostras estratificadas como o propósito de previsão de eventos

Por muitos anos, os dados de sensoriamento remoto tem sido usados na previsão de informações pertencente ao meio ambiente. Mas recentemente, os valores das resoluções baixas dos dados derivam dos satélites meteorológicos para reconhecimento e monitoramento da cobertura vegetal de grandes áreas. As amostras de imagens de resolução baixa foram usadas para caracterizar tipos de vegetação em diversos países, usando índice de vegetação num período de um ano para sedimentar os tipos de vegetação em termos de sua biomassa. O padrão da atividade da vegetação mostrada por essas imagens é claramente relacionado ao padrão espacial e à sequência temporal das chuvas. Usando procedimentos de classificação automática aplicados a conjuntos de dados multitemporais, foi possível separar a área em classes de cobertura e as áreas ocupadas por cada classe foram estimadas. O levantamento bruto e os resultados previamente publicados foram usados para separar valores a biomassa em classes; e fazer estimativas estatísticas do crescimento do estoque para as classes e biomassa para cada país. Usando uma sobre posição das fronteiras regionais, foram feitas estimativas para a fração do estoque de crescimento e o incremento média anual em cada região subnacional.

2) Combinar conjuntos de dados para melhorar a qualidade da obtenção de dados

A integração de diferentes conjuntos de dados auxilia grandemente o processo de obtenção de dados. Isso mostra os benefícios da incorporação de dados de mapas topográficos com dados de sensoriamento remoto melhora a captura e cobertura das informações. Especificamente, os limites das unidades de área foram integrados com dados de sensoriamento remoto, usando a aproximação de uma base conhecida. O sistema básico primeiro envolveu uma segmentação inicial em polígonos usando limites derivados de mapas topográficos. A segmentação foi então revista usando informação dos dados de sensoriamento remoto, juntos, incorporados como conhecimento externo, ou regras dentro de uma regra geral.

3) Estimativas o impacto visual no ambiente físico

Esta técnica mostra como o questionamento de certas questões pode ser atribuída de maneira informal ao contexto da percepção do impacto visual. Um benefício mais comum dessa técnica é direcionada para a visualização do terreno, onde dados de sensoriamento remoto são sobrepostos a modelos digitais do terreno. Esta técnica não somente permite a

aparição da perspectiva a ser enquadrada, mas também permite o impacto de várias mudanças simuladas.

4) Incorporação dos modelos físicos no quadro SIG

Esta técnica desenvolve, um procedimento baseado na integração dos modelos digitais o terreno com um modelo de erupções vulcânicas . A aplicação dessa técnica permite uma confecção de mapas de depósitos geológicos que podem ser gerados sobre modelos do terreno.

5) Uso de sistemas de amostras estratificadas como o propósito de previsão de eventos

Essa alternativa é o uso do esquema de caracterização do solo e em uma pequena amostra da área total. E envolve três fases principais:

- a) **Classificação do solo** - nesta classe são determinadas pela análise de atributos como clima, topografia, geologia e aspectos da ocupação humana que são para definir classes de solo. O procedimento permite a identificação de indicadores que podem ser usados para definir qualquer outra área amostral
- b) **Caracterização ecológica** - nesta Segunda fase, os dados de campo são adicionados à classificação inicial para melhorar sua caracterização. Os padrões de uso da terra através quilômetros quadrados são feitos dentro de normas de informação ecológica assim como comprimento das bordas dos maciços e composição florística;
- c) **Fase de previsão** - assim que o número de áreas amostrais do levantamento pertencente às diversas classes é conhecido, é possível estimar qualquer fator dado para todo um país, baseado nas condições existentes dentro de pequenas amostrais de área.

6) Conceituação e modelagem das aplicações

Nessa fase ocorre a:

a) Definição de áreas específicas de aplicação:

- Planejamento (florestal, social, etc);
- Redes de estrada;
- Inventário e manejo florestal ;
- Desenvolvimento de planos de evacuação;
- Gerenciamento de recursos naturais ;
- Monitoramento de habitats de vidas selvagens;
- Monitoramento de reservas naturais;

- Monitoramento de áreas de queimadas;
- Estudo de terras úmidas;
- Estudo de áreas agricultáveis;
- Estudo de impactos ambientais;
- Gerenciamento do meio ambiente (a qualidade de ar e água);
- Manutenção de propriedades;
- Gerenciamento de recursos minerais (exploração, potencial, etc);
- Monitoramento ambiental (diagnóstico, agentes, poluidores e empreendimentos).

b) Detalhamento das aplicações definidas:

Ocorre através de:

- **Planejamento:**
 - Avaliação da capacidade de uso conservação de ecossistemas;
 - Avaliação de impactos ambientais dos possíveis usos e atividades;
 - Planejamento ambiental;
 - Planejamento integrado das bacias hidrográficas;
 - Planejamento e gerenciamento urbano;
 - Planejamento regional e Cadastro rural.
- **Proteção, gerenciamento e controle:**
 - Desenvolvimento de modelos de recuperação e manejo de áreas degradadas;
 - Gerenciamento e controle de atividades em espaços naturais protegidos;
- **Reconhecimento, pesquisa e conscientização sobre aspectos ambientais:**
 - Priorização do diagnóstico, avaliação do meio físico;
 - Elaboração de critérios que mostrem a importância do uso nacional os recursos naturais, visando a elaboração de projetos de planejamento.
- **Gerenciamento de recursos, envolvendo as seguintes atividades:**
 - **Florestais:** inventário, reflorestamento, exploração, infra-estruturas(estradas), etc.
 - **Uso do solo:** manejo de uso o solo, zoneamento, avaliação de impactos;
 - **Habitat natural:** identificação e delimitação para cada espécie, avaliação de impactos.
- **Monitoramento dos recursos naturais renováveis:**

Já nessa etapa é necessário definir programas que compatibilizem todas as etapas anteriores, ou seja, que compatibilizem as propriedades em matéria de ambiente e o aproveitamento racional desses recursos. Os programas podem ser direcionados para:

2.12.8. Aplicações do banco de dados e funções que auxiliam na preservação do meio ambiente

Segundo Atencio(1994), nesta etapa identificam-se quatro aplicações primárias do sistema de informação sobre a biodiversidade. Ocorre também a avaliação da linha de base da biodiversidade e subsequentes saídas, identificação de falhas nas pesquisas sobre as reservas florestais, avaliação do impacto ambiental. As aplicações básicas que o SIG é utilizado para auxiliar na preservação do meio ambiente são:

- a) **Avaliação da biodiversidade** - O objetivo dessa aplicação é produzir um mapa da localização espacial dos componentes da biodiversidade mais e rara.
- b) **Análise de conservação de lacunas** - O objetivo dessa propriedade é criar uma estratégia para ser usada para preservação da diversidade biológica e fixar terras para reservas florestais.
- c) **Impactos dos desenvolvimentos propostos** - O objetivo dessa propriedade é criar um mapa contendo a localização de elementos críticos da diversidade potencialmente afetada, como espécies ameaçadas.
- d) **Pesquisa científica** - Um abrangente sistema de informação sobre a biodiversidade seria uma avaliação útil para pesquisadores científico, cujo tempo seria gasto analisando dados e testando teorias, mais do que localizando, verificando e reformatando dados.

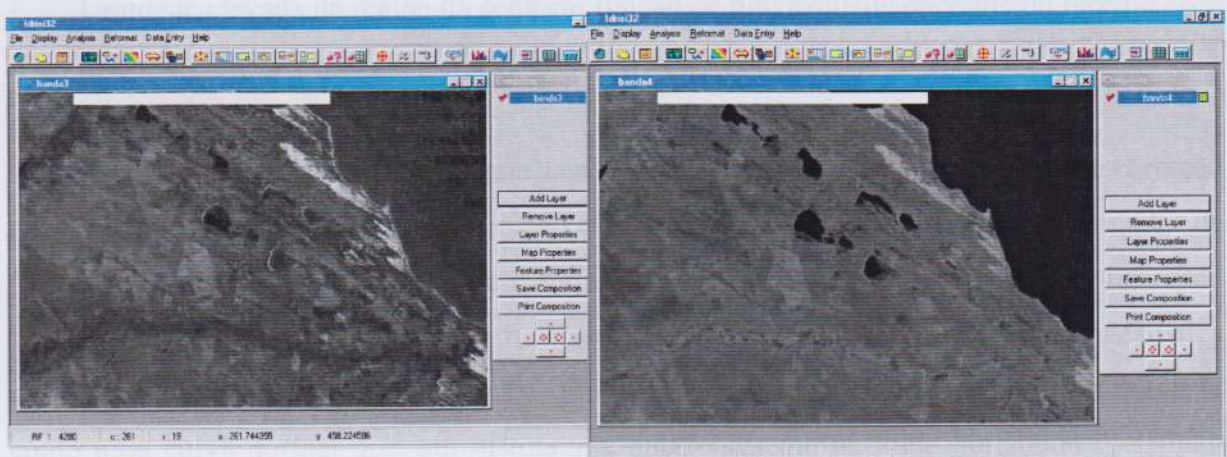
3. APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE GEOPROCESSAMENTO EM UMA ÁREA DE ESTUDO PARA PRODUÇÃO DE MAPAS TEMÁTICOS

INTRODUÇÃO

As necessidades crescentes de monitoramento e preservação do meio ambiente, dentro de conceitos multitemporais e evolutivos, com o emprego de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto é uma área de trabalho emergente. A criação de metodologias e o treinamento de pessoal são fatores determinantes para o desenvolvimento profícuo destes trabalhos. O trabalho que se segue foi desenvolvido com o apoio do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, através da liberação das imagens de satélites utilizada. A presente resenha busca contribuir com estes dois objetivos, através da consecução da metodologia proposta a seguir, utilizando o software "Idrisi for windows 32" (EASTMAN,1998):

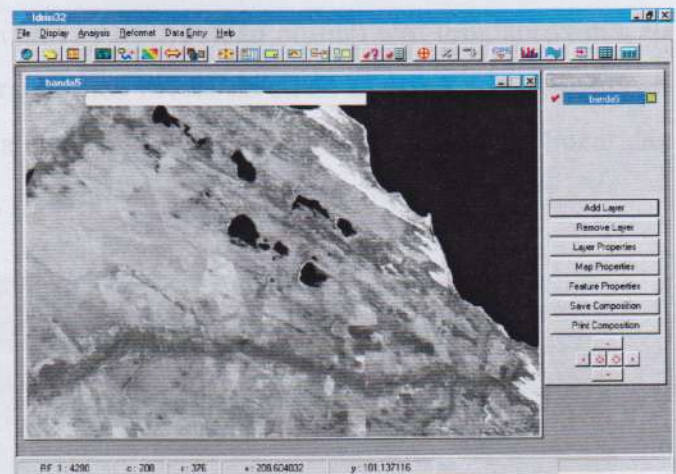
3.1. METODOLOGIA PARA ELABORAÇÃO DO MAPEAMENTO DA ÁREA

O processo inicia com a aquisição das imagens digitais do sensor LANDSAT 5 TM. Foram adquiridas as bandas 3, 4, 5 do referido sensor, correspondendo respectivamente aos comprimentos de onda do vermelho, infravermelho próximo e infravermelho médio, trabalhando-se assim com uma faixa significativa do espectro eletromagnético. Os arquivos foram copiados para o disco rígido do hardware utilizado e importados para o software IDRISI for WINDOWS 32.



Banda: 3

Banda: 4



Banda: 5

IMAGEM 6 - Imagens do sensor LandSat

Durante o processo de preparação das imagens para posterior análise visual foram realizadas correções radiométricas, composição colorida e classificação supervisionada.

3.2 Correção Radiométrica

As imagens orbitais obtidas pelos sensores podem, em um primeiro momento, ser muito escuras, dificultando até mesmo a identificação de um alvo na cena.

Vários fatores são responsáveis por este fenômeno, sendo os 3 principais:

- Baixa inclinação solar quando da aquisição da imagem
- Umidade elevada da região da cena em função de pluviosidade operante ou recente.
- Associação dos fatores anteriores.

Para a perfeita análise de uma cena com este problema foi necessário a correção radiométrica da imagem, essa correção foi obtida através da rotina denominada de "stretching". Uma imagem de satélite é formada por uma população de "pixels", onde cada "pixel" varia sua intensidade radiométrica entre 0 e 255 tons de cinza. A distribuição estatística de uma população qualquer em função de um atributo considerado, tende a se comportar como uma curva normal. Em um histograma que represente na linha horizontal o atributo radiométrico com 256 níveis, e na linha vertical a frequência de repetição do "pixel" tende a uma distribuição normal. Nas imagens escuras, a distribuição normal tem uma aproximação para valores tendentes a zero, se concentrando nos níveis de cinza mais baixos. A correção radiométrica das bandas individuais foi realizada através de ampliação de contraste linear das imagens, através da rotina "stretching", com saturação de pontos de 2,5 % .

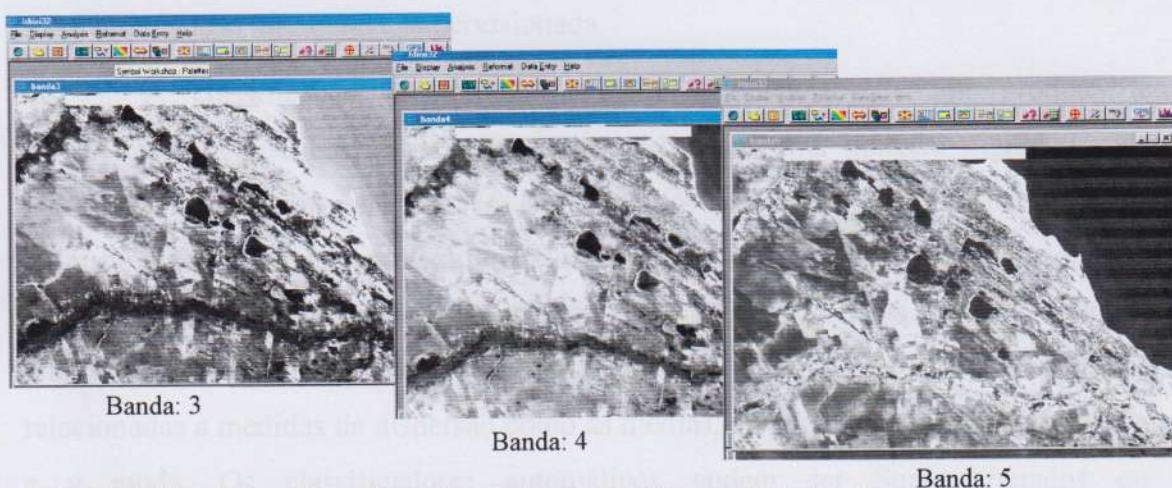


IMAGEM 7 - Correção radiométrica das bandas(imagens) 3, 4 e 5

3.3 Composições coloridas

Para obter imagens coloridas foi atribuída uma cor primária aditiva para cada banda espectral. Essa composição é denominada de falsa cor, porque atribui cores a comprimentos de onda distintos, incluindo faixas que não se encontram no espectro do visível como o infravermelho próximo. Associando à uma cor primária aditiva cada uma das 3 bandas escolhidas, segundo um critério técnico analítico obtido através da visualização do comportamento espectral dos alvos a serem trabalhados, são compostas as imagens coloridas.

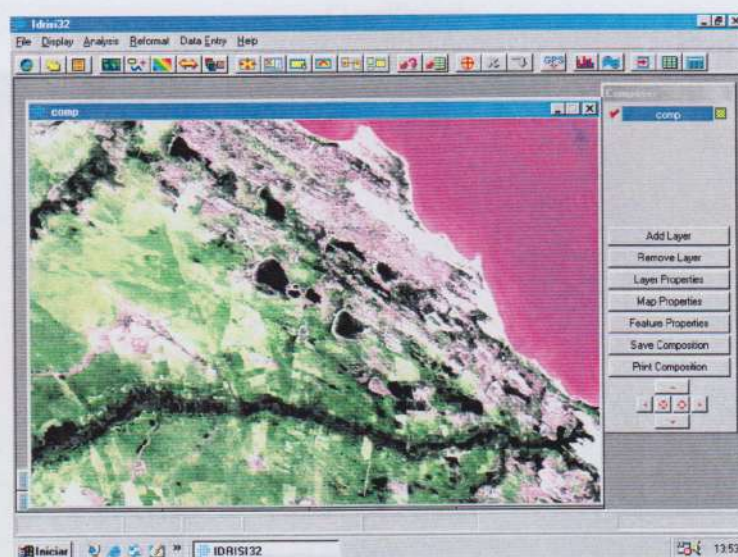


IMAGEM 8 - Composição colorida das bandas 3, 4 e 5

3.4 Classificação automática supervisionada

A classificação automática objetiva a obtenção de um produto temático evidenciando a distribuição de diferentes padrões em uma imagem digital. Cada padrão representa uma classe específica e tem atributos radiométricos diferentes. Normalmente correspondem a classes modais diferenciadas previamente em histogramas. As classificações automáticas são obtidas através do emprego de técnicas estatísticas aplicadas a uma ou mais bandas espectrais ou em composições coloridas. Os padrões estatísticos aplicados são relacionadas a medidas de dispersão como as médias, a variância, o desvio padrão, a mediana e a moda. Os classificadores automáticos podem ser Supervisionados ou Não-Supervisionados. Os primeiros são aplicados com controle de campo, enquanto que os não-supervisionados são aplicados apenas sobre as diferenciações de alvos percebidas nas imagens. A classificação Supervisionada mais conhecida é a que utiliza o método da maxverossimilhança. A classificação Não-Supervisionada mais conhecida utiliza o método da

clusterização, ou "aglomeramento". Esta classificação utilizada como medida de dispersão central a média, que eventualmente pode distorcer a realidade de uma população ou amostra. A classificação automática da região de estudo foi elaborada com base em 3 classes: vegetação arbustiva, campo, mata galeria e solo exposto. Foram obtidos os respectivos cálculos de superfície das classes citadas. O método utilizado para a classificação automática supervisionada foi o da "Distância Mínima" utilizando as bandas 3, 4 e 5, para execução da classificação e proporção de exclusão de pixels de 3%.

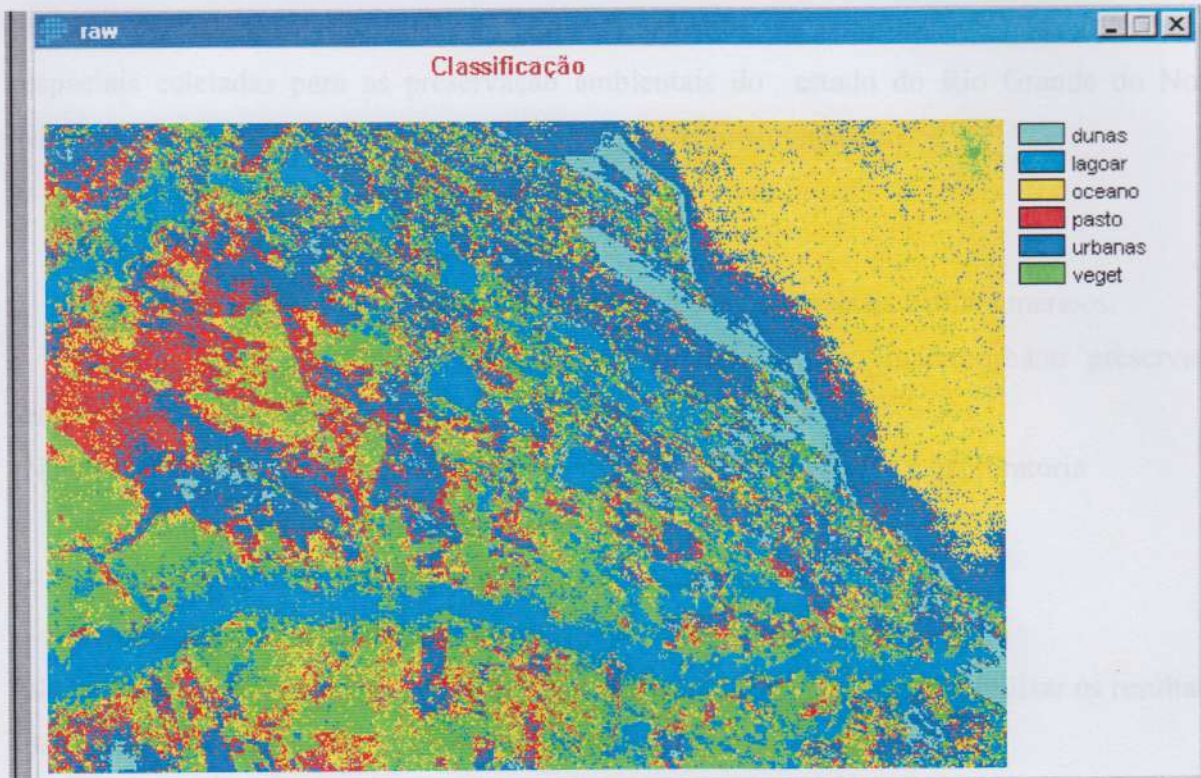


IMAGEM 9 - Classificação automática da composição colorida das bandas 3, 4 e 5

4. METODOLOGIA

Refere-se a uma pesquisa de natureza aplicada, tendo como características uma pesquisa descritiva e exploratória. É descritiva porque pesquisa, analisa e descreve o avanço tecnológico na área do Geoprocessamento em prol de vastas soluções, mas especificamente nesta pesquisa, no segmento de **o emprego do geoprocessamento para monitoramento e preservação do meio ambiente**. É exploratória, pois possibilita uma maior explicação e melhor entendimento na área de Geoprocessamento, se aprofundando nas informações espaciais coletadas para as preservação ambientais do estado do Rio Grande do Norte, visando descobertas de novas relações dentro do Geoprocessamento.

As fases de pesquisa são as seguintes:

1ª etapa – Entender a preparação da base de dados espaciais e alfanuméricos.

- Entender como os técnicos plotam, isto é, localizam no mapa urbano preservação ambientais(serras, dunas, mangues, e florestas);

Nessa 1ª etapa vai ser caracterizada por ser uma pesquisa descritiva e exploratória

2ª etapa – Análise dos dados espaciais

- Análise e estudo do material produzido na primeira fase;
- Apresentação dos resultados.

Nessa etapa é caracterizada por ser uma pesquisa aplicada pois objetiva utilizar os resultados dos estudos na solução de problema e compreensão maior do estudo .

5. ANÁLISE DE RESULTADOS

Ao final dos procedimentos anteriores, obtive imagens realçadas possibilitando fácil localização dos pontos de estudos da região tais como : lagoas, rios, dunas e vegetação. Os mapas temáticos produzidos servirão de fonte de informações para especialistas da área de meio ambiente possam propor ações de desenvolvimento sustentável.

6. CONCLUSÃO

Esta metodologia, utilização do geoprocessamento, mostra-se adequada para o monitoramento e consequentemente, à preservação do meio ambiente. O uso das classificações automáticas supervisionadas proporciona uma análise muito útil sob diversos fatores, possibilitando a produção de mapas temáticos e cálculo de área. Estes estudos executados em dimensão multi-temporal (utilização de várias bandas) podem vir a ser uma ferramenta decisiva no planejamento e monitoramento ambiental de áreas degradadas.

Estudos desta natureza, através imagens multiespectrais tem um relativo baixo custo, e podem ser realizados rotineiramente e se transformarem em ferramenta efetiva no planejamento e no monitoramento ambiental.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

CAMÂRA, G; MEDEIROS, J.S. **Geoprocessamento para projetos ambientais**. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/gis_ambiente/1introd.pdf> Acesso em: 10 maio 2003.

ARYJOHANSSON. **Conceitos básicos de geoprocessamentos**. Disponível em: <[www.aryjohansson.hpg.com.br/notas/gis\(\)1.htm](http://www.aryjohansson.hpg.com.br/notas/gis()1.htm)> Acesso em: 15 maio 2003.

VAZ, J. C. **Geoprocessamento**. Disponível em: <<http://bnds.gov.br/federativo/dicas/d094.htm>> Acesso em: 17 maio 2003.

SILVA, Ardemirio de Barros. **Sistema de informações geo-referenciadas: conceitos e fundamentais**. Campinas, SP: UNICAMP, 1999.

UERJ. **Sistema de informações geográficas**. Disponível em: <http://www.labgis.uerj.br/progestao/sig_text.htm> Acesso em: 10 maio 2003.

EASTMAN, J. R. **Manual do usuário Idrisi for Windows versão 32**. Porto Alegre: UFRGS, 1998.

PEREIRA, H. da Silva; JUÉRCIO T. de Mattos. **Indicação de zonas de proteção ambiental a partir da compartimentação fisiográfica de parte do litoral norte de pernambuco**. Disponível em: <<http://iris.sid.impe.br:1908/col/dpi.inpe.br/lise/2001/09.19.12.55/doc/0975.982.134.pdf>> Acesso em: 01. Out. 2003.

ATENCIO, E. P. **Sistema de informação geográfica: princípios e aplicações (geoprocessamento)**. São Paulo: Érica Ltda., 1994.

AJS. **Engenharia e informática**. Disponível em: <<http://www.ajs.com.br/scaneamento/index.html>> Acesso em: 15. Out. 2003.

PAREDES, A. Evaristo. **Métodos de aquisição de dados espaciais**. In: II Encontro fr Aerofotogrametria, Universidade Estadual de Maringá, 1992.

REFERÊNCIA CONSULTADA

ANDRADE, Rui Otávio Bernardes de; TACHIZAWA, Takeshy; CARVALHO, Ana Barreiros de. **Gestão ambiental**: enfoque estratégico aplicado ao desenvolvimento sustentável. 2º. ed. São Paulo: Markron Books, 2002.

BACKER, Paul de. **Gestão ambiental**: a administração verde. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

COSTA, N. M. C da. **O geoprocessamento nos estudos de impactos ambientais**: uma análise crítica. Disponível em:
<<http://www.uerj.br/~dgeo/geouerj1h/nadja.htm>> Acesso em: 8 mar. 2003.

GIS (Brasil). **Sistema de informação geográfico**. Disponível em:
<http://www.prudente.unesp.br/dcartog/arlete/hp_arlete/courseware/intgeo_ver.htm> Acesso em: 8 mar. 2003.

LOBO, M. L. C. **Urbanização**: desenvolvimento sustentado e sistema de informação. Disponível em: <<http://www.cieg.ufpr.br/producao/artigos/urban.htm>> Acesso em: 10 mar. 2003.

IBAMA. **Ibama on line**. Disponível em: < <http://www.ibama.gov.br/> > Acesso em: 28 set. 2003.

BERNA, V. **Jornal do meio ambiente**. Disponível em:
< <http://www.jornaldomeioambiente.com.br> > Acesso em: 28 set. 2003.

ESTADÃO. **Ciência e meio Ambiente**. Disponível em: <www.estadao.com.br/ciencia>
Acesso em: 28 set. 2003.

EMBRAPA. **Meio ambiente**. Disponível em: < <http://www.cnpma.embrapa.br/>> Acesso em: 12 set. 2003.

AJS. **Engenharia e informática ltda**. Disponível em: < <http://www.ajs.com.br/provec/> >
Acesso em: 29 set. 2003.

UFBA. **Articulando pesquisa e gestão participativa de estuários e manguezais**. Disponível em: < <http://www.mangrove2003.ufba.br/minicursos.htm> > Acesso em: 29 set. 2003.

VISÃO GEO. **Arcview**. Disponível em : < <http://www.visaogeo.com.br/arcview.htm> >
Acesso em: 29 set. 2003.

WEBER, E.J. **O uso do geoprocessamento no suporte a projetos de assentamentos rurais**:
uma proposta metodológica. Disponível em:
< <http://delmonio.ecologia.ufrgs.br/labgeo/artigos/parcela.pdf> >. Acesso: 17 out. 2003.