

## IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS PARA O ESTADO DO TOCANTINS

Evaristo Eduardo de Miranda  
Renato Zorzenon dos Santos  
Núcleo de Monitoramento Ambiental-NMA  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA  
Av. Dr. Júlio de Soares Arruda, 803  
13.085 Campinas, SP  
BRASIL

Marcos Covre  
Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais  
Av. Dr. João Guilhermino, 429 - 14 andar  
12.045 São José dos Campos, SP  
BRASIL

### RESUMO

Este trabalho é resultado de uma ação conjunta entre a Comissão Especial para Implantação do Estado do Tocantins, o Núcleo de Monitoramento Ambiental NMA/EMBRAPA e a Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais-FUNCATE, no sentido de estabelecer procedimentos de rotina para a formação de uma base de dados para o Estado do Tocantins a partir do Sistema de Informações Geográficas (SIG), como forma de auxiliar o processo de definição das diretrizes para o planejamento regional. A área de abrangência deste estudo e o grande volume de informações armazenadas representa uma experiência inédita com o SIG à nível de Brasil. Foram gerados 12 níveis de informações básicas (planos de informações) em cada um dos 30 projetos (ou cartas topográficas) necessários para cobrir todo o estado, num total de 360 planos cartográficos. Também foram incorporadas ao sistema informações complementares tais como, áreas com vocação para exploração agrícola segundo seu grau de aptidão e um zoneamento agroecológico para o estado. A partir dessa base de dados foi ainda confeccionado um atlas com 120 mapas na escala 1:500.000.

### ABSTRACT

This work is the result of a united action among Special Commission for the Tocantins State Implantation, the Environmental Monitoring Center (NMA/EMBRAPA) and the Foundation for Science, Applications and Space Technology (FUNCATE), to establish a methodology for the creation of a data bank through the Geographic Information System (GIS). This system would assist the Tocantins State planning process. The great volume of information generated and the area comprised by this study represents a unique GIS experience in Brazil. Twelve levels of basic information (information plan) were generated in each of the 30 projects (or topographic maps) for the whole state (total of 360 cartographic plans). Complementary informations were also incorporated to the system, such as the best areas for agricultural farming and an agroecological zoning. This data bank is also presented as an atlas with 120 maps in the 1:500.000 scale.

### 1. INTRODUÇÃO

Com 286.944 km<sup>2</sup> e uma população de 1.200.000 habitantes, o recém criado Estado do Tocantins, é hoje um grande atrativo ao fluxo migratório. A aceleração do processo de desenvolvimento da região tem sido avaliada com atenção por parte da Comissão Especial para Implantação do Estado do Tocantins, responsável pelo estabelecimento das diretrizes para o planejamento da região.

Para que o processo de ocupação das terras ocorra de maneira racional e equilibrada, torna-se indispensável um ordenamento territorial como forma de evitar as consequências indesejáveis de uma distribuição aleatória das atividades produtivas no estado. A execução de um planejamento deste porte passa necessariamente pela aquisição e organização de inúmeras informações numéricas e cartográficas, compondo numa primeira instância um diagnóstico do meio físico e biológico para o estado. Isso viabiliza avaliações mais específicas, como por exemplo a identificação de áreas críticas onde o processo de ocupação representa risco à degradação do meio ambiente.

As informações básicas para a elaboração deste diagnóstico são normalmente escassas, muitas vezes não estão disponíveis para todo o estado ou então se apresentam em escalas ou projeções cartográficas não compatíveis entre si. A fim de minimizar alguns desses problemas, o NMA/EMBRAPA com o apoio da FUNCATE se empenhou na utilização do Sistema de Informações Geográficas (SIG) no intuito de reunir todas as informações cartográficas disponíveis numa única base de dados, tentando compatibilizar escalas e projeções distintas. Estudos com o SIG têm sido desenvolvidos a nível de microrregião, mas este trabalho é uma tentativa pioneira de se utilizar o sistema para áreas mais abrangentes com a magnitude de um estado brasileiro como é o caso do Estado do Tocantins.

### 2. OBJETIVOS

- Estruturar de um banco dos dados cartográficos para o Estado do Tocantins, compatibilizando escalas, projeções e procedendo atualizações.

- Definir procedimentos para organização dos mesmos através do Sistema de Informações Geográficas (cruzamento de dados, geração de novos mapas)

- Gerar mapas de aptidão agrícola das terras e zoneamento agroecológico para o estado

- Confeccionar um atlas na escala de 1:500.000 contendo as informações armazenadas no SIG.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 - MATERIAL

##### 3.1.1 - Área de Estudo

A área de abrangência do trabalho corresponde à totalidade dos cerca de 286.000 km<sup>2</sup> do Estado do Tocantins, situado na região norte do Brasil entre as latitudes 05°00' sul e 13°00' sul.

##### 3.1.2 - Equipamentos e Programas

O material básico foi o conjunto de programas aplicativos do Sistema de Informações Geográficas-desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Espaciais(INPE)(Engespaço, 1989). Foram utilizados dois sistemas com a seguinte configuração:

- microprocessador 80286 e clock de 10 MHz
- disco rígido de 40 Mb de memória
- placa gráfica com 1 Mb de memória
- drives de 5 1/4"
- monitor de interação monocromático
- monitor colorido de alta resolução
- mesa digitalizadora A1 (precisão 0,25 mm)
- traçador gráfico de 14 penas

##### 3.1.3 - Dados Cartográficos e Imagens

Foram adquiridas imagens TM/LANDSAT na escala 1:250.000 (composição colorida - bandas 3/4/5) num total de 17 órbitas/ponto (data-base Julho de 1988) ; 30 cartas topográficas publicadas pelo IBGE (escala 1:250.000) e mapas do Projeto RadamBrasil (Pedologia, Geomorfologia, Geologia e Vegetação - escala 1:1.000.000) (BRASIL,1973a, BRASIL,1973b, BRASIL,1973c, BRASIL,1973d, BRASIL,1974, BRASIL,1981).

#### 3.2 - MÉTODOS

Os trabalhos foram divididos em 4 etapas, sendo a primeira delas dedicada a aquisição, seleção e organização das informações cartográficas disponíveis.

Numa segunda fase os dados foram digitalizados e alguns deles foram cruzados entre si formando a base de dados básicos no SIG.

Posteriormente foram definidos procedimentos para a manipulação dos dados para a caracterização da aptidão agrícola das terras e do zoneamento agroecológico.

Por último, a partir dos dados armazenados no SIG foi confeccionado um atlas do estado na escala de 1:500.000.

##### 3.2.1 - Estruturação da base de dados

Dada a abrangência da área estudada, optou-se pela divisão em módulos equivalentes à divisão convencional das cartas

topográficas do IBGE na escala 1:250.000. Para o recobrimento de todo o estado foram necessárias 30 cartas (identificadas como projetos no SIG), e a nomenclatura de cada corresponde ao número do Mapa Índice Reduzido (MIR)(Medeiros & Toledo, 1989). A Figura 1, a seguir ilustra esta divisão.

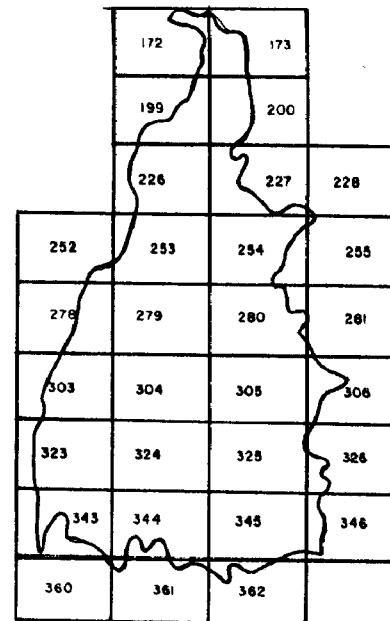


Figura 1 - Localização das cartas topográficas (identificadas pelo MIR/IBGE) que recobrem o Estado do Tocantins.

##### 3.2.2 - Implantação da base de dados

Para implantar a base de dados foram digitalizadas e armazenadas no SIG, 30 projetos (cartas topográficas). Cada projeto é composto por 12 níveis de informações (planos de informações):

- Divisão Administrativa  
fonte:Com.Tocantins/IBGE
- Rede Viária e Sedes Municipais  
fonte:Com.Tocantins/SUDECO/IBGE)
- Hidrografia  
fonte: IBGE
- Geologia  
fonte: RADAMBRASIL
- Geomorfologia  
fonte: RADAMBRASIL
- Pedologia  
fonte: RADAMBRASIL
- Vegetação  
fonte: RADAMBRASIL
- Estratificação do Parcelar Agrícola  
fonte:ImagensTM/LANDSAT
- Parques e Reservas  
fonte:Com.Tocantins/FUNAI
- Uso Atual das Terras  
fonte:ImagensTM/LANDSAT

-Áreas c/ Potencial p/ Exp. Agrícola  
fonte:Imagens TM/LANDSAT

-Áreas c/ Pot. p/ Preservação  
fonte:Imagens TM-LANDSAT/RADAMBRASIL)

### 3.2.3 - Definição de procedimentos para caracterização da aptidão agrícola das terras e do zoneamento agroecológico a partir do SIG.

A partir da manipulação das informações básicas buscou-se definir procedimentos para a caracterização da aptidão agrícola das terras e zoneamento agroecológico. Eles visam sobretudo enriquecer o banco de dados sobre o estado, e servir de exemplo de algumas aplicações possíveis.

#### 3.2.3.1 - Caracterização da Aptidão Agrícola das Terras

Para a Caracterização da Aptidão Agrícola das terras foram delimitados estratos referentes à potencialidade agrícola levando-se em conta os seguintes parâmetros em ordem decrescente de importância: Pedologia, Geomorfologia e Geologia (Santos & Mantovani, 1990).

A influência diferenciada de cada um dos parâmetros sobre o desempenho das atividades agrícolas na região direcionou a seleção do algoritmo de ponderação existente no S.G.I. para a obtenção dos estratos relativos à aptidão das terras. Foram atribuídos "pesos" a cada um dos parâmetros (pedologia, geomorfologia e geologia) e "notas" a cada unidade representativa de cada parâmetro (tipos de solos, unidades geomorfológicas e estruturas geológicas). A ponderação, resultou um Modelo Numérico de Terreno (MNT), que foi "fatiado" (estratificado) em 9 classes, tendo por base os dados coletados em campo e a análise das imagens.

#### 3.2.3.2 - Zoneamento Agroecológico

Para a obtenção do Zoneamento Agroecológico foi feito um cruzamento entre os dados de Aptidão Agrícola das Terras e as Áreas de Interesse para Preservação.

A identificação das Áreas de Interesse para Preservação é resultado do cruzamento das informações básicas de Vegetação, Uso Atual e Parques/Reservas. Foram consideradas Áreas de Interesse para Preservação aquelas regiões onde se observam formações vegetais complexas (lenhosa alta, lenhosa baixa e herbácea) sem vestígio de ação antrópica (floresta tropical, cerrado e caatinga densa) e com o condicionante de que as mesmas não sejam uma Reserva Indígena ou Parque Nacional.

O conceito que norteou os trabalhos de elaboração do zoneamento são os mesmos citados por Sánchez, 1989 que define zoneamento agroecológico como um conjunto de informações capaz de "caracterizar as ofertas e limitações biofísicas e espaciais, para a ocupação e integração harmônica do homem às diversas paisagens produtivas de um território". No presente estudo as paisagens produtivas consideradas se restringem às atividades agrícolas tendo em vista algumas limitações impostas pelo tipo de dado utilizado.

O produto deste cruzamento indica as áreas de Parques e Reservas já existentes, áreas de Interesse para Preservação e também áreas com potencial para a exploração agrícola, e os respectivos graus de aptidão a eles associados.

#### 3.2.4 - Confeção de um atlas para o estado.

Um atlas na escala de 1:500.000 contendo as mesmas informações presentes no banco de dados, também foi confeccionado com a

finalidade única de permitir uma visão mais abrangente dos resultados, sem a pretensão de ser um produto cartográfico de precisão, visto que as informações básicas foram compiladas de mapas ao milionésimo e de cartas topográficas que recobrem o estado.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Banco de dados

As informações básicas do banco de dados totalizaram 360 planos cartográficos, resultado da digitalização de 12 planos de informações para cada um dos 30 projetos definidos no sistema.

Cada projeto, identificado segundo o MIR, foi armazenado em disquetes e colocado à disposição dos usuários. Para armazenamento das informações obtidas para toda a área de estudo foram utilizados cerca 370 disquetes, o que representa mais de 100 megabytes de espaço em memória.

Estas informações estão prontamente disponíveis e podem ser acessadas através do monitor ou impresso em um traçador gráfico na escala de 1:250.000. Para a impressão foi gerado no âmbito do sistema um PI correspondente à "moldura" dos planos cartográficos e contém informações de legenda, identificação e localização da folha, nota de crédito, órgãos executores e demais dados pertinentes a carta temática a ser impressa.

### 4.2. Caracterização da Aptidão Agrícola das Terras e Zoneamento Agroecológico

Na manipulação dos dados básicos para a Caracterização da Aptidão Agrícola das Terras, o peso de cada um dos parâmetros considerados (pedologia, geomorfologia e geologia) foi repetitivamente 6,3 e 2. O resultado permitiu a definição de 9 classes.

1. Aptidão Altamente Restrita
2. Aptidão Restrita
3. Aptidão Limitada
4. Aptidão Regular
5. Aptidão Regular/Média
6. Aptidão Média
7. Aptidão Média/Boa
8. Aptidão Boa
9. Aptidão Muito Boa

Para o Zoneamento Agroecológico foram definidas 20 classes:

1. Parques
2. Reservas
3. Aptidão agrícola altamente restrita com interesse para preservação
4. Áreas com aptidão agrícola altamente restrita
5. Aptidão agrícola restrita com interesse para preservação
6. Aptidão agrícola restrita
7. Aptidão agrícola limitada com interesse para preservação
8. Aptidão agrícola limitada
9. Aptidão agrícola regular com interesse para preservação
10. Aptidão agrícola regular
11. Aptidão agrícola regular/média com interesse para preservação
12. Aptidão agrícola regular/média
13. Aptidão agrícola média com interesse para preservação
14. Aptidão agrícola média
15. Aptidão agrícola média/boa com interesse para preservação
16. Aptidão agrícola média/boa
17. Aptidão agrícola boa com interesse para preservação

- 18. Aptidão agrícola boa
- 19. Aptidão agrícola muito boa com interesse para preservação
- 20. Aptidão agrícola muito boa

#### 4.3 Atlas do Estado

Todos os dados armazenados no sistema também estão disponíveis em mapas na escala 1:500.000 em poliéster copiativo formando um atlas da região e possibilitando a visualização das informações num formato mais genérico.

#### 5. DISCUSSÃO

Todos os objetivos propostos foram alcançados, e o Sistema de Informações Geográficas se mostrou operacional.

O banco de dados está implantado e os dados relativos à caracterização da aptidão agrícola das terras e o zoneamento agroecológico servem de exemplos de informações complementares possíveis de se conseguir através do sistema. Todavia, para se conseguir estes resultados várias dificuldades tiveram que ser suplantadas.

No tocante ao equipamento, destacamos a limitação da capacidade de memória do computador utilizado, que no caso foi insuficiente para armazenar todo o trabalho, impedindo o usuário de dispor da totalidade das informações a um só tempo. Outro aspecto não menos importante diz respeito a alguns cálculos indispensáveis (transformação vetor/raster, poligonalização, geração de isolinhas, refinamento de grade MNT, etc) feitos com relativa lentidão em relação a processadores mais evoluídos (80386, 80486, 68000, 68010, 68020, 68030, 68040). Seria providencial a compatibilização do SIG com equipamentos de maior desempenho (memória secundária, principal e velocidade de CPU).

Ressaltamos também algumas características do software para serem aprimoradas a fim de otimizar a operação do sistema. Sugere-se por exemplo, que se estude a possibilidade de unir projetos distintos estando eles na mesma projeção e escala. Também seria interessante poder definir os parâmetros de PI's antes mesmo da definição do projeto, evitando a obrigatoriedade de visualizar planos às vezes inensos antes de qualquer outra possível utilização ou manipulação de determinado plano de informação.

O grande número de planos cartográficos gerados com os respectivos símbolos, legendas e demais convenções, aliado ao número de horas dedicadas à essas atividades, ressaltou a importância de se dispor de uma biblioteca de convenções cartográficas, além da já possível criação de um banco de símbolos. Outro aspecto que daria mais agilidade na operação do sistema (digitalização, identificação de linhas/áreas, edição) seria a possibilidade de se poder visualizar no modo ampliado (zoom) várias regiões do PI sem a necessidade de restaurar a janela de enquadramento e assim prosseguir com os trabalhos.

Com relação aos dados disponíveis, houve uma grande dificuldade de se obter informações que contemplassem ao mesmo tempo precisão cartográfica e abrangência de toda a área do estado, buscou-se neste estudo compatibilizar estes aspectos através do SIG.

A diversidade de conceitos e dos temas contidos em alguns produtos cartográficos, impediu em certos casos que as cartas digitalizadas se ajustassem entre si com relação à sequência temática entre elas, além do que foi impossível evitar que algumas apresentassem um nível de detalhe maior que outras.

A divisão do estado de acordo com a divisão cartográfica para as cartas na escala de 1:250.000, foi uma maneira de tentar ratificar uma tendência de homogeneizar o conceito de que todo trabalho executado no âmbito de uma base de dados geocodificados seja referenciado a partir da convenção cartográfica proposta pelo IBGE.

A manipulação dos dados básicos, com a definição da potencialidade das terras para fins agrícolas e do zoneamento agroecológico pretende ser uma contribuição a mais para a consolidação dos conceitos e metodologias relacionadas a esse tipo de avaliação.

#### 6. CONCLUSÕES

A base de dados mostrou ser bastante operacional através do SIG desenvolvido pelo INPE, possibilitando a reunião compatibilização e atualização de um conjunto de 360 planos cartográficos. Algumas adaptações no software, além da sua compatibilização com equipamentos mais eficientes poderiam agilizar os trabalhos.

A manipulação das informações básicas permite uma infinidade de possibilidades. No caso da caracterização da aptidão agrícola das terras e do zoneamento agroecológico, os métodos empregados permitiram atingir os objetivos propostos. Um maior refinamento destes produtos deverá ser obtido com a incorporação de novos parâmetros relativos ao Estado do Tocantins.

Um trabalho dessa magnitude com o SIG é inédito e único do gênero no Brasil.

#### 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Rio São Francisco. SC 23 v 1. Rio de Janeiro, DNPM, 1973a. 420 p. ilust., tab., 7 mapas.
- \_\_\_\_\_. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Teresina. SB 23 v 2. Rio de Janeiro, DNPM, 1973b. 420 p. ilust., tab., 7 mapas.
- \_\_\_\_\_. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Goiás. SD 22 v 2. Rio de Janeiro, DNPM, 1973c. 420 p. ilust., tab., 7 mapas.
- \_\_\_\_\_. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Brasília. SB 23 v 2. Rio de Janeiro, DNPM, 1973d. 420 p. ilust., tab., 7 mapas.
- \_\_\_\_\_. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Araguaia. SB 22 v 4. Rio de Janeiro, DNPM, 1974. 420 p. ilust., tab., 7 mapas.
- \_\_\_\_\_. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Tocantins. SC 22 v 2. Rio de Janeiro, DNPM, 1981. 420 p. ilust., tab., 7 mapas.
- ENGENHARIA Ind. e Com. Ltda. Manual do Sistema de Informações Geográficas. São José dos Campos, 1989, 180p.
- MEDEIROS, J.S.; TOLEDO, F.L. CHSRA: Integração ao Sismar e ao Programa Nossa Natureza, Belém, Centro de Hidroclimatologia e Sensoriamento Remoto da Amazônia-CHSRA/SUDAM, 1989, 21p.

SÁNCHEZ, ROBERTO O. Zoneamento Agroecológico - Objetivos, Conceitos Centrais e Aspectos Metodológicos, Cuiabá, Fundação de Pesquisas Cândido Rondon, 1989, 31p.o

SANTOS, RENATO Z. E MATOVANI, LUIZ E. Zoneamento Agroecológico do Estado do Tocantins. Campinas, Núcleo de Monitoramento Ambiental-NMA/EMBRAPA, 1990. 15p. (no prelo).