

## **Sistema para monitoramento da cobertura vegetal - estudo de caso: estado de Mato Grosso do Sul**

Silvia Maria Fonseca Silveira Massruhá<sup>1</sup>  
João dos Santos Vila da Silva<sup>1</sup>  
Sérgio Aparecido Braga Cruz<sup>1</sup>  
Mauricio Stefanés<sup>2</sup>  
Eva Maria Silveira Santos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Informática Agropecuária - CNPTIA  
Av. André Toselo, 209 - Caixa Postal 6041  
13083-886 – Campinas, SP, Brasil  
{silvia,jvilla,sergio}@cnptia.embrapa.br

<sup>2</sup> Instituto de Meio Ambiente Pantanal - IMAP  
Rua Desembargador Leão Neto do Carmo, setor 3, quadra 3 - Parque dos Poderes  
79100-000 - Campo Grande, MS  
{ mauricio\_stefanes, EvaMaria\_Santos } @net.ms.gov.br

**Resumo.** A supressão da cobertura vegetal original têm sido constante ao longo do tempo, visando, principalmente, a implantação de projetos agropecuários. Por outro lado a capacidade dos gestores ambientais acompanharem essa supressão está aquém da rapidez dessa ação, pois nem sempre há ferramentas adequadas disponíveis para uma eficiente tomada de decisão. A fim de preencher essa lacuna, a SEMA-MS, em parceria com a Embrapa Informática Agropecuária estão desenvolvendo o presente projeto de pesquisa. O objetivo deste é desenvolver um sistema de informação georreferenciada para a tomada de decisão, que auxilie Governos Estaduais a melhorar a eficiência na implantação de projetos estratégicos sustentáveis ambientalmente, tomando como estudo de caso o Estado de Mato Grosso do Sul. A tecnologia de informação será a base de concepção deste sistema, destacando o uso de softwares livres, desenvolvimento de software e ferramentas de geotecnologias (sensoriamento remoto, sistemas de informações geográficas, banco de dados georreferenciados, consultas e disponibilização de dados via WEB). Os principais usuários desse sistema serão as próprias Secretarias Estaduais. O sistema de informação e de apoio à tomada de decisão, mapas de remanescentes da cobertura vegetal por tipologia e usos na escala de 1:100.000 e, treinamento e transferência da informação para a equipe estadual serão os principais produtos a serem gerados.

**Palavras-chave:** sensoriamento remoto, processamento de imagens, integração de dados, sistema de tomada de decisão, planejamento ambiental, Pantanal.

**Abstract:** The suppression of the original vegetal covering has been constant in the long run, aiming, mainly, the implantation of agriculture and cattle raising projects. On the other hand, the capacity of environmental supervisors in observing this suppression is below the quickness of this action, since not always there are available adequate tools for an efficient decision taking. In order to fulfill this gap, SEMA-MS, in partnership with Brazilian Agricultural Research Corporation – Embrapa is developing the present survey project. The aim of this project is to develop a georeferenced information system for the decision taking, which helps state governments to improve the efficiency of implantation of strategic projects environmentally sustainable, having as case study the state of Mato Grosso do Sul. The information technology will be the basis for this system conception, emphasizing the use of free software, development of software and geotechnology tools (remote sensing, geographic information system, georeferenced database, consultations and availability of data through WEB via). The main users of this system will be the proper State Secretary ships. The system of information and support for decision taking, maps of remaining vegetal covering by typology and uses in the scale 1:100,000, training and information transference to the state team will be the main products to be created.

**Key-words:** remote sensing, image processing, data integration, decision-making systems, environmental planning, Pantanal wetland.

## 1. Introdução

Este trabalho aborda pesquisa de caráter aplicado e de natureza temática, busca subsidiar políticas públicas voltadas para preservação e conservação dos recursos naturais que promovam a sustentabilidade do agronegócio, em consonância com a agenda de P&D da Embrapa e, em atendimento aos anseios da Secretaria de Meio Ambiente do Estado de Mato Grosso do Sul.

Mesmo com todo o discurso do ecodesenvolvimento e do desenvolvimento sustentável a partir da década de 70 do século passado, a expansão da ocupação da terra pelo homem não tem diminuído. De acordo com Angelsen & Kaimowitz (2001) a substituição de vegetação nativa nos trópicos permeia a América do Sul, África e Ásia, em detrimento, muitas vezes, da adoção de novas tecnologias que melhorem a produtividade das terras já em uso. Particularmente no Estado de Mato Grosso do Sul, questões relativas a substituição da vegetação nativa por usos humanos são abordadas por Silva & Abdon (1997), Silva & Abdon (1998), Silva et al. (2001a) e Silva et al. (2001b).

No Brasil essas questões afetam diretamente a sustentabilidade do agronegócio e a conservação da biodiversidade, pois ao mesmo tempo em que o Estado precisa promover o desenvolvimento, ele também é responsável por garantir a preservação e conservação dos recursos naturais. Neste sentido, isto é um problema de abrangência setorial – afetando o agronegócio; de abrangência geográfica – municipal, estadual, nacional e; numa escala maior, a propriedade rural.

Enquanto indutor do desenvolvimento, o Estado tem o dever de se preocupar com a implantação de projetos estratégicos, seja para o crescimento do agronegócio, da indústria, do transporte etc, mas também deve promover a preservação, a conservação ambiental e o desenvolvimento sustentável.

O desenvolvimento requer a instalação de empreendimentos, muitas vezes mais rápida do que a capacidade do Governo tomar a melhor decisão. Por outro lado, a Lei Federal 6.938/81 e Decreto 99.274/90, norteadores da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), estabelecem que o Estado é responsável pela proteção e melhoria da qualidade ambiental, cabendo a ele a decisão de autorizar ou não a instalação dos empreendimentos. Porém, essa decisão precisa estar pautada em informações sólidas.

Num Estado cuja economia é pautada na agropecuária o acompanhamento da dinâmica da cobertura vegetal e uso da terra seria valioso para alcançar esse objetivo. A identificação, caracterização e mapeamento das áreas de pastagens degradadas é também uma necessidade do Governo de MS, pois essa degradação afeta diretamente a sustentabilidade da pecuária. Estima-se que 56% das pastagens do Estado encontram-se em diferentes estádios de

degradação. No momento não há uma metodologia adequada que permita o mapeamento e monitoramento imediato dessas áreas, sendo que serão avaliadas imagens do satélite CBERS e do SRTM, para suprir essa lacuna.

Poucos são os Estados que possuem um sistema envolvendo tecnologias de informação com aplicação de geotecnologias e sistemas inteligentes. Foram visitados os sites de todos os Governos Estaduais e somente em quatro deles (PR, MT, AC e AP) foram encontradas iniciativas prevendo o uso de geotecnologias, porém sem nenhuma interface com sistema de apoio à tomada de decisão automatizado.

O Paraná foi o Estado pioneiro no uso de geotecnologias nesse sentido e atualmente dispõe de um mecanismo eficiente para isto. Ele está gerando, gradativamente, um banco de dados georreferenciado das propriedades rurais, indicando o uso do solo e a situação das Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal. Busca desta maneira, monitorar a situação ambiental das propriedades rurais, estimular o cumprimento da lei e orientar políticas estaduais diversas: ambiental, de produção florestal, turística, fiscal, agrária, entre outras. Tendências modernas da sociedade, como a certificação e a transparência da gestão pública, encontram em iniciativas desse tipo uma ferramenta ágil e confiável (<http://www.pr.gov.br>).

O Amapá sediou em junho de 2004 o I Seminário sobre Sistemas Implantados de Monitoramento e Controle do Desmatamento e Queimadas na Amazônia Legal. Nos últimos cinco anos, o Ministério do Meio Ambiente, através do Subprograma de Política de Recursos Naturais - SPRN, do Programa Piloto para Proteção das Florestas Tropicais do Brasil, coordenado pela Secretaria de Coordenação da Amazônia, vem apoiando a implantação de sistemas estaduais de monitoramento e controle do desmatamento e queimadas na Amazônia Legal. A metodologia utilizada como orientadora na definição das etapas para a implantação do sistema em cada estado foi desenvolvida no Estado do Mato Grosso sendo conhecida como Sistema de Licenciamento Ambiental em Propriedade Rural – SLAPR (<http://www.ap.gov.br>). Entretanto, este é um sistema proprietário.

Diante do exposto, a alternativa de solução proposta para melhorar a tomada de decisão é a aplicação de tecnologias de informação, baseadas no uso de softwares grátis ou livres, desenvolvimento de software e uso das ferramentas de geotecnologias (sensoriamento remoto, sistemas de informações geográficas, banco de dados georreferenciados, consultas e disponibilização de dados via *web*).

Atualmente o acompanhamento e a espacialização dos projetos estratégicos do Governo envolvendo mapeamentos das informações são feitos manualmente. Os relatórios, mapas e imagens de satélite são recebidos na forma analógica, sendo que a tomada de decisão é efetuada pelos técnicos das Secretarias baseada na análise dessa documentação. Neste sentido, a passagem de um gerenciamento de informações efetuadas em meio analógico para um meio digital, seria um ganho considerável no desenvolvimento sustentável do Estado.

No caso específico da administração do Estado de Mato Grosso do Sul, as seguintes Secretarias de Estado deverão se beneficiar com os resultados: Coordenação Geral de Governo (Secoge), Planejamento Ciência e Tecnologia (Seplanct), Meio Ambiente (SEMA), Produção e Turismo (Seprotur), Desenvolvimento Agrário (SDA/Idaterra), Infra-estrutura (Sinfra) e Arrecadação e Controle (SERC).

## 2. Objetivo

Este trabalho de pesquisa visa estruturar um sistema de informação georreferenciada para monitoramento do espaço rural, que auxilie Governos Estaduais melhorar a eficiência na

tomada de decisão sobre implantação de projetos estratégicos, utilizando como estudo de caso o Estado de Mato Grosso do Sul.

### 3. Material e Métodos

O projeto se constituirá de cinco etapas principais: a) obtenção e organização dos dados espacializados em um sistema de informações geográficas; b) mapeamento do desmatamento e cobertura vegetal e uso da terra em 2006; c) avaliação da qualidade de imagens dos satélites CBERS e SRTM em áreas testes, visando mapear pastagens degradadas e feições topográficas; d) modelagem, desenvolvimento, validação e implantação do sistema de informação e apoio à tomada de decisão e; f) capacitação da equipe técnica do Estado de Mato Grosso do Sul. No escopo deste trabalho será detalhada a quarta etapa (d) que se refere ao desenvolvimento do sistema de tomada de decisão propriamente dito.

Este software deverá atender especialmente o sistema de licenciamento e regularização ambiental do Estado, sendo uma demanda específica da SEMA-MS. Atualmente é utilizada uma série de formulários, listados abaixo, referente a diferentes solicitações efetuadas pelos proprietários rurais.

- ❖ Licença Ambiental
- ❖ Requerimento Padrão Licença
- ❖ Plano de Exploração Florestal
- ❖ Plano de Recuperação de Área Degradada
- ❖ Averbação de Reserva legal
- ❖ Retificação de Reserva Legal
- ❖ Compensação da Reserva Legal

Estas informações deverão ser monitoradas localmente e parte dela via *web*. Para cadastramento e gerenciamento desses formulários e acompanhamento dos processos a Secretaria Estadual possui implantado um sistema computacional adquirido para essa finalidade, para o qual será desenvolvida uma interface para o sistema de monitoramento. Inicialmente podem-se definir alguns tipos de consultas requeridos ao sistema proposto:

#### Processamento via *web*

- ❖ Mostre no mapa (tela) onde se localiza tal propriedade (imagem, carta etc);
- ❖ Efetuar download das cartas e imagens;
- ❖ Listar as pendências do processo (documentos faltantes).

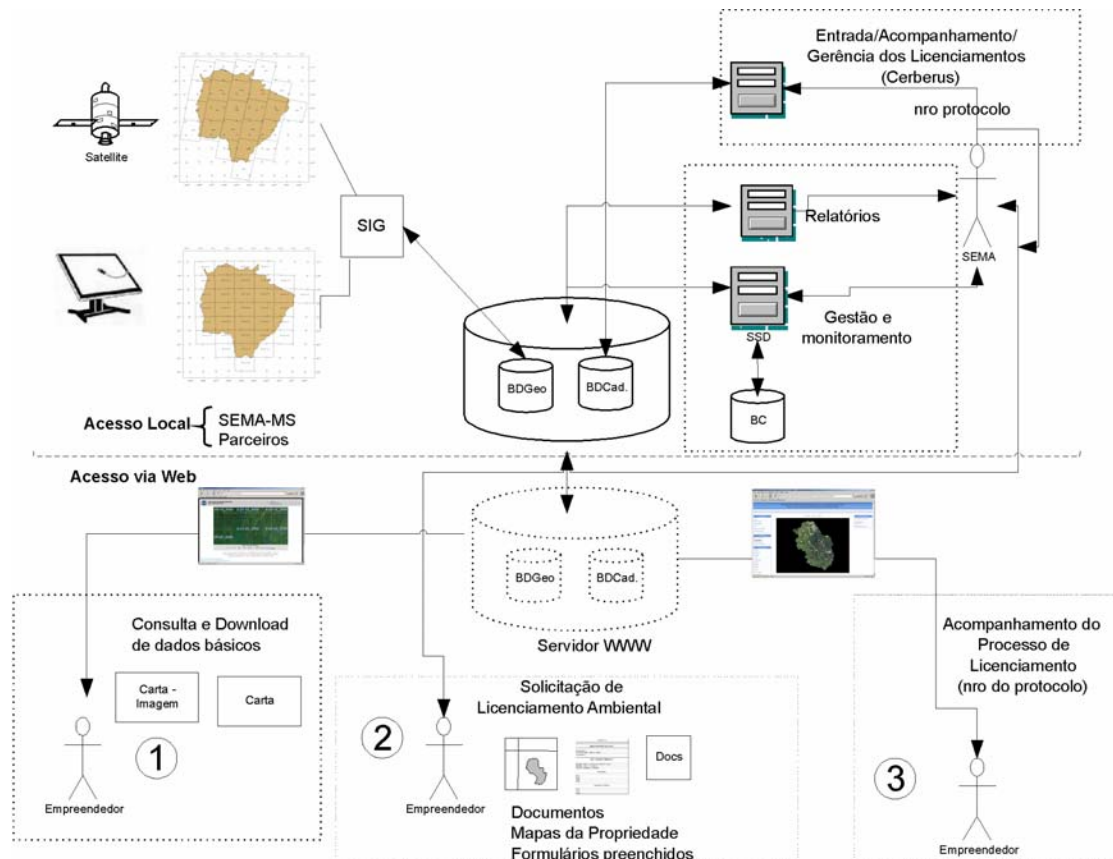
#### Processamento local

- ❖ Calcular área natural e área utilizada da propriedade;
- ❖ Obter somatório das áreas naturais e áreas utilizadas por Estado, município e bacia hidrográfica, em cada ano e também a somatória de todos os anos;
- ❖ Obter somatório das áreas selecionadas por Estado, município e bacia hidrográfica, em cada ano e também a somatória de todos os anos;

Além das consultas o sistema terá um módulo de apoio a tomada de decisão que contemplará as seguintes funcionalidades:

- ❖ Suporte à gestão de licenciamento ambiental;
- ❖ Suporte ao monitoramento ambiental.

A arquitetura do sistema para o monitoramento da cobertura vegetal proposta para implementar as funcionalidades acima está representada na Figura 1.



**Figura 1.** Arquitetura do sistema de monitoramento da cobertura vegetal proposta para o Estado em atendimento à demanda da SEMA-MS.

O sistema de monitoramento será composto por 2 módulos principais: módulo para gerenciamento de processos (CERBERUS) e um módulo de apoio à tomada de decisão (SSTD – Sistema de Suporte à Tomada de Decisão).

O CERBERUS é um sistema responsável por gerenciar processos que está implantado no Estado. Este sistema contempla funções que vão desde cadastros de clientes e processos, até a análise gerencial interna e externa, o sistema permite a visualização on-line da tramitação de processo no Instituto de Meio Ambiente do Pantanal (IMAP), vinculado a SEMA-MS.

O SSTD será sistema de apoio à tomada de decisão para gestão e monitoramento de regularização ambiental a ser desenvolvido pela Embrapa Informática Agropecuária. Ele será um sistema baseado em geotecnologias e sistemas inteligentes que a partir de dados georreferenciados e uma base de conhecimento fornecerá subsídios para identificação de áreas aptas para implantação de empreendimentos agropecuários em acordo com a legislação ambiental vigente e, conseqüentemente, seu posterior monitoramento.

O desenvolvimento do SSTD pressupõe um trabalho anterior de modelagem da realidade a ser avaliada durante o licenciamento ambiental. Essa modelagem é resultado da aplicação de mecanismos de abstração amplamente explorados na área de engenharia de software e banco de dados (Pires et al. 1996) citado por (Santos et al. 1997). Paralelamente, serão concentrados esforços na área de inteligência artificial visando a integração de SE baseados na abordagem abdução (Peng & Reggia, 1990; Massruhá, 2003) e SIGs (Assad e Sano, 1998).

Uma das informações necessárias ao licenciamento ou regularização prevista na legislação é a identificação e locação de áreas de preservação permanente em topos de morros e acima da declividade de 45°. Para estes casos propõe-se uma alternativa de solução com a

utilização de dados do imageamento topográfico realizado pela SRTM – Shuttle Radar Topography Mission (NASA 2004a ou <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/mission.htm>).

Para esse imageamento foram utilizados sensores ativos com emissão de ondas de rádio para uma contínua (dia e noite) e minuciosa coleta de dados a fim de que não houvesse interferências atmosféricas de nuvens nem dependência da iluminação solar da superfície terrestre imageada ( NASA, 2004b ou <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/missionoverview.html>). Foi utilizada também uma técnica chamada Interferometria de Radar permitindo imageamentos de áreas contíguas em diferentes ângulos possibilitando o cálculo das diferentes cotas no terreno.

O SRTM foi lançado com uma órbita de inclinação de  $57^{\circ}$ , permitindo uma cobertura de 80% da superfície terrestre numa região que vai do paralelo  $60^{\circ}$  do hemisfério norte ao  $56^{\circ}$  do hemisfério sul. Os dados foram processados numa sistemática preconizada pelo Ground Data Processing System – GDPS no super computador do Jet Propulsion Laboratory – JPL. Foram mosaicados e formatados de acordo com o Digital Terrain Elevation Data – DTED. Os dados foram rasterizados compondo uma grade de células individuais de  $1^{\circ}$  por  $1^{\circ}$  de latitude e longitude.

O espaçamento individual de amostragem é 1 arco-segundo e 3 arcos-segundo respectivamente ao SRTM-1 e SRTM-3. Um arco-segundo no equador corresponde aproximadamente a 30 metros de extensão. Cada título de célula refere-se a longitude e latitude do seu canto inferior esquerdo, seguindo a convenção do DTED. Os arquivos do SRTM-1 contêm 3601 linhas e 3601 amostras de maneira tal que linhas e colunas das bordas das células adjacentes são idênticas, bem como da de cima e da de baixo, numa resolução horizontal de 30 metros no terreno. Por sua vez os dados do SRTM-3 são amostrados a cada 3 arcos-segundo e contém 1201 linhas e 1201 amostras com o mesmo recobrimento do SRTM-1, numa resolução horizontal de 90 metros no terreno. O Digital Elevation Model – DEM são dados inteiros 16-bit em raster binário. Todos os dados de elevação estão em metros referenciados ao WGS84 EGM96 geoide ( USGS, 2004a ou [http://edcftp.cr.usgs.gov/pub/data/srtm/Documentation/SRTM\\_Topo.txt](http://edcftp.cr.usgs.gov/pub/data/srtm/Documentation/SRTM_Topo.txt)). Os dados possuem uma precisão de elevação de 16 metros com 90% de certeza (USGS, 2004b ou <http://edc.usgs.gov/srtm/mission.html>), porém as imagens disponibilizadas já se encontram interpoladas com resolução vertical de 1 metro.

Quanto a metodologia de desenvolvimento do sistema de regularização ambiental, esta será sob o paradigma de orientação à objetos. O processo de desenvolvimento do sistema contemplará cinco fases principais, conforme descrita a seguir. Nas fases de análise de requisitos e projeto será utilizada a UML (*Unified Modeling Language*) e suas extensões. A UML é uma linguagem de modelagem para visualizar, especificar, construir e documentar os artefatos do sistema permitindo uma padronização de notação gráfica para os diagramas essenciais de análise e projeto. Esta linguagem é uma convergência das principais metodologias da década de 90 (Rumbaugh et al. 1999).

- *Especificação e Análise de Requisitos* - Nesta fase serão levantadas as metas principais que o sistema deverá atingir e identificadas funcionalidades que deverão existir no sistema para realização destas metas e o escopo do sistema. Estas informações serão levantadas através de discussões com técnicos, estudo de documentações relevantes, e análise dos problemas a serem resolvidos pelo sistema. Nesta fase será gerada uma versão inicial do documento de especificação de requisitos do sistema.

*Projeto* – Nesta fase será realizada uma análise das alternativas de arquitetura do sistema que satisfazem os objetivos definidos na especificação de requisitos. Como resultado será definido um projeto do sistema que contemplará as restrições da implementação e definirá como o sistema deve trabalhar internamente.

*Implementação* – Nesta fase o sistema será construído utilizando ferramentas computacionais mais adequadas ao desenvolvimento orientado à objetos e seguindo as especificações do projeto.

*Teste* – A qualidade do sistema será atestada através da verificação do funcionamento correto do sistema, tanto no nível de seus elementos estruturais básicos, quanto no nível do sistema, o qual deve atingir as metas inicialmente levantadas na análise de requisitos.

*Implantação* – O sistema será instalado na Secretaria Estadual de Meio Ambiente e ajustes finais serão realizados para adequá-lo ao ambiente de produção. Concomitante a isso a equipe técnica Estadual estará recebendo treinamento no sistema.

Por outro lado, enquanto o foco do projeto de um sistema convencional são os “dados”, o projeto de um sistema especialista (SE) deve focalizar o “conhecimento” do problema. O projeto de um SE organiza e estuda o conhecimento de um domínio de aplicações. Este processo é interativo e incremental, isto é, o projetista cria um protótipo do sistema, efetua testes e então modifica o conhecimento do sistema até satisfazer totalmente o usuário. O desenvolvimento do SE será baseado na abordagem apresentada em Durkin (1994).

Usualmente, estes sistemas são baseados em regras, onde efeitos aparecem nas premissas e as causas nas conclusões (i.e, efeitos -> causas). Em consequência, o raciocínio adotado para a inferência nestes sistemas é do tipo dedutivo; a partir das regras (efeitos -> causas) e fatos (efeitos), deduzem-se novas informações (causas). Como as causas dificilmente podem ser deduzidas com certeza a partir de um conjunto de efeitos, estes sistemas geralmente adotam algum modelo de representação de incerteza para permitir ao especialista exprimir sua confiança na regra.

Os sistemas baseados nesta abordagem tiveram um grande sucesso na época de seu surgimento (década de 80), e geraram uma grande expectativa sobre a aplicação deste tipo de abordagem em qualquer área de conhecimento. No entanto, muitos desenvolvedores de aplicações se frustraram na tentativa de modelar o conhecimento de seus especialistas no formato adotado por estes sistemas. Pode-se argumentar que o problema principal com este tipo de abordagem é que o conhecimento do tipo efeitos -> causas é contrário à maneira com que os fenômenos ocorrem na natureza (causas -> efeitos). Embora seja possível a criação de regras que concluem uma causa plausível para um conjunto de efeitos, os especialistas nem sempre conseguem ser precisos e raramente tem certeza absoluta sobre a informação que fornecem.

O conhecimento modelado através de regras do tipo causas -> efeitos é, pois, mais fácil de ser obtido, mesmo que algum tipo de incerteza/imprecisão permeie este conhecimento. Na década de 90, o conhecimento na forma causas -> efeitos passou a ser modelado, com o consequente uso de raciocínio do tipo abduutivo; a partir das associações (causas -> efeitos) e fatos (efeitos), criam-se novas hipóteses (causas) (Peng & Reggia, 1990).

Em Massruhá (2003) é apresentada uma nova abordagem para desenvolvimento de sistemas de suporte à decisão que integra conceitos de inferência abduitiva, lógica nebulosa e teoria de decisão. A abordagem proposta foi validada no domínio de diagnóstico, investigação e tratamentos de doenças de milho. Entretanto, espera-se que os desenvolvimentos teóricos obtidos possam ser aplicados para outros domínios de aplicação.

No presente trabalho, pretende-se estruturar um sistema de informação georreferenciada e desenvolver um sistema de suporte à decisão para monitoramento ambiental que integre SEs e SIGs de modo que o SE seja baseado na abordagem apresentada em Massruhá (2003). Entretanto, a complexidade dos dados georreferenciados manipulados nos SIGs é bem maior. Segundo Fonseca et al. (2003), a representação dos conceitos associados aos dados georreferenciados no sistema computacional envolve, além dos atributos descritivos dos

conceitos como representado em sistemas convencionais, a descrição dos seus componentes geométricos e posicionais.

Conseqüentemente, a integração de SE baseados na abordagem abduativa e SIGs não é trivial e uma investigação mais detalhada da abordagem proposta em Massruhá (2003) será necessária para desenvolvimento deste trabalho.

#### 4. Resultados Previstos

Os seguintes resultados e produtos estão previstos no final da execução da pesquisa:

- ❖ Sistema de informação georreferenciada e apoio à tomada de decisão validado e implantado;
- ❖ Banco de dados georeferenciados com mapas em diferentes escalas (1:1.000.000, 1:100.000 e propriedades rurais);
- ❖ Mapas de desmatamento na escala 1:100.000 do Estado do MS, para o ano de 2006;
- ❖ Mapas de remanescente da cobertura vegetal por tipologia e tipos de uso na escala de 1:100.000 do Estado de MS, para o ano de 2006;
- ❖ Fontes dos aplicativos que compõem o sistema de informação e tomada de decisão;
- ❖ Equipe estadual capacitada.

A implantação e a operacionalização de um sistema deste porte nas Secretarias Estaduais permitirá, ao Estado, sair de uma realidade atual que é um controle de forma analógica e manual para um controle na forma digital. Esta modificação de procedimento promoverá um impacto positivo na qualidade das análises de regularização ambiental e autorização de implantação de empreendimentos estratégicos, auxiliando na sustentabilidade do agronegócio e na conservação ambiental. Além disso, permitirá aos Governos Estaduais:

- ❖ Estruturar as bases técnicas para apoio a tomada de decisão;
- ❖ Acompanhar a implantação de empreendimentos estratégicos ou agropecuários em todas suas fases;
- ❖ Manter o controle permanente das atividades potenciais ou efetivamente poluidoras de modo a compatibilizá-las com os critérios vigentes de proteção ambiental.

#### 5. Referências bibliográficas

Angelsen, A.; Kaimawotiz, D. (ed.). **Agricultural Technologies and Tropical Deforestation**. Wallingford. UK: Biddles Ltd, Guildford and King's Lynn. 2001. 422 p.

Assad, E.D.; Sano, E.E. **Sistemas de informações geográficas: aplicações na agricultura**. Brasília: EMBRAPA-CPAC, 1993. 274p.

Durkin, J. **Expert systems: design and development**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1994. 800p.

Fonseca, F.; Davis, C., Câmara, G. **Bridging ontologies and Conceptual Schemas in Geographic Information Integration**. *GeoInformática*, 7(4): 355-378, 2003.

Massruhá, S. M. F. S. **Uma teoria de coberturas nebulosas para diagnóstico, investigação e tratamento**. (INPE-10425-TDI/922 – Tese de Doutorado em Computação Aplicada) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos:INPE, 251 p., 2003.

NASA Jet Propulsion Laboratory. **The Shuttle Radar Topography Mission collected topographic data over nearly 80 percent of Earth's land surfaces, creating the first-ever near-global data set of land elevations**. <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/mission.htm>. 2004a. (acessado em 26 de julho de 2004).

NASA Jet Propulsion Laboratory. **The objective of the Shuttle Radar Topography Mission is to obtain elevation radar data on a near-global scale to generate the most complete high-resolution digital topographic database of Earth. The SRTM radar data have many applications**. <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/missionoverview.html>. 2004b (acessado em 26 de julho de 2004).



- Peng, Y.; Reggia J.A. **Abductive Inference Models for Diagnostic Problem-Solving**, Springer\_Verlag, 1990.
- Rumbaugh, J.; Jacobson, I.; BOOCH, G. **The Unified modeling language reference manual**. New York: Addison Wesley Longman Inc, 1999, 550p.
- Santos, R. F. dos; Carvalhais, H. B.; Pires, F. Planejamento Ambiental e Sistemas de Informações Geográficas. **Caderno de Informações Georreferenciadas – CIG**, Campinas, v.1, n.2, artigo 2, 13p., 1997, <<http://orion.cpa.unicamp.br/revista/cigv1n2a2.html>>. Acessada em 12/05/2001.
- Silva, J. S.V.; Abdon, M. M. Desmatamento na bacia do Alto Paraguai - Pantanal brasileiro - até 1994. (CD-ROM). In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE PERCEPCION REMOTA, 8, Mérida, Venezuela, 2-7 novembro 1997. **Memórias...** Caracas: SELPER/Unidade Técnica de Sistemas. Instituto de Ingeniería. 1997. Monitoreo de Recursos Naturales (RCN\_007.doc).
- Silva, J.S.V.; Abdon, M. M.; Silva, M.P.; Romero, H.R. Levantamento do desmatamento no Pantanal brasileiro até 1990/91. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 33 (número especial). Out. 1998, p. 1739-1746.
- Silva, J.S.V.; Melo, E.C.; Almeida JR, N. Deforestation Within the Upper Paraguay River Basin – Brazilian Pantanal Wetland – Until 1976. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10, Foz do Iguaçu, 21 a 26 de abril de 2001a. **Anais...** São José dos Campos: INPE/SELPER, 2001. (Seção Oral: Monitoramento Ambiental, CD-ROM, 230.pdf). 10 p.
- Silva, J.S.V.; Almeida JR, N.; Melo, E.C. Deforestation Within the Upper Paraguay River Basin – Brazilian Pantanal Wetland – Until 1984. In: REUNION DE GEOLOGIA AMBIENTAL Y ORDENACION DEL TERRITORIO, 3 REUNION DE GEOLOGIA AMBIENTAL Y ORDENACION DEL TERRITORIO DEL AREA DEL MERCOSUR, 1, Mar del Plata, Argentina, 28 al 31 de marzo, 2001b. **Actas...** Mar Del Plata: Universidade Nacional de Mar Del Plata, 2001b. (CD-ROM). 15 p. Não-paginado.
- USGS EROS Data Center. **Shuttle Radar Topography Mission**. <http://edc.usgs.gov/srtm/mission.html> . 2004b. (acessado em 26 de julho de 2004).
- USGS EROS Data Center. **SRTM Documentations**. <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/faq.html>. 2004a. (acessado em 26 de julho de 2004).