



ANDREW MASKREY
Editor

NAVEGANDO ENTRE BRUMAS

LA APLICACIÓN DE LOS **SISTEMAS DE INFORMACIÓN
GEOGRÁFICA** AL ANÁLISIS DE RIESGO EN AMÉRICA LATINA

LA RED

Red de Estudios Sociales en Prevención de
Desastres en América Latina

1998

El presente libro ofrece una sistematización de experiencias de aplicación de los SIG al análisis de riesgos en América Latina y un análisis de los problemas conceptuales y metodológicos que deberían enfrentarse en su diseño e implementación. No pretende ofrecer recetas, pero sí busca resaltar las cuestiones claves que deberían tomarse en cuenta en las aplicaciones SIG para el análisis de riesgos y las posibles estrategias de diseño e implementación que podrían explorarse. El uso de *inteligencia* en el diseño de modelos espaciales-temporales y desarrollo de aplicaciones a diferentes niveles de resolución como estrategias para reducir la complejidad y la incertidumbre; el uso de métodos participativos de generación de datos y de análisis de riesgos; la aplicación de métodos y técnicas para la gestión de errores y estrategias de implementación de los SIG a corto plazo, basadas en sistemas de bajo costo y ofreciendo funcionalidades muy específicas, son sólo algunas de las recomendaciones que se postulan aquí.

El objetivo central de su publicación, por parte de la Red de Estudios Sociales en América Latina: LA RED, es que los investigadores, diseñadores y usuarios comprometidos adopten una actitud crítica y analítica hacia el desarrollo de aplicaciones de SIG para el análisis de riesgos, mejorando la calidad de las mismas. La primera parte de este libro ofrece una sistematización y análisis comparativas sobre la aplicación de los SIG al análisis de riesgos en América Latina, en base a la literatura disponible. La segunda parte del libro ofrece una selección de estudios de casos presentados en un Taller sobre la Aplicación de SIG al Análisis de Riesgos, organizado por la Red de Estudios Sociales en América Latina: LA RED, en el marco de su V Reunión General llevada a cabo en Lima, Perú, en octubre de 1994.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 13: SIG E OS DESASTRES NATURAIS.	4
UMA EXPERIENCIA NA REGIÃO DE SUMÉ, ESTADO DA PARAÍBA, BRASIL	4
PROF. DR. MARX PRESTES BARBOSA.....	4
PROFA. MARIA JOSÉ DOS SANTOS.....	4
1. INTRODUÇÃO.....	4
2. DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO.....	5
3. MODELOS CONCEITUAIS.....	9
4. DISPONIBILIDADE DOS DADOS.....	11
5. ENTRADA E INTEGRAÇÃO DOS DADOS.....	13
6. OPERAÇÕES ESPACIAIS.....	14
7. INTEGRAÇÃO INSTITUCIONAL DA INFORMAÇÃO.....	15
8. SISTEMA A SER UTILIZADO.....	17

CAPÍTULO 13: SIG E OS DESASTRES NATURAIS. UMA EXPERIENCIA NA REGIÃO DE SUMÉ, ESTADO DA PARAÍBA, BRASIL

Prof. Dr. Marx Prestes Barbosa¹

Profa. Maria José Dos Santos¹

1. INTRODUÇÃO

O nordeste brasileiro tem uma área de 1.552.619,2 km² (18,28% do território do país) e está dividido praticamente em 3 grandes zonas: Litorânea, Agreste e Sertão. As duas últimas formam a chamada zona semi-árida, ou o denominado "Polígono das Secas" abrangendo 70% do Nordeste (1.086.833,44 km² - 13% do Brasil) com 63% da população nordestina (24 milhões de pessoas - 18% da população brasileira).

Em termos climáticos o Nordeste pode ser considerado como uma região complexa, não pela variação das temperaturas, mas sim pela variação pluviométrica. As temperaturas médias variam entre 23° e 27° C, com temperaturas mínimas no inverno de 5° e 10° C e máximas no verão entre 30° e 40° C. A precipitação média está em torno de 500 a 600 mm/a, observando-se zonas, como a litorânea e o oeste do Estado do Maranhão, onde a precipitação está acima dos 1000 mm/a. Nas regiões interioranas do "Polígono das Secas" as precipitações variam de 200-250 mm/a a 800-900 mm/a (nas terras altas) em um período de no máximo 3 a 4 meses, sendo que nestas regiões o período de estiagem tem duração de 8 a 9 meses, em tempos normais.

Assim, levando-se em consideração as condições climáticas, o interior nordestino é classificado como uma área de alto risco, onde há necessidade de se desenvolver uma política de prevenção e mitigação dos impactos da seca sobre a sua população carente.

Pelos dados da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE - 1986), é no Nordeste que temos a população mais pobre e carente no Brasil. Por exemplo, o Nordeste tem:

I Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências e Tecnologia
Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto da Paraíba
Av. Aprígio Veloso, 882 - Bairro Universitário
58.109-970 - Campina Grande - PB – BRASIL
Tel.: (083)333-2355 FAX: (083)333-2035 C.E.: MARX@LMRS.BR

- 51% dos analfabetos brasileiros com mais de 10 anos;
- 50% das habitações subnormais do Brasil;
- 2/3 da população tem déficit calórico abaixo de 200 calorias;
- 50% dos trabalhadores brasileiros com rendimento igual ou inferior a um salário mínimo (US\$77,77);
- 50% dos trabalhadores brasileiros com rendimento igual ou inferior a 1/2 salário mínimo;
- a esperança média de vida inferior a 10 anos à média nacional.

Dessa maneira podemos compreender a vulnerabilidade desta grande população frente aos problemas da seca, que embora seja um fenómeno natural, aqui ela se converte em um verdadeiro desastre.

O Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto do Estado da Paraíba (LMRS-PB - ligado ao Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal da Paraíba - Centro de Ciências e Tecnologia - Campina Grande - PB) desde o ano de 1992 vem trabalhando junco à Unidade de Calamidades - UNCAL e desenvolvendo trabalhos próprios no Nordeste Brasileiro, principalmente na região semi-árida, através do desenvolvimento de pesquisas e trabalhos da Pós-Graduação a nível de mestrado, na tentativa de encontrar soluções que possam minimizar o sofrimento do homem do campo durante os longos períodos de estiagem. Assim, o presente trabalho apresenta um exemplo de como estes estudos têm sido realizados, sendo-se como base os dados do Sensoriamento Remoto e do SIG. Na descrição segue-se o modelo que nos foi enviado pela RED.

2. DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO

2*1. Propósitos da Aplicação

Tendo em vista que estamos atuando somente há 2 anos no campo dos Riscos e Desastres, o objetivo inicial dos trabalhos de aplicação do SIG está sendo voltado para a criação de um banco de dados. Nesta primeira etapa estão sendo coletados e armazenados dados, que em um futuro próximo poderão compor um conjunto de informações sobre o clima, a geologia, a pedologia, a vegetação natural, os corpos d'água superficiais, o uso da terra, a questão social, etc.

De posse deste material espera-se poder juntamente com a população e suas organizações (cooperativas agrícolas, agremiações diversas, clube de mães, etc.) e com as entidades governamentais em diferentes níveis, definir planos e metas que permitam à população carente urbana e rural a se adaptar melhor às condições de vida da seca.

2.2. Localização e Extensão da Região

A região de Sumé engloba a bacia hidrográfica do Alto Rio Sucurú, que é uma parcela significativa da bacia hidrográfica do Rio Paraíba. Esta região tem aproximadamente

981,2 km² englobando a Microrregião Homogênea dos Cariris Velhos. Seus limites são os paralelos 07°28' e 07°50' de latitude sul, os meridianos 037°13' e 036°49' de longitude oeste e a divisa dos Estados de Pernambuco e Paraíba a oeste e a norte. Suas principais características são:

- **Clima**

O clima predominante é o tropical quente, de seca acentuada, com o período seco variando de 8 a 9 meses, podendo atingir até 11 meses. A precipitação média anual pode chegar a 500 mm/a e a temperatura média anual é de 24°C. A evapotranspiração potencial média está em torno de 1.200 mm/a, sendo que a deficiência hídrica é de 700 - 750 mm/a.

- **Vegetação**

A vegetação natural predominante é a caatinga (savana) hiperxerófila, de porte arbóreo baixo ou arbóreo arbustivo, e é aproveitada na pecuária extensiva, produção de lenha e carvão, etc.

- **Solos**

Os solos na maior parte das ocorrências apresentam boa fertilidade, porém são poucos profundos.

- **Geologia**

A Geologia está representada basicamente por rochas cristalinas do Pré-Cambriano Indiviso, compostas por granitóides, gnaisses e migmatitos. As aluviões estão restritas aos principais cursos d'água da região.

- **Aspectos Económicos**

A economia é essencialmente agrícola, com plantio de milho, feijão, tomate, algodão e sisal. O feijão e o milho sempre são plantados em consórcio entre eles e com forrageiras (palma, capim, etc.)

A pecuária é basicamente extensiva, destacando-se o rebanho caprino, seguido do bovino e em terceiro lugar o ovino e o suíno.

O desenvolvimento de atividades para suporte à pecuária, tais como o reflorestamento com forrageiras, construção de barragens e perfuração de poços para água, tem sido baixo na região.

O segmento industrial praticamente não existe, destacando-se apenas algumas agroindústrias para o beneficiamento do tomate, goiaba e banana, que praticamente encontram-se paradas, devido à paralização das atividades do perímetro irrigado. O açude de Sumé está praticamente seco há 6 anos, o que tem comprometido a produção agrícola da região, que tem como suporte o Perímetro Irrigado de Sumé.

- Infraestrutura Física

A região é servida por uma malha rodoviária composta por estradas federais, estaduais e municipais que a interligam com os principais centros do País. Na região estão localizados ainda 3 sedes municipais (as cidades de Sumé, Prata e Ouro Velho) e os distritos de Amparo de Pio X.

- Estrutura Fundiária

Na região ocorre uma elevada concentração das terras. 94% dos imóveis rurais têm o tamanho médio de 12,71 hectares, ocupando apenas 42% da área cultivada. As outras 58% das áreas agricultáveis estão concentradas nas mãos de 6% dos proprietários rurais.

2.3. As Ameaças

Na região do experimento consideramos a seca como a principal ameaça. Sua principal causa é a distribuição das chuvas, e o baixo índice pluviométrico. As chuvas geralmente se concentram em um período de no máximo 4 meses. Além disso, são observadas grandes variações nas precipitações anuais e nem todos os anos conseguem alcançar a média anual verificada para a região. Todo este fenômeno climático da região, tem um relacionamento direto com o EL NIÑO.

Por outro lado, um problema sério para a região é o mal planejamento do manejo dos recursos hídricos, que vem permitindo a construção indiscriminada de açudes, provocando, assim, a chamada "seca hidrológica".

2.4. As Vulnerabilidades

A questão da vulnerabilidade pode ser vista de várias maneiras. Por exemplo Cardona (1992) trata a vulnerabilidade como um fator de risco interno de um sujeito ou de um sistema exposto a uma ameaça, correspondendo a sua predisposição intrínseca a ser afetado ou a ser suscetível de sofrer uma perda. É o grau estimado de dano ou de perda de um elemento, ou grupo de elementos expostos como resultado da ocorrência de um fenômeno de uma magnitude ou intensidade tal, expressa usualmente em uma escala que varia desde zero, ou sem dano, a um, ou perda total.

Para Wilcher-Chaux (1989) a vulnerabilidade pode ser definida "como a incapacidade de uma comunidade de absorver, mediante o autoajuste, os efeitos de uma determinada mudança no seu meio ambiente", ou seja, a sua "inflexibilidade", ou "incapacidade" para adaptar-se a esta mudança, que pelas razões expostas, constitui risco para a comunidade. Ainda segundo este autor, a vulnerabilidade determina a intensidade dos danos que produz a ocorrência efetiva do risco sobre a comunidade.

Assim, dentro da ótica destes dois autores, podemos definir para a região de Sumé, as seguintes vulnerabilidades:

- Vulnerabilidade Física

A existência de um contingente populacional significativo na região, devido à produtividade que a terra oferece durante o período chuvoso.

- Vulnerabilidade Económica

94% da população rural é de pequenos produtores, ou sem terras, pobres e sem diversificação de sua base económica.

- Vulnerabilidade Social

Não existe uma estrutura de organização social que possa minimizar as vulnerabilidades da população.

- Vulnerabilidade Política

Por questões principalmente económicas, as decisões políticas são centralizadas pelos governos federais e estaduais. O poder político local, face as pressões económicas, praticamente não existe.

- Vulnerabilidade Técnica

Não existe uma política para a instalação de uma infraestrutura básica, principalmente para o manejo dos recursos hídricos da região.

- Vulnerabilidade Ideológica/Religiosa

Na região observa-se uma passividade da população frente aos problemas da seca e da pobreza a que está submetida. O Homem acredita que a fatalidade é uma vontade divina.

- Vulnerabilidade Cultural

A despeito da região ter os serviços de rádio e televisão (as antenas parabólicas estão sendo muito difundidas, principalmente através dos consórcios) não há uma preocupação da mídia de mostrar à população a verdade. A mídia sempre procura o proveito político e o sensacionalismo.

- Vulnerabilidade Educacional

Esta é a mais terrível, pois tira o direito do homem de receber a educação básica, para que possa se desenvolver e compreender melhor o meio ambiente em que vive. O número de analfabetos, ou daqueles que só cursaram a primeira ou segunda série é muito grande.

- Vulnerabilidade Ecológica

Ela está diretamente relacionada com a educação. Para atender as suas necessidades básicas, sem ter uma base educacional e cultural forte, a população local destroe o meio ambiente, principalmente pelo desmatamento predatório, causando erosão dos solos, e conseqüentemente, assoreamento dos rios e açudes. Os desmatamentos indiscriminados são o principal fator da desertificação.

- Vulnerabilidade Institucional

A vulnerabilidade institucional está diretamente relacionada à questão política. As instituições locais, a nível municipal, não têm poder político para tomadas de posição e decisão. Elas estão sempre dependendo do poder político central, seja ele estadual ou federal.

3. MODELOS CONCEITUAIS

3.1. O Modelo Conceitual de Risco

A partir da fórmula clássica $Risco = Ameaça \times Vulnerabilidade$, temos procurado definir os "graus" das vulnerabilidades para a região, levando-se em consideração que as vulnerabilidades são globais. Com base no modelo apresentado por diversos autores, entre eles Markrey (1989) e Cannon (1991), temos tido o cuidado de analisar os processos político-sócio-econômicos que ocorrem, e que deixam a população pobre mais vulnerável aos riscos do desastre seca.

3.2. Os Elementos que são Incorporados ao Modelo

Em um primeiro momento é identificada como principal ameaça na região, a seca.

Como um fenômeno físico, natural, a seca tem como principais indicadores a precipitação anual e a evapotranspiração. Além desses, é importante que se faça o estudo de outros indicadores, como solos, vegetação, geologia, recursos hídricos subterrâneos e de superfície, uso da terra, etc..

Estes indicadores tem uma relação direta com as vulnerabilidades. Por exemplo, a vulnerabilidade econômica depende do baixo retomo da produção agrícola, que por sua vez depende do tipo de solo, da disponibilidade e da qualidade da água, etc.. Como consequência podemos ter a operação dos mercados de terras e imóveis, desfavorável aos pequenos e médios produtores. Consideramos aqui, que para a região a vulnerabilidade política-social é uma decorrente direta da econômica, pois a pobreza é uma barreira na criação de mecanismos de proteção social das comunidades, fato que interessa ao poder político.

Estas duas vulnerabilidades são agravadas pela vulnerabilidade cultural-educacional, pois com a falta de escolas adequadas, que prepare a população em todos os níveis, fica difícil desenvolver programas que adequadamente instruam os indivíduos das

comunidades sobre o meio ambiente em que vivem (tendo em vista sua preservação), e sobre o comportamento comunitário e/ou individual que se deve ter frente a seca. Embora ainda não se tenha avaliado de maneira concreta os indicadores, nos parece, que para a região, são os recursos hídricos (disponibilidade hídrica) e os solos (tipo e aptidão) os indicadores de maior peso para o modelo conceitual.

3.3. As Entidades Espaciais Utilizadas

A seca, considerada como um desastre natural, é estudada por tipos e níveis de diferentes de detalhes, com relação as informações dos riscos naturais. Dessa maneira podemos ter 3 níveis de dados:

mapas dos recursos naturais (clima, geologia, solos, hidrologia, fotografias, imagens, etc.)

mapas de riscos (falhas, desertificação, desmatamentos, etc.)

- mapas referenciais de riscos e vulnerabilidades (mapas de infraestrutura; drenagem e irrigação; demográfico; uso da terra; vegetação; etc..)

Estes 3 níveis representam os principais elementos do modelo conceitual, que podem ser inseridos no SGI /SITIM (ver item 8.1) pelas seguintes opções:

entrada de áreas (mapas temáticos) - via mesa digitalizadora ou monitor de imagens (pontos, linhas, redes, superfícies, etc.);

entrada do modelo numérico do terreno - via mesa digitalizadora. Mapas que representam superfícies no espaço tri-dimensional;

entrada de imagens - transferência de imagens de satélite para o SGI;

entrada de texto - inserção de informações textuais no PI (plano de informação) ativo;

entrada de símbolos (pontos);

criação de biblioteca de símbolos.

3.4. Dados Referenciais

Os principais dados referenciais para os mapas temáticos são: rede de drenagem; rede viária; cidades e vilas; limites administrativos (estaduais, municipais, etc.); etc..

3.5. Georreferências

A georreferência basicamente está estabelecida por:

- latitudes e longitudes;

- unidades administrativas

A Tabela 3.1 exemplifica alguns dos elementos do modelo conceitual utilizado.

TABELA 3.1
ELEMENTOS DO MODELO CONCEITUAL

Categoria	Exemplos	Entidade Manipulável	Representação
Dados Poligonais (Polig)	Uso Do Solo, Culturas, Lotes, Etc.	Área	Vetorial, Varredura
Modelos Do Terreno (Mnt)	Altimetria, Geofísica, Geoquímica, Etc.	Elemento Do Terreno	Amostras, Grade, Raster, Vetorial.
Rede (Redes)	Rodovias, Canais De Drenagem, Etc.	Elementos Da Rede	Vetorial, Varredura
Hidrografia (Hidro)	Rios, Lagos, Açudes, Regiões Inundáveis, Etc	Corpos De Água	Vetorial, Varredura
Imagens Multiespectais (Imag)	Imagens Aéreas, Orbitais, Etc.	Banda	Varredura
Pontos (Ptos)	Poços, Igrejas, Aeroportos, Etc.	Entidade Isolada	Vetorial

Fonte: Erthal et al. (1988) com modificações.

4. DISPONIBILIDADE DOS DADOS

4.1. Fonte dos Dados

As principais fontes de dados são os órgãos governamentais a nível municipal, estadual e federal. O acesso aos dados é relativamente fácil, e na maioria das vezes trabalha-se com a troca de informações. Além disso o LMRS-PB está ligado a Rede Nacional de Sensoriamento Remoto do IBAMA (Instituto Brasileiro para o Meio Ambiente), como membro da REDE responsável pela formação de recursos humanos. Também temos acesso a praticamente todas as bibliotecas do País ou via computador ou via COMUT.

4.2. Dados Secundários

Como dados secundários temos os dados bibliográficos e mapas existentes, mapas digitais, dados estatísticos, dados de poços, fotografias aéreas, imagens, orbitais, etc.

4.3. Qualidade dos Dados Secundários

A confiabilidade dos dados secundários é relativa. Ela vai depender do nível da coleta de dados. Geralmente os dados secundários, quando possível, são checados, antes de serem usados e aceitos como verdadeiros.

4.4. Escala dos Dados Secundários

As escalas dos dados secundários são diversas, variando desde 1:1.000.000 até as escalas grande de detalhe, sendo que a maioria está entre 1:500.000 e 1:100.000.

4.5. Temporalidade

Em termos temporais, até o presente momento não foi possível ainda definir uma periodicidade para todos os dados. Somente os dados pluviométricos, de umidade do solo e do volume dos açudes estão sistematizados (dados diários, semanais, mensais e anuais, etc.). Também temos uma boa periodicidade para as imagens METEOSAT (em tempo real), e para as imagens TM/LANDSAT-5 e SPOT, porém o custo elevado destas últimas imagens é um fator limitante no seu uso temporal.

4.6. Projeção

O sistema SGI/SITIM, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), e utilizado no LMRS-PB, fornece 14 opções de projeção, incluindo a UTM (Universal Transversa de Mercator) para escalas igual ou maiores que 1:250.000 e a Cônica de Lambert para as pequenas escalas. O SGI/SITIM oferece ainda uma escolha de projeção local denominada de nenhuma, para mapas em projeções ainda não fornecidas ao sistema ou para dados que não tenham compromisso com as projeções prestabelecidas. Para os trabalhos atuais, que estão sendo desenvolvidos no LMRS-PB foi definida a escala de 1:100.000, utilizando-se o sistema UTM, compatível com as imagens orbitais. Quanto aos dados secundários utilizados, estes, geralmente, especificam claramente o sistema de projeção que foi utilizado na sua confecção.

4.7. Produção de Dados Primários

- Dados Pluviométricos: são coletados diariamente nas diversas plataformas de coletas de dados (estações), algumas com transmissão automática para os computadores do LMRS-PB, que por sua vez estão ligados em rede com outros núcleos e instituições do País. No final do mês cada estação envia, via correio, para o LMRS-PB um relatório mensal sobre a precipitação ocorrida no período;
- Dados dos Açudes: em cooperação com órgãos federais e estaduais os dados dos açudes, principalmente sobre o volume armazenado, são coletados diariamente, in loco, porém transmitido ao LMRS-PB quinzenalmente.
- Dados da Fotointerpretação: são apresentados em formas de mapas, fotos, slides, tabelas, etc.;

- Dados de Campo: nesta categoria incluem-se desde os dados de avaliação da fotointerpretação até os dados dos levantamentos sócio-econômicos. Estes dados são apresentados em forma de mapas, fotos, tabelas, etc..

4.8. Volume e Custo dos Dados Secundários

Em relação ao volume dos dados secundários, há uma preocupação na avaliação e seleção dos dados que serão incorporados ao sistema, de tal modo que não se sature a memória do sistema e que o pesquisador não se perca na análise dos dados devido ao volume armazenado. Em termos de volume de dados atualmente armazenados, temos 110 arquivos, com um total de 6.215.881 bytes. Em termos de custo, a média está entre US\$9,00 a US\$12,00 a hora de digitalização para armazenamento dos dados secundários. Quanto ao custo de aquisição destes dados, fica difícil de ser definido, pois a maioria dos dados são adquiridos sem ônus.

5. ENTRADA E INTEGRAÇÃO DOS DADOS

5.1. Entrada de Dados

- Digitalização em mesa (manual): é o processo mais utilizado embora custoso e demorado;
- Digitalização ótica ("scanning"): sua principal limitação é o custo. Não a estamos ainda utilizando, porém estamos em fase de aquisição de um "scanner" E;
- Caderneta de Campo: são dados coletados no campo e anotados em cadernetas convencionais ou computadorizada, incluindo-se aqui o GPS (Global Positioning System). Atualmente estão sendo adquiridos, através do projeto Manitoba, 2 "note books", o que facilitará a coleta de informações no campo;
- Leitura de Dados Digitais: entrada de fotografias diversas e imagens orbitais, como também a importação de dados disponíveis em outros sistemas, como por exemplo o AutoCAD.

5.2. Armazenamento dos Dados

A versão do SGI utilizada no LMRS-PB prevê a compatibilidade com o banco de dados dBASE IV (Hursch e Hursch, 1988) e, em sua concepção foi utilizado um modelo de dados chamado modelo geo-relacional. A sua principal estrutura é:

Projeto *É* Plano de Informação *É* Objeto

Um projeto pode ter vários Planos de Informação (PI), onde cada PI pertence a uma categoria (ver tabela 3.1). Cada PI é composto de um conjunto de objetos, onde cada objeto tem identificação única. O sistema permite que os dados de um determinado PI

sejam atualizados sem que os mesmos percam sua integridade. Até o momento, no sistema SGI/SITIM não se utilizou nenhum sistema de "tiling".

5.3. Escala de Generalização dos Dados

As escalas utilizadas podem ser:

- escala nenhuma: dados onde a escala não tem influência direta;
- escala de 1:100.000: quando há necessidade de precisão geográfica.

Assim, observando-se estes critérios de escala, não há riscos para os usuários, no manuseio dos produtos oferecidos pelo SGI. Além disso o sistema pode fornecer dados (mapas) na escala que o usuário desejar.

6. OPERAÇÕES ESPACIAIS

6. 1. Tipos de Operações Espaciais

Para produzir as informações dos objetivos desta aplicação estão sendo utilizados operadores, tais como:

- área: cálculo de área para todas as classes de um PI;
- sobreposição: operações lógicas entre dois (ou mais) PI;
- volume: cálculos volumétricos;
- distâncias: geração de um mapa de distâncias a um conjunto de classes. Etc.

6.2. O Modelo de Dados a Ser Desenvolvido

Como já foi descrito acima, e de acordo com Erthal et al (1988), um projeto contém planos de informação (PI), que é um conjunto de elementos de mesmas características (lotes, fazendas, rede viária, rios, etc.), que podem estar associados a dados não gráficos. A altimetria, o uso do solo, a hidrografia e a rede elétrica são exemplos de Pis. Esta noção permite que todas as informações de um mesmo levantamento, independentemente do formato, sejam vistas externamente de uma maneira unificada.

Segundo os autores acima citados, um PI correspondente à altimetria pode conter, entre outros, as representações: vetorial (isolinhas), amostras 3D (amostras esparsas) grade regular (resultado de interpolação) e raster (arquivo no formato de varredura - imagens).

O SGI/SITIM utilizado no LMRS-PB é capaz de tratar os dados nos formatos vetorial, varredura ("raster"), amostras 3D e grade regular. Os dados não espaciais (o nome, o tamanho, a quantidade de gado, o número de habitantes, o índice sócio econômico, etc.) são armazenados em tabelas do gerenciador de bancos de dados dBASE IV.

6.3. A Estrutura de Dados a Ser Desenvolvida

No item 5.2 já se falou a respeito da estrutura que é utilizada no SGI/SITIM. O referido sistema supõe que um usuário terá as seguintes características:

- usuário organiza seu trabalho em projetos de forma que cada projeto tenha seu PI;
- Cada PI refere-se a uma mesma grandeza;
- Cada PI pertença a uma categoria:
- Polígonos - compostos de polígonos que delimitam regiões, onde cada região corresponde a uma classe (tema) determinada;
- MNT - distribuição espacial de uma grandeza física (topografia);
- Imagens Espectrais - obtidas por satélites ou por digitalização de fotos.
- O tratamento de imagens é feito pelo SITIM;
- As entidades manipuláveis pelo banco de dados são denominadas objetos geográficos, que correspondem a entidades geográficas distintas. Cada objeto possui: uma representação gráfica - que indica sua localização, e um conjunto de atributos (que o descrevem). Objetos de um mesmo PI podem ser agrupados em uma classe. No caso de dados no formato vetorial, cada polígono corresponde a um objeto. A hierarquia interna prevista é a seguinte:

Projetos

Plano de Informação (de uma categoria)

Objetos

7 . INTEGRAÇÃO INSTITUCIONAL DA INFORMAÇÃO

7.1. Locação institucional da Informação

A informação produzida pode ser encontrada no Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto (LMRS-PB), da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), na cidade de Campina Grande. Este Laboratório é um convênio entre o Governo do Estado da Paraíba, o Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (MCT/CNPq) e a UFPB. O Laboratório tem o compromisso com a UNCAL de atender todas as suas necessidades em termos de SIG e Sensoriamento Remoto.

Os usuários das informações são as entidades e órgãos governamentais (federais, estaduais e municipais), Universidades, Centro de Pesquisas, Entidades não Governamentais (Cooperativas e Sindicatos Rurais, etc.), e a população em geral.

Os dados podem ser fornecidos diretamente aos usuários, no próprio Laboratório, ou por via direta através do telefone, do FAX e/ou do Correio Eletrônico, ou através da publicação de boletins.

7.2. Sistema de Atualização da Informação

Os dados meteorológicos e climáticos têm uma atualização dinâmica através das Plataformas de Coletad de Dados (PCDs). Os outros dados são atualiza-dos através da coleta diretamente no Campo. Para isso, temos uma ligação dire-ta com a Pós-Graduação da UFPB, que através do desenvolvimentos de Teses de Mestrados e trabalhos de pesquisas, permite uma atualização dos dados a um nível satisfatório. A responsabilidade da atualização dos dados está a cargo do corpo técnico do LMRS-PB, composto por Engenheiros Civis, Cartógrafos, Engenheiros Agrícolas, Meteorologistas, Hidrólogos, Geólogos, Agrónomos, técnicos da área de informática e computação, etc..

A integridade das informações é uma das nossas preocupações, para que as mesmas não sejam manipuladas e apresentadas à sociedade de maneira errônea. Para isso, temos tido o cuidado de, sempre que possível, apresentá-las e publicá-las em simpósios, congressos, seminários, boletins técnicos especializados, etc..

7.3. Sistema de Produção de Informação

O formato final das informações pode ser em forma de mapas (mapas de solos; mapas geológicos; mapas de fraturas; etc.), em forma de gráficos (precipitação mensal; temperatura mensal; volume dos açudes, etc.) etc. O tipo de informação e o formato final será ditado pelo usuário, de acordo com suas necessidades.

7.4. Utilização da Informação

Em se tratando de seca, as informações até o momento produzidas pelo sistema visam, entre outras coisas, o seguinte:

— definição da melhor época de plantio, em relação a umidade do solo e a época de maior precipitação;

definição de áreas prioritárias para a pesquisa de água subterrânea;

identificação de solos de maior potencial para a agricultura; etc.;

definição de outras atividades económicas para a população carente, paralela às atividades agro-pastoril.

Os dados, geralmente, são passados às Secretarias Estaduais ou Municipais Especializadas, que juntamente com a comunidade local deve tomar as decisões sobre os riscos e as prevenções dos desastres. Quanto ao risco do uso das informações de uma maneira indiscriminada, procura-se minimizá-lo através da orientação do usuário e da seleção do material que é repassado a ele.

8. SISTEMA A SER UTILIZADO

8.1. Estação

A Configuração básica do SGI/SITIM é a seguinte:

- microcomputador: compatível com a linha PC, preferencialmente 386 ou 486. com memória principal mínima de 1 Mbyte (recomenda-se mais de 2 Mbytes), disco rígido de pelo menos 40 Mbytes, disco flexível de 5"1/2 ou 3"1/2, terminal de vídeo alfanumérico e teclado alfanumérico padrão. O Microcomputador deve ter ainda, pelo menos uma porta de comunicação serial RS-232, para conexão de mesa digitalizadora e traçador gráfico ("plotter") e uma porta de comunicação paralela, para conexão de impressora;
- placa gráfica: unidade visualizadora de imagens e gráficos baseada no padrão de comunicação gráfica TIGA (Texas Instruments Graphics Architecture) com um plano de 1024 x 768, com 256 níveis de cinza e 8 ou 12 bites por pixel. O SGI/SITIM aceita as placas gráficas UVI-340 (ENGESPAÇO). D-340 (DEDALUS). 9-GX (Number Nine) e AT-1100 (VOLANTE).
- monitor gráfico: de alta resolução para ser conectado à placa gráfica. O SGI aceita monitores NEC #D "multisync", VideoTek AutoSync e VideoTek SVGA;
- mesa digitalizadora: o SGI possui "drivers" para as plotadoras Dígicon, SMAR. HP (linguagem HPGL e HPGL2), Calcomp (pena) e Versatec (elecrostática);
- impressora de transferência termal: Tektronics (padrão PostScript); e
- impressora tipo "InkJet": Tektronics.

O suporte técnico, a nível regional, é dado pela própria UFPB (através dos seus diversos secres e departamentos, e dos convênios internacionais, como o convénio com a Universidade de Manitoba, Canadá), e a nível nacional, pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e pela Engenharia Espacial (ENGESPAÇO).

8.2. O Pacote de Software

O Software básico que se utiliza é o SGI/SITIM, desenvolvido pelo INPE, que consegue trabalhar com dados gerados em outros SIGs ou CADs ("Computer Aided Design"). Além disso, o SGI permite a importação de arquivo ARC/INFO (interface com dados do sistema ARC/INFO, modo UNG ("ungenerated"); importação de arquivo MAXICAD (interface com dados do sistema MAXICAD, modo SEQ (arquivo sequencial) e

importação de arquivo AUTOCAD (interface com dados do sistema AUTOCAD, modo DXF ("Drawing Interchange File").

Além do SGI/SITIM, o LMRS-PB tem ainda disponível o Sistema de Processamento de Informações Geo-referenciadas (SPRING) também desenvolvido pelo INPE e o sistema IDRISI (versão 4.0 - IDRISI Project, Clark University, USA), recebido através do Projeto Manitoba (Convênio UFPB/CIDA/UMANITOBA. Como apoio aos SIG do LMRS-PB, são utilizados os "software" AutoCad (versão 10, da Autodesk Inc., 1988) e o Quatro Pró for Windows (Versão 5.0 - Borland Internacional, 1993).

Este pacote de "software" foi adotado devido, primeiro a facilidade de consegui-los através dos convênios que a UFPB mantém, e segundo pela versatilidade dos mesmos, principalmente do SGI/SITIM. Isto facilitou em muito em termos de custo, um custo praticamente zero para a UFPB. O suporte técnico foi fornecido, principalmente pelo INPE, com a locação de pessoal técnico e da área de pesquisa, no LMRS-PB, alguns dos quais, hoje estão absorvidos pela UFPB. Em termos de suporte financeiro, os recursos são poucos, e praticamente todo ele é próprio, obtido através da prestação de serviços (como por exemplo, cursos de especialização e treinamento nas áreas do Sensoriamento Remoto, Processamento de Imagens e Sistemas de Informações Geográficas).

BIBLIOGRAFIA

CANNON. T. A., 1991, *Hazard Need Not A Disaster Make: Rural Vulnerability and Causes of Natural Disaster*. Trabalho apresentado na Conferência Disasters: Vulnerability and Response. DARG/IBG/RGS, London.

CARDONA A., O. D., 1992, *Manejo Ambiental y Prevención de Desastres: Dos Temas Asociados*. In: II Simpósio Latinoamericano de riesgos Geológicos Urbano y II Conferência Colombiana de Geologia Ambiental. Pereira, Colombia.

ERTHAL, G.; D. S. ALVES. Y G. CÂMARA, 1988, *Modelo de Dados Geo-Relacional: Uma Visão Conceitual de um Sistema Geográfico de Informações*. In: Simpósio Brasileiro de Computação Gráfica e Processamento de Imagens, I (Anais).

HURSCH, J. L. Y C. J. HURSCH, 1988, *Dbase IV essenciais*. Windcrest Books, Rio de Janeiro, 215 p.

MASKREY, A., 1989, *El Manejo Popular de los Desastres Naturales*. Estudios de Vulnerabilidad y Mitigación. ITDG, Lima.

SUDENE, 1986, *Uma Política de Desenvolvimento Para o Nordeste*. SUDENE, Recife, Segunda Edição.

WILCHES-CHAUX, G., 1989, *La vulnerabilidade Global*. In: Desastres, Eologismo y Formación Profesional. Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, Colombia.