

## **Espacialização e dinâmica da produção de soja e IDH para Mato Grosso entre 1991 e 2000 utilizando-se técnicas de geoprocessamento**

Marco Aurélio Barros<sup>1</sup>  
Avelino Nogueira da Silva<sup>1</sup>  
Mauricio Alves Moreira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE  
Caixa Postal 515 – 12201-970 – São José dos Campos – SP, Brasil  
{aurelio,avelino,mauricio}@ltid.inpe.br

**Abstract.** The Mato Grosso state has an important role in national and world-wide farming production and has been suffering intense social and economic changes in the last 30 years. Geoprocessing techniques became an essential instrument to generate information about these matters. It contributes for the funds distribution and agricultural financings and allows a new approach of government politics. Numerical data of soybean production and human development index (HDI), from 1991 and 2000, were put in a spatial format, transformed in gray scale values and then changed in thematic maps, as well as the difference between the two source data, creating the soybean and HDI dynamics. The outstanding results, considering the HDI dynamic, were found in Gaúcha do Norte (highest difference) and Juruena (lowest difference). Taking the soybean production into consideration, the most important results were found in Sorriso e Sapezal municipalities with the highest values between 1991 and 2000. A discussion of how this kind of study can be used in governmental decisions is presented.

**Palavras-chave:** soybean, human development index (IDH), geoprocessing, Mato Grosso state, soja, índice de desenvolvimento humano (IDH), geoprocessamento, estado do Mato Grosso.

### **1. Introdução**

No começo da década de 70 do século passado, o governo brasileiro decidiu promover a ocupação da Amazônia, cujo processo começou pelo estado do Mato Grosso. É o início de um processo de intensificação da agricultura em larga escala, principalmente com a chegada de migrantes sulistas egressos de crises econômicas e ambientais, como geadas e áreas inundadas durante a construção da barragem de Itaipu, em Foz do Iguaçu-PR. Este fato representou um grande marco na mudança econômica, social e agrícola em Mato Grosso nos últimos trinta anos (Prefeitura Municipal de Sapezal, 2003).

Reduções no grau de pobreza de uma sociedade requerem o crescimento econômico ou o declínio da desigualdade. Este fato é, certamente, uma das principais razões pelas quais os objetivos das políticas públicas centram-se na busca do crescimento e da igualdade. As diversas políticas, no entanto, não são homogêneas com relação ao seu impacto sobre estas duas variáveis. Algumas se voltam mais para o combate à desigualdade enquanto outras se dedicam a fomentar o crescimento econômico, cujos modelos centrados em commodities agrícolas internacionais tem sido contestadas (Barros e Mendonça, 1997).

Segundo PNUD (2004), o objetivo da elaboração do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é oferecer uma forma de verificar o perfil social da população de uma área geográfica, em contraponto a outro indicador muito utilizado, o produto interno bruto (PIB) per capita, que considera apenas a dimensão econômica de desenvolvimento. O IDH foi criado por Mahbub ul Haq com a colaboração do economista indiano Amartya Sen e não abrange todos os aspectos de desenvolvimento, tão pouco indica o melhor lugar do mundo para se viver. Para seu cálculo, são considerados três sub-índices: longevidade, educação e renda.

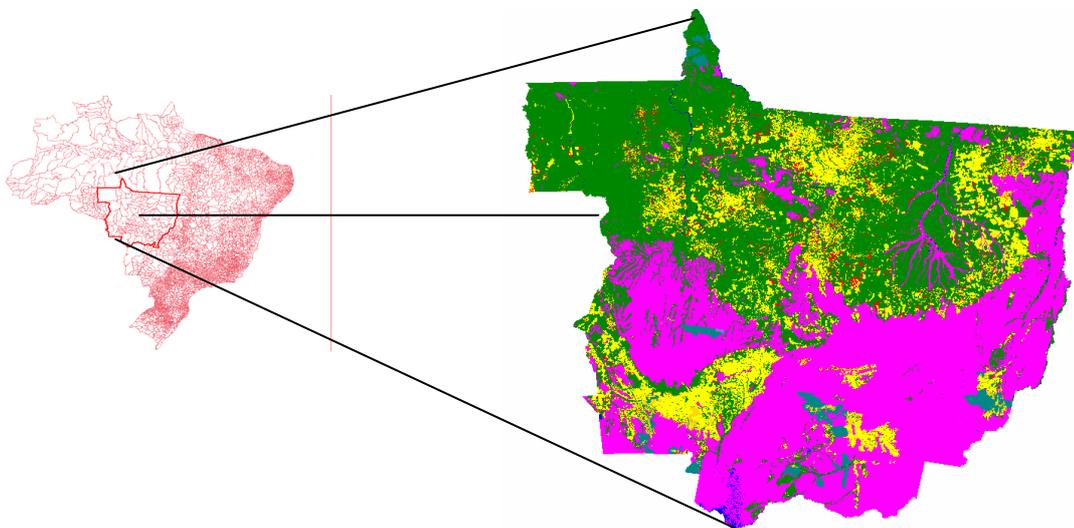
O IDH foi incorporado aos critérios de redistribuição do ICMS para os municípios do Mato Grosso, estabelecido pela lei estadual Nº 157/2003 de 1 de junho de 2004. Preteritamente, as cidades que tinham uma "economia dinâmica" recebiam mais recursos e aquelas que estavam estagnadas ou cresciam pouco, eram ainda mais penalizadas (PNUD, 2004).

A história do Mato Grosso está diretamente relacionada ao agronegócio. No final da década de 60, o Brasil começou a perceber que a soja poderia se tornar um produto de grande valor comercial. Nesta época, era incentivado no Brasil a produção de suínos e aves, o que gerou demanda por farelo de soja, alimento de grande valia nutricional e calórica na criação destas espécies. Em 1966, a produção comercial de soja era uma necessidade estratégica, cuja produção atingiu cerca de 500 mil toneladas no País. Em meados de 1970, houve grande alta do preço da soja no mercado mundial, o que despertou ainda mais os agricultores e o próprio governo brasileiro para incentivos de recursos na cultura. Estrategicamente, o País se beneficia de uma vantagem competitiva em relação aos outros países produtores: o escoamento da safra brasileira ocorre na entressafra americana, quando os preços atingem as maiores cotações no mercado mundial. Desde então, o país passou a investir em tecnologia para adaptação da cultura às condições brasileiras, processo liderado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2004).

Os investimentos em pesquisa genética levaram à "tropicalização" da soja, permitindo que o grão fosse plantado com sucesso em regiões de baixas latitudes, mais especificamente entre o trópico de capricórnio e a linha do equador. Atualmente, os líderes mundiais na produção mundial de soja são os Estados Unidos, Brasil, Argentina, China, Índia e Paraguai (EMBRAPA, 2004). Neste contexto, a possibilidade de utilização das técnicas de geoprocessamento pelo poder público abrange diversas áreas. Qualquer setor que trabalhe com informações que possam ser relacionadas a pontos específicos do território pode, em princípio, valer-se de ferramentas de geoprocessamento (BNDES, 2004), que são o conjunto de técnicas e conceitos sobre representação do espaço, materializado por uma ferramenta computacional denominado sistema de informação geográfica (Câmara et al., 2001). Baseado nas informações supracitadas, buscou-se neste trabalho espacializar a produção de soja e o índice de desenvolvimento humano para todos os municípios do Mato Grosso, nos anos de 1991 e 2000, gerando-se a dinâmica espacial dos dados, servindo de subsídio a estudos e decisões governamentais nas áreas social e econômica.

## 2. Materiais e Metodologia

A área de estudo **Figura 1** é o Estado do Mato Grosso, localizado na região centro oeste brasileira, com uma extensão territorial de aproximadamente 900.000 km<sup>2</sup>. Em 1997, segundo a base de dados IBGE, o estado era constituído por 126 municípios.



**Figura 1:** Estado do Mato Grosso, Brasil.

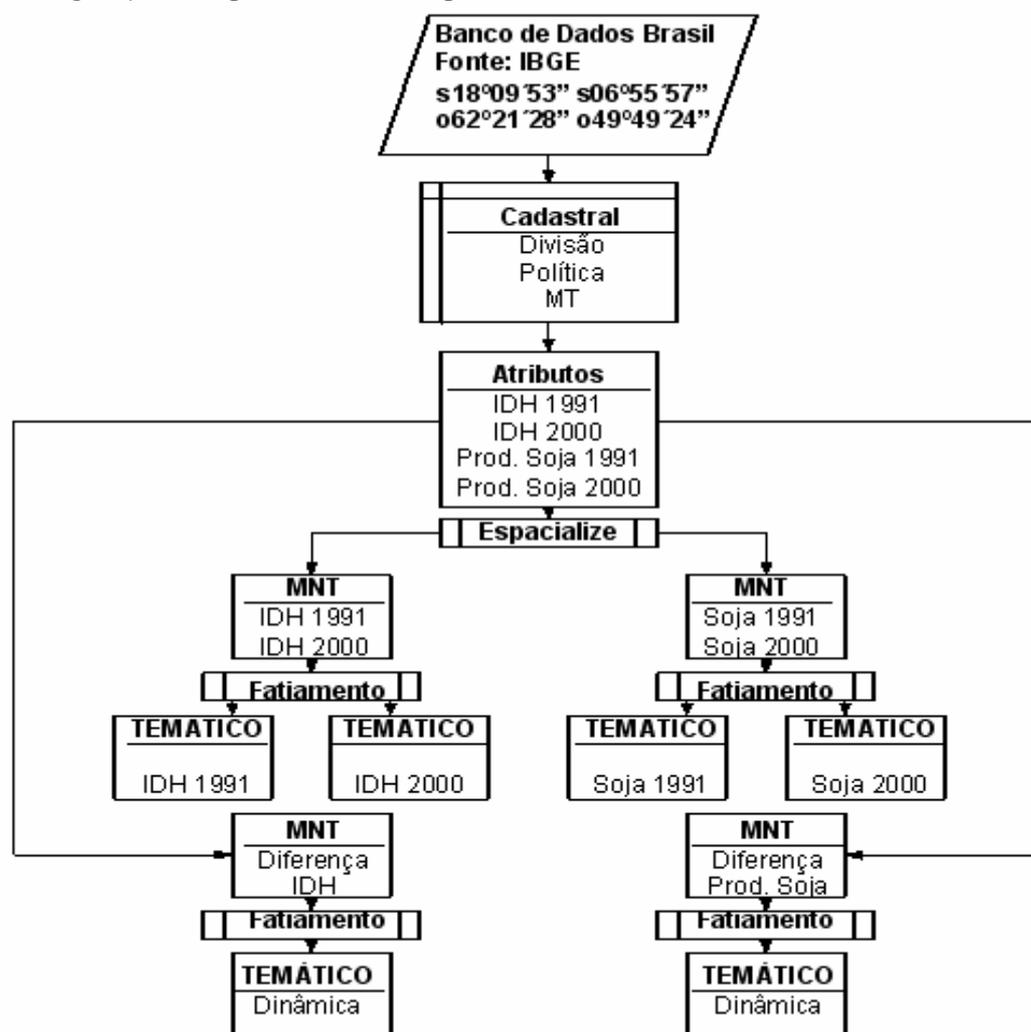
Os materiais utilizados para o desenvolvimento do trabalho, estão descritos na tabela 1.

**Tabela 1:** Materiais utilizados, contendo a descrição detalhada dos produtos

Produto	Origem	Escala	Formato	Cronologia	Características
Vetorial	IBGE	1:500.000	Digital	1997 e 2001	Policonica/SAD-69
IDH-M	PNUD-ONU	-	Digital	1991 e 2000	$0 \leq \text{IDH} \leq 1$
Prod. de Soja	IBGE	-	Digital	1991 e 2000	Toneladas
SIG	INPE	-	Digital	2004	SPRING 4.01β
Planilha de dados	Microsoft	-	Digital	2004	Excel 2002
Banco de Dados	Microsoft	-	Digital	2004	Access 2002

## 2.1. Estruturação do Banco de Dados Geográfico

A partir dos dados vetoriais disponibilizados pelo IBGE, inseriu-se na tabela de atributos da categoria objeto, as colunas de valores de IDH e produção de soja em toneladas para os anos de 1991 e 2000, de forma que cada linha da tabela de atributos correspondente ao município estivesse ligada a um único valor de IDH e produção de soja. A **Figura 2**, representa a modelagem dos dados utilizada para a estruturação do banco de dados geográficos e geração dos produtos finais apresentados.



**Figura 2:** Modelagem do banco de dados geográfico (OMTG)

## 2.2 Espacialização dos Geobjetos

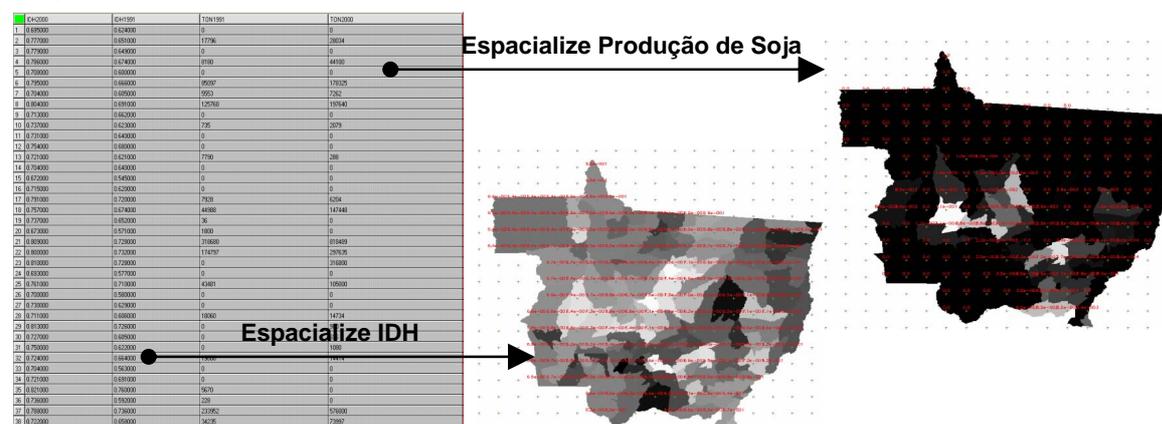
Para a espacialização dos valores numéricos de IDH e produção municipal de soja, utilizaram-se os recursos da linguagem denominada LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico) implementada no aplicativo Spring, de forma que os valores correspondentes ao IDH e produção de soja fossem representados em três dimensões (X,Y,Z), onde as coordenadas X e Y correspondem ao conjunto de pontos que delimitam cada um dos municípios, e Z, corresponde ao valor de cada geobjeto a ser espacializado em cada município. Os relacionamentos entre os diversos municípios (geo-objetos) e os atributos contidos na tabela ocorreram por meio de um código identificador único e específico para cada município (GEOID), que é mantido pelo Spring na tabela de geobjetos.

A partir do modelo digital gerado, criou-se uma representação gráfica em nível de cinza (NC) para produção de soja e IDH. Este tipo de imagem foi gerado diretamente a partir do mapeamento dos valores de Z representados no modelo de dados para valores de nível de cinza, quantizados em 8 bits (255 níveis de cinza) calculados a partir da equação:

$$NC = \{[(Z_i - Z_{\min}) \times 254] / (Z_{\max} - Z_{\min})\} + 1 \quad (2.1)$$

Os planos de informação de saída, foram gerados em uma matriz com resolução espacial de 1000 x 1000m, otimizando os recursos de processamento e armazenamento devido ao volume de dados e o tamanho relativo de cada município em relação à área total do estado, bem como a escala de trabalho, originalmente fornecida em 1:500.000.

A partir da espacialização dos valores de IDH e produção de soja por município gerou-se planos de informação numéricos representados em escala de cinza com uma grade de valores relacionados com a tabela de atributos. Na **Figura 3**, está representada a espacialização dos valores numéricos de IDH e produção de soja de uma tabela de atributos o que resultou em um plano de informação numérico.



**Figura 3:** Seqüência de espacialização dos valores numéricos a partir da tabela de atributos

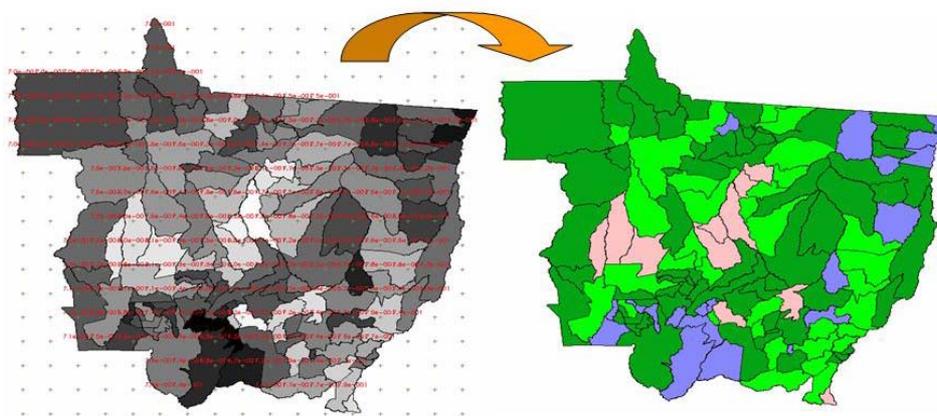
## 2.2 Classificação de Geo-Campos Numéricos

Para obter a transformação de um modelo numérico de dados para temático, foi necessário realizar uma operação de fatiamento, que permitiu classificar os geo-campos numéricos espacializados em novos geo-campos temáticos, que foram agrupadas em classes pré-definidas (Câmara, 1999). As classes definidas para IDH e produção de soja estão apresentadas na **Tabela 2**.

**Tabela 2 :** Classes definidas para os planos de informação temáticos

CLASSE	Planos de Informação Temáticos			
	IDH-1991	IDH-2000	SOJA1991(Ton)	SOJA2000(Ton)
01	0.50 a 0.55	0.50 a 0.55	0	0
02	0.56 a 0.60	0.56 a 0.60	18 a 36	24 a 43
03	0.61 a 0.65	0.61 a 0.65	168 a 900	126 a 900
04	0.66 a 0.70	0.66 a 0.70	1231 a 8130	1.000 a 7.262
05	0.71 a 0.75	0.71 a 0.75	16579 a 87535	11.610 a 86.400
06	0.76 a 0.80	0.76 a 0.80	124647 a 318680	102.789 a 818.489
07	0.81 a 0.85	0.81 a 0.85	-	> = 1.188.000
08	0.86 a 0.90	0.86 a 0.90	-	-

Para cada período analisado, gerou-se um plano de informação de modelo temático com classes de IDH e outro plano de informação temático com as classes de produção de soja. As classes de IDH foram definidas conforme modelo utilizado pelo PNUD (1999) e as classes de soja, foram determinadas através do cálculo do logaritmo dos valores brutos, permitindo delimitar o intervalo entre as classes, uma vez que os valores a serem espacializados apresentavam alta variância. A **figura 4** ilustra o processo de classificação do plano de informação numérico para temático baseado nas classes temáticas definidas na tabela 2. A resolução espacial dos planos de informação temáticos gerados é de 1000x1000m, a mesma utilizada para a geração dos planos de informação numéricos.



**Figura 4:** Fatiamento do plano de informação numérico para temático

### 2.3. Operação entre os Planos de Informação Numéricos

O objetivo desta etapa foi obter a partir dos planos de informação de modelo numérico a dinâmica do IDH em nível municipal, bem como a dinâmica da produção de soja entre 1991 e 2000. Para isso, foi criada uma nova categoria numérica para receber os planos de informação com as dinâmicas de IDH e produção de soja. Utilizou-se para a geração da imagem diferença, um programa em linguagem LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico), que permitiu realizar a operação de subtração, representando graficamente na **Figura 5** a dinâmica temporal dos dados municipais de produção de soja.

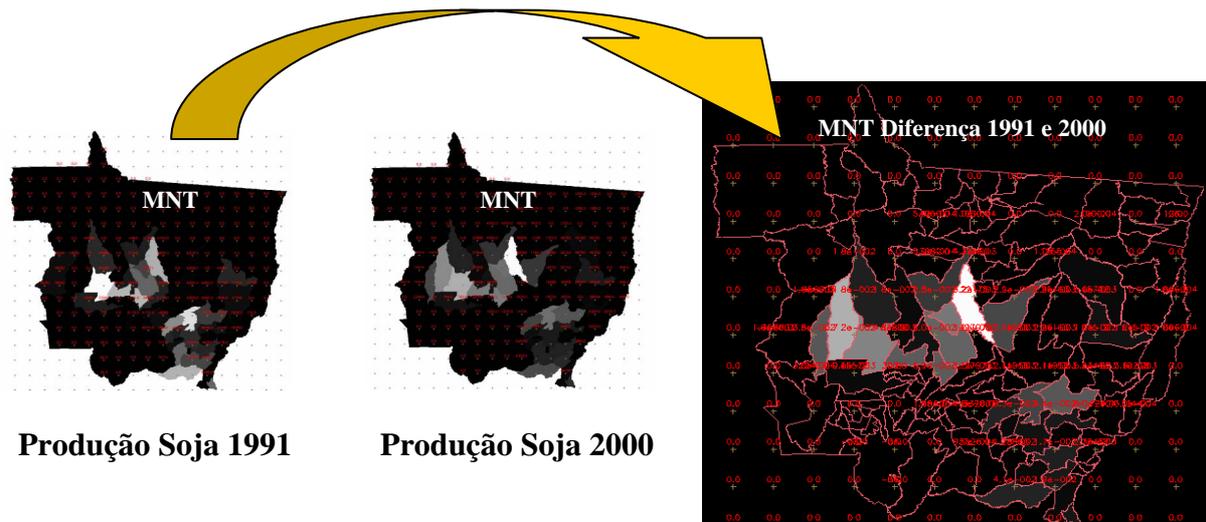


Figura 5: Geração da imagem diferença entre os planos de informação 1991 e 2000

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1. Índice de Desenvolvimento Humano

Observa-se na **Figura 6**, que dentre os municípios do Estado do Mato Grosso, aquele com o melhor IDH em 1991 era Sinop (MT), com um valor de 0,764 e o município com o pior IDH neste ano foi Porto Estrela (MT), com um valor de 0,531. Entre os 126 municípios que compõem o estado, nenhum deles possuía valores de IDH entre 0,200 e 0,350; 54,8% dos municípios possuíam valor de IDH entre 0,500 e 0,650 e 45,2% dos municípios tinham valores de IDH entre 0,650 e 0,800. Não observou-se municípios com valores de IDH superiores a 0,80.

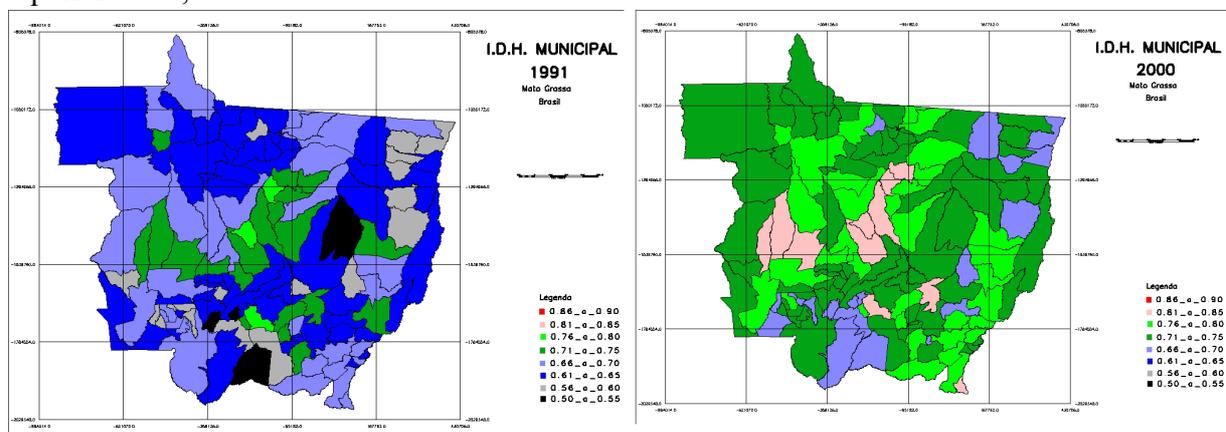
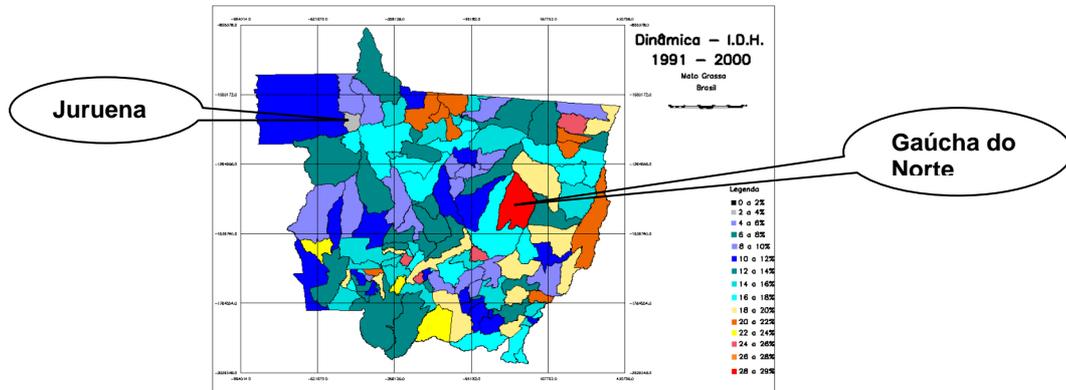


Figura 6: mapas temáticos de IDH municipal para os anos de 1991 e 2000

Em 2000, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal para o estado do Mato Grosso ficou em média em 0,773. Segundo a classificação do PNUD, o Estado está entre as regiões consideradas de médio desenvolvimento humano, com uma faixa de IDH compreendendo entre 0,5 e 0,8. O município com o melhor IDH em 2000 era Sorriso, localizado no centro do estado, com 0,824, e o município com o pior IDH era Porto Estrela, com 0,654. Dos 126 municípios no estado do Mato Grosso, nenhum apresentou valor de IDH entre 0,200 e 0,650, 114 ou 90,5% dos municípios possuíam IDH entre 0,650 e 0,800, e 12 ou 9,5% dos municípios possuíam um valor entre 0,800 e 1,000. Nota-se ainda na figura 7 houve grande avanço em qualidade de vida estimada pelo índice de desenvolvimento humano.

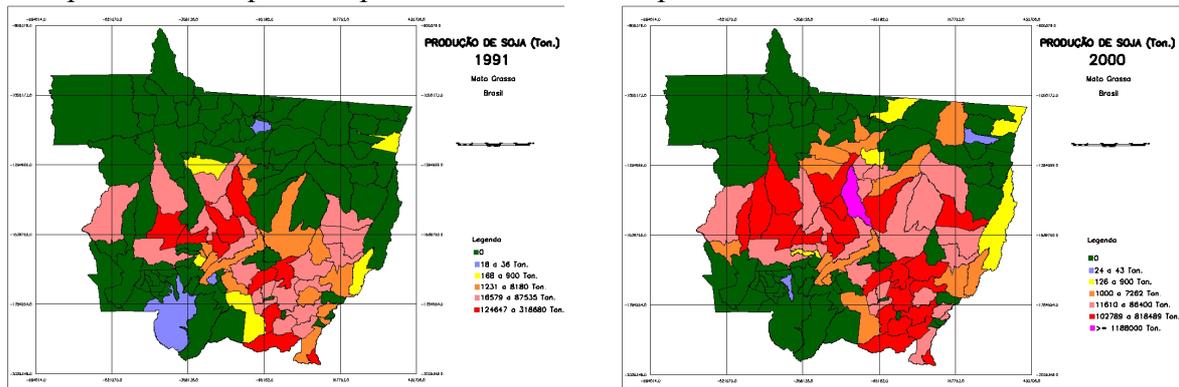
No período estudado (1991-2000), o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) do Mato Grosso cresceu 12,85%, passando de 0,685 em 1991 para 0,773 em 2000. A

distância entre o IDH do Estado e o limite máximo do IDH foi reduzido em 27,9%. O município com maior incremento de IDH entre 1991 e 2000 foi Gaúcha do Norte, e o município com o menor incremento em IDH foi Juruena, conforme observado na **Figura 7**.



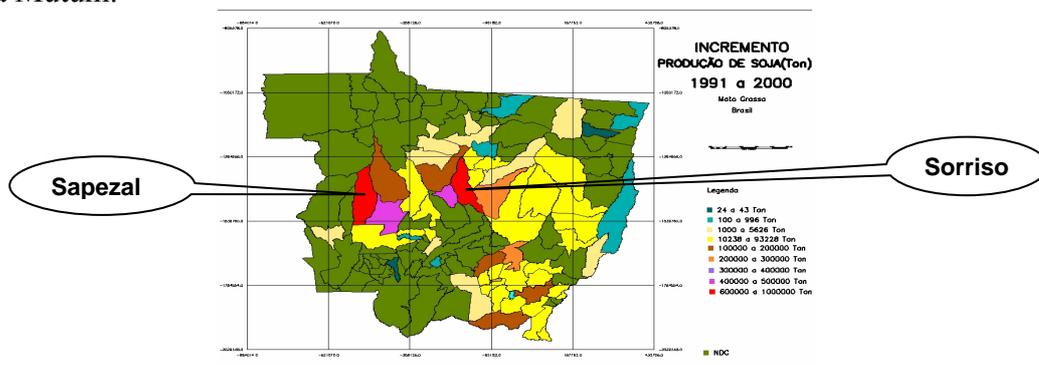
**Figura 7:** mapa temático da evolução do IDH entre 1991 e 2000

A **Figura 8** mostra o mapa temático de produção de soja para todos os municípios do Mato Grosso. Verificou-se em 1991 que cinquenta municípios produziam soja, com destaque para Campo Novo do Parecis, Primavera do Leste, Diamantino e Sorriso. Em 2000, sessenta e cinco municípios produziam soja, com destaque para Sorriso, Campo Novo do Parecis, Sapezal e Diamantino. Alguns municípios que não colheram soja em 1991, eram distritos de municípios maiores que incorporaram as estatísticas produtivas destas áreas.



**Figura 8:** mapas temáticos de produção de soja municipal para os anos de 1991 e 2000

Na **Figura 9**, observa-se o mapa temático com o incremento na produção de soja, onde se destacam os municípios de Sorriso e Sapezal pelos maiores incrementos na produção da oleaginosa em Mato Grosso, seguidos de Campo Novo do Parecis, Lucas do Rio Verde e Nova Mutum.



**Figura 9:** mapa temático com a dinâmica da produção de soja entre 1991 e 2000

Observou-se ainda na **Figura 9**, que a maior produção de soja em Mato Grosso está situada no arco do desmatamento, região citada nas estatísticas de desmatamento em projetos como o Prodes (INPE, 2004).

## 5. Conclusão e Recomendações

Para o planejamento estratégico de políticas públicas, concluiu-se a partir dos resultados obtidos e analisados, que a utilização das ferramentas de geoprocessamento tornou-se imprescindível, permitindo otimizar e organizar dados censitários e estatísticos relacionados ao espaço geográfico de forma dinâmica. A manipulação de planos de informação em formato numérico ampliou a possibilidade de interoperabilidade entre dados geográficos não espaciais, permitindo a sua espacialização e a geração de novas informações por meio de operações matemáticas entre os atributos de uma tabela de geo-objetos. A utilização de um método determinístico no desenvolvimento do presente trabalho, levou em conta a necessidade da tomada de decisões pontuais em nível municipal. Para a observação de tendências, considerando o espaço geográfico como uma superfície contínua, conforme estudado na geografia quantitativa (Câmara et al, 2004), sugere-se a adoção de outras metodologias para a espacialização de indicadores sócio-econômicos. A principal limitação do aplicativo SPRING na geração de imagens em nível de cinza está relacionada à sua resolução radiométrica de 8 bits, ou seja, permite representar 255 níveis de cinza, o que não possibilitou diferenciar claramente os municípios durante a espacialização da produção de soja neste tipo de representação. Esta limitação, foi resolvida gerando-se os mapas temáticos a partir do fatiamento dos planos de informação numéricos.

## Referências

- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social-BNDES. **Geoprocessamento**. Brasília:BNDES. Disponível em < <http://federativo.bndes.gov.br/dicas/D094.htm>>. Acesso em junho 2004.
- Barros, R.P. e Mendonça, R.S.P. **“O Impacto do Crescimento Econômico e de Reduções no grau de Desigualdade sobre a Pobreza”**. Rio de Janeiro: IPEA 1997.(IPEA-TDI Nº528)
- Câmara, G.; Monteiro, A. M.; Davis, C.; D’Alge, J.C. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos: INPE. 2001. Disponível em:< <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>.Acesso em:julho 2004.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistemas de Produção 6: **Tecnologias de Produção de Soja**. Londrina: EMBRAPA,2004. 242p.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de Dados Agregados-SIDRA**: biblioteca digital. 2004. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/>> Acesso em: 11 maio 2004.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística / Instituto Nacional Pesquisas Espaciais. **Atlas Brasil**. São José dos Campos: INPE, 1997. Disponível em: < <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/banco.html>>. Acesso em: julho 2004.
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Monitoramento do desmatamento em formações florestais na Amazônia Legal - PRODES**. Disponível em: < <http://www.obt.inpe.br/prodes/>> Acesso em: 01 outubro 2004.
- Prefeitura Municipal de Sapezal. **Histórico da Colonização Mato-Grossense**. Sapezal,2003. Disponível em: <[http://www.sapezal.mt.gov.br/historico\\_mt.html](http://www.sapezal.mt.gov.br/historico_mt.html)> Acesso em maio 2003
- Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 1991 e 2000**. Brasília, 2003. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/>> Acesso em maio 2004.
- Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas-SPRING. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2003.Disponível em:< <http://www.dpi.inpe.br/spring/>>.Acesso em: julho 2003.