

Ferramenta computacional para auxílio à análise técnica de processos de licenciamento ambiental utilizando geotecnologias

Eduardo Antonio Speranza ¹
João dos Santos Vila da Silva ¹

¹ Embrapa Informática Agropecuária - CNPTIA
Av. André Toselo, 209 - Caixa Postal 6041
13083-886 - Campinas, SP, Brasil
{speranza,jvilla}@cnptia.embrapa.br

Resumo. Este trabalho descreve a elaboração de uma ferramenta computacional para auxílio à análise técnica de processos de licenciamento ambiental, com o uso de geotecnologias. Essa ferramenta constitui mais um módulo do Sistema Iterativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental – SISLA e está em fase de testes pelos técnicos do Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul (Imasul). Para o desenvolvimento desse módulo, foram utilizadas ferramentas já bastante difundidas no campo das geotecnologias e computação, como o I3Geo/MapServer, linguagem de programação PHP e banco de dados PostgreSQL com extensão espacial (PostGIS). A grande vantagem de sua utilização se dá pelo fato de todas as áreas mapeadas para o processo de licenciamento ambiental em questão serem carregadas ao mesmo tempo. Além disso, outros temas disponíveis no SISLA também podem ser carregados em conjunto com esses mapas, possibilitando ao técnico visualizar a existência de áreas protegidas pelo governo próximas ou até mesmo que avançam na área da propriedade ou do projeto de licenciamento. Em trabalhos futuros, pretende-se agregar a esse módulo uma ferramenta para auxílio à tomada de decisão para gestão e monitoramento de regularização ambiental, com base nas leis e resoluções definidas pelo governo.

Palavras-chave: geotecnologias, sistemas de informações geográficas, licenciamento ambiental.

Abstract. This paper describes the development of a computational tool to aid the technical analysis of environmental licensing processes, with the use of geotechnology. This tool is an additional module of Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental - SISLA and is currently being tested by the technicians of the Instituto de Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul (Imasul). For the development of this module, we used tools already quite widespread in the field of geotechnology and computing, as I3Geo/MapServer, PHP language and PostgreSQL database with spatial extension (PostGIS). The great advantage of its use is partly because of all the areas mapped to the environmental licensing process in question be loaded at the same time. In addition, other themes available in the SISLA can also be loaded with these maps together, allowing the technician to visualize the protected areas by government near or even advancing in the area of the property or project licensing. In future work, we intend to add this module to a tool to aid decision making for management and monitoring of environmental regulations based on laws and resolutions defined by the government.

Key-words: geotechnology, geographic information systems, environmental licensing

1. Introdução

As geotecnologias podem ser definidas como um conjunto de ferramentas que possibilitam a coleta, análise e disponibilização da informação com referência espacial. Desse modo, a informação possui também a localização geográfica como fator para integração e análise. Dentre as ferramentas de geotecnologias, destacam-se os sistemas de informação geográfica (SIG), o sensoriamento remoto por satélite e o sistema de posicionamento global (GPS). Aliadas à Tecnologia da Informação (TI), a integração entre essas ferramentas compreende a forma mais ampla das geotecnologias.

O uso da rede de comunicação internet surge como auxílio para a disseminação da informação geográfica. Uma maneira eficaz de gerar informações em forma de mapa e disponibilizá-las para grupos de usuários finais é por meio de páginas Web. Os sítios *Web Mapping* estão se tornando cada vez mais populares, e possibilitam a criação de aplicações estáticas e interativas (Mitchell, 2005).

Quando uma aplicação *Web Mapping* se diz interativa, deve permitir ao usuário realizar operações básicas sobre os mapas como ampliação, deslocamento, medição de área e de distância. Além disso, a maioria das aplicações desse tipo possui ferramentas de busca avançada aos dados, permitindo a combinação de diferentes mapas armazenados na base de dados. O intuito dessas ferramentas é recuperar os mapas da maneira que o usuário necessita, permitindo assim a visualização de diversos temas com informações espaciais simultaneamente. No entanto, deve-se ter bastante cuidado quando o processo de tomada de decisão envolve as informações geográficas (Araújo e Lima, 2005). Problemas na conversão de dados espaciais para a Web, como a exibição incorreta dos aspectos de legenda, podem levar a decisões equivocadas.

No que diz respeito aos processos de licenciamento ambiental, vários fatores são determinantes para que um empreendimento tenha o seu projeto aprovado. Em resumo, busca-se sempre a preservação das áreas protegidas pelo governo, de forma a manter o desenvolvimento da fauna e da flora da região. Na maioria das vezes, existe a necessidade de visita técnica ao local, para que seja realizada a comprovação de algumas informações. No cenário atual, aonde um grande volume de informações geográficas vem sendo gerado pelas instituições públicas e a disponibilidade de ferramentas Web para recuperação e visualização de dados espaciais de maneira integrada se torna cada vez maior, verifica-se a necessidade de construção de uma ferramenta que permita a visualização simultânea das áreas de um processo de licenciamento ambiental em conjunto com os mais variados temas, como vegetação, imagens de satélite, unidades de conservação, formação de corredores ecológicos, terras indígenas, etc. Muitos desses temas podem ser utilizados

para determinar o deferimento ou não de uma área solicitada para um projeto que exige o licenciamento ambiental. Devido a esses fatores, faz-se necessária a criação de uma ferramenta computacional para análise técnica dos processos de licenciamento, utilizando-se o cruzamento de informações disponíveis a fim de evitar idas a campo desnecessárias.

Essa ferramenta está sendo implementada como um módulo do Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental – SISLA (Vendrusculo *et al.* 2009 a; Vendrusculo *et al.* 2009 b; Vendrusculo *et al.* 2008), que é um *software* gerado a partir do projeto GeoMS, convênio entre a Embrapa Informática Agropecuária e o Governo do Estado do Mato Grosso do Sul. O projeto GeoMS tem como objetivo principal a estruturação de um sistema de informação georreferenciada para monitoramento do espaço rural e geração de informação estratégica, de forma a auxiliar governos estaduais na tomada de decisão sobre a implantação de projetos estratégicos, utilizando como estudo de caso o Estado de Mato Grosso do Sul.

O SISLA foi desenvolvido com ferramentas de código livre e já é utilizado por empreendedores rurais, técnicos e gestores do Estado do Mato Grosso do Sul, contribuindo para agilizar a análise dos processos de licenciamento ambiental, no que tange às análises de proximidade de áreas protegidas e seu entorno.

O módulo desenvolvido nesse trabalho baseou-se em processos de atividades florestais cadastrados pelo Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul (Imasul).

2. Objetivo

O objetivo principal desse trabalho foi a implementação computacional de uma ferramenta para recuperação simultânea de mapas referentes a processos de licenciamento ambiental via web. Esses mapas compreendem o perímetro da propriedade, a área do projeto dentro da propriedade referente à atividade que está solicitando o licenciamento ambiental, outras áreas da propriedade que necessitam ser mapeadas por lei, bem como temas vetoriais e matriciais disponíveis no SISLA, gerados pelo Imasul e por trabalhos no âmbito do projeto GeoMS. A ferramenta desenvolvida poderá ser utilizada no auxílio a tomada de decisão em processos de licenciamento ambiental para o governo de Mato Grosso do Sul, principalmente em áreas que abrangem a Bacia do Alto Paraguai e conseqüentemente o bioma Pantanal. Especificamente para esse bioma, a legislação estadual estabelece normas diferenciadas com relação a alguns processos de licenciamento, como supressão vegetal e limpeza e substituição de pastagens, fazendo com que a análise para autorização de realização dessas atividades seja bastante minuciosa. Desse modo, ferramentas que possam facilitar essa análise tornam-se importantes no decorrer do processo.

3. Material e Métodos

O módulo para análise técnica dos processos que contempla a recuperação simultânea de mapas está integrado ao SISLA, que utiliza como base o *software* I3Geo. Desenvolvido pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), o I3Geo é uma ferramenta de código livre voltada para o acesso e integração de dados geográficos pela Web. Com a incorporação de diversas ferramentas computacionais livres em uma interface única (MapServer, PostgreSQL/PostGIS, PHP, JavaScript), a ferramenta permite a visualização e análise de dados geográficos através da criação de mapas interativos. Com isso, possibilita o

acesso a um conjunto de informações relevantes sobre o meio ambiente, além de ser uma eficiente ferramenta de gestão (Governo Eletrônico, 2007). A coleta de dados não é o foco do I3Geo, a menos que se considere como coleta a integração entre serviços de fornecimento de dados no padrão OGC. Nesse sentido, as principais dificuldades dizem respeito à capacidade das instituições governamentais em manter e disponibilizar dados geográficos, situação esta que vem melhorando significativamente nos últimos três anos (Software Livre, 2008).

A base de dados utilizada para testes do módulo implementado nesse trabalho refere-se a processos de licenciamento ambiental de atividades florestais do estado de Mato Grosso do Sul dos anos de 2008, 2009 e 2010. Em cada um dos processos, quatro tipos diferentes de mapas podem estar armazenados, de acordo com as normas estaduais: informações sobre a(s) matrícula(s); informações sobre cobertura vegetal e uso da terra atual e atividades a serem licenciadas; informações sobre áreas inundáveis; e informações sobre áreas de influência direta e indireta do empreendimento. A distribuição dos empreendimentos referenciados nos processos se dá ao longo de todo o estado, e a maioria deles se concentra na Bacia do Alto Paraguai (cerca de 58% do total). Processos relacionados à Regularização de Reserva Legal (75%) e Supressão Vegetal (16%) compreendem a maioria dos empreendimentos cadastrados na base de dados disponibilizada para esse trabalho. A **Figura 1** mostra a área de abrangência das propriedades onde estão localizados os empreendimentos e o predomínio destas na bacia do Alto Paraguai.

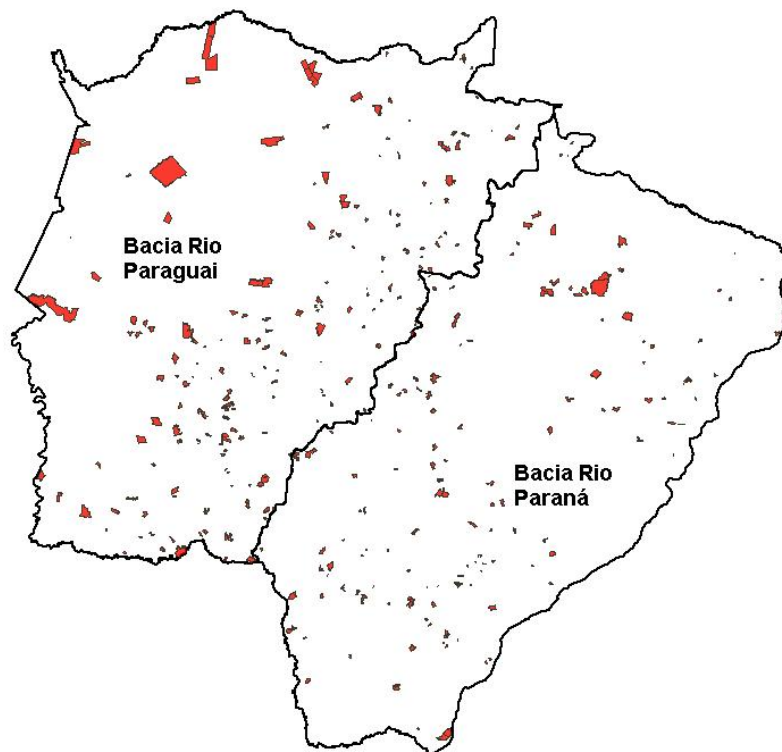


Figura 1. Perímetro de propriedades com empreendimentos solicitantes de licenciamento ambiental – Estado de Mato Grosso do Sul.

O SISLA disponibiliza ainda, em sua base de dados, mapas vetoriais referentes às Unidades de Conservação (Gerência de Unidades de Conservação do Imasul), Bacias Hidrográficas e Hidrografia (Agência Nacional de Águas), Biomas em Mato Grosso

do Sul; Cobertura Vegetal (Macrozoneamento 1984/1985) e Terras Indígenas (FUNAI -2008); e dados de satélites, distribuídos em Mosaico de Imagens CBERS (20 m) e SRTM (30 m) por carta 1:250.000.

O módulo para auxílio a análise técnica dos processos de licenciamento ambiental permite ao usuário: recuperar informações textuais referentes a um único processo por vez; recuperar e carregar todos os mapas anexados a esse processo, que podem ser exibidos em cores distintas de acordo com a escolha do usuário; e selecionar para exibição outros temas disponíveis no SISLA, que podem ser visualizados em conjunto com os mapas do processo. Também permite ao usuário emitir o seu parecer referente ao processo em questão.

De acordo com as opções escolhidas pelo usuário, o sistema constrói dinamicamente uma visão que vai conter os temas do processo e aqueles selecionados pelo usuário, bem como seus atributos de configuração de cores e legenda.

Especificamente para os mosaicos de imagens CBERS e SRTM, foi realizada uma implementação especial para recuperação das cartas, se por ventura o usuário escolher pelo menos um desses dois temas para serem exibidos em conjunto com os dados do processo. No total, são 34 cartas disponíveis para cada um desses dois temas.

Ao carregar os módulos do processo, a ferramenta de análise realiza um *zoom* automático com abertura de aproximadamente 500 metros em relação ao perímetro da propriedade. Em uma rápida análise, concluiu-se que a maioria dos mapas das propriedades e seus respectivos projetos de licenciamento ambiental possuem interseção com no máximo quatro cartas.

Além disso, verificou-se que, carregar em cada análise de processo todas as 34 cartas do mosaico de imagens CBERS ou SRTM acarreta em um custo computacional bastante alto. Sendo assim, fazia-se necessário que o sistema carregasse apenas as cartas de interesse no momento da análise do processo. A implementação de uma rotina que, no momento em que o mapa do perímetro da propriedade fosse carregado, verificasse qual ou quais cartas do mosaico CBERS ou SRTM seriam carregadas também não é de simples implementação. Assim, verificou-se a necessidade de serem encontradas soluções de *software* livre já existentes para a resolução desse tipo de problema, que fossem compatíveis com a arquitetura básica do SISLA, ou seja, baseada em MapServer.

Na medida em que estão presentes *layers* muito grandes do tipo matricial, que é como são chamadas as imagens georreferenciadas, é conveniente e traz uma melhor desempenho computacional a divisão dessas imagens em alguns arquivos de tamanho menor, assim como foi realizado com as cartas dos mosaicos de imagens CBERS e SRTM. Cada arquivo é considerado um pedaço, ou *tile*, de um mosaico de imagens a ser exibido. A lista de arquivos formando um *layer* pode ser armazenada em um *shapefile*, onde cada linha da tabela de atributos representa a referência de cada imagem, bem como o nome do seu respectivo arquivo. Essa metodologia é chamada de *tileindex* e funciona da mesma maneira para *layers* do tipo vetor (MapServer, 2010).

A Biblioteca de Abstração de Dados Geo-Espaciais (GDAL) é uma biblioteca de código livre para tradução de formatos de dados geográficos. Além disso, conta com uma variedade de programas utilitários para tradução de formatos e uma série de outras funções. Um deles é o *gdaltindex*, que permite a construção de *shapefiles* com a metodologia *tileindex* para imagens matriciais.

O MapServer, por sua vez, suporta a visualização de imagens matriciais por meio da propriedade TILEINDEX. O resultado pode ser representado em arquivos MAP como uma *layer*, mas primeiramente o MapServer examina o índice e assegura que apenas os arquivos contendo imagens matriciais que sobrepõem a visão atual serão carregados.

Assim, o problema de decidir quais cartas do mosaico de imagens CBERS ou SRTM carregar na análise técnica de um processo foi resolvido utilizando-se essa metodologia.

A análise dos mapas exigidos é apenas um dos passos na análise do licenciamento ambiental, e é a contribuição dada pelo SISLA durante esse processo. Para que essa funcionalidade seja utilizada de forma oficial, deve existir uma integração entre o SISLA e o sistema estadual que controla o fluxo e a análise dos processos.

4. Resultados e Discussão

Nessa seção, serão exibidos alguns resultados obtidos com a implementação dessa ferramenta. Devido à mesma estar restrita aos técnicos, ao acessá-la o usuário se depara com uma solicitação de login e senha. A primeira solicitação ao usuário, após realizar o *login*, é que digite o número do processo para ser recuperado, conforme mostra a **Figura 2**:

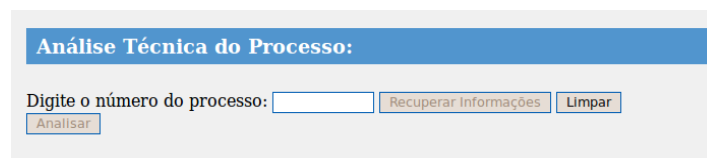


Figura 2. Entrada do número de processo.

Na próxima fase, após solicitar a recuperação das informações do processo, o usuário deverá visualizar alguns dados do mesmo e configurar as cores para exibição e legenda dos quatro mapas que podem estar presentes no processo (**Figura 3**).

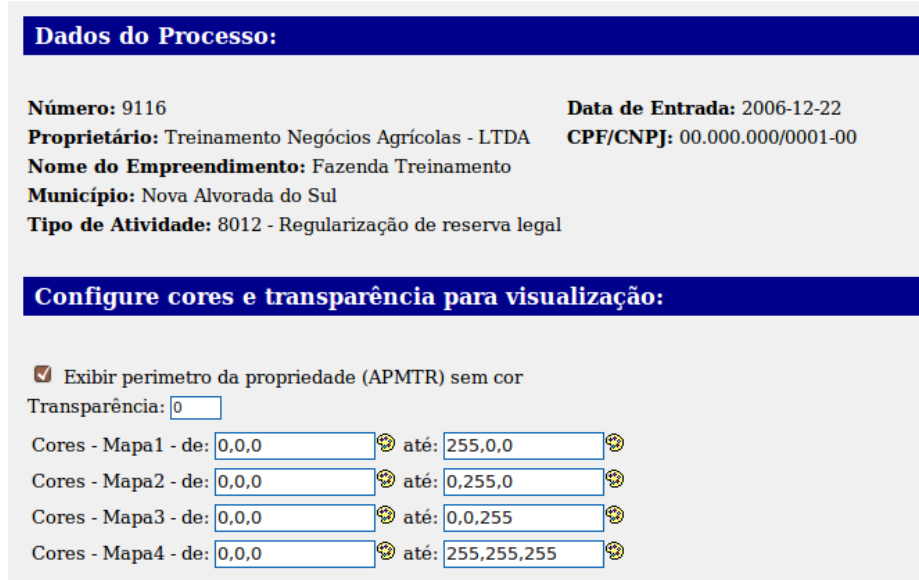


Figura 3. Dados do processo e configuração de cores.

A opção “Exibir perímetro da propriedade (APMTR) sem cor” permite ao usuário manter o mapa de perímetro da propriedade transparente, apenas com o seu contorno visível. Essa opção facilita a visualização dos outros mapas do processo, que unidos deverão ter sua área correspondente a área do mapa de perímetro. Para cada um dos quatro mapas do processo, é possível escolher a escala de cores desejada para exibição.

Finalmente, é possível também escolher os temas disponíveis no SISLA, tanto

vetoriais como imagens *matriciais*, que deverão ser exibidos de maneira simultânea aos mapas do processo (**Figura 4**).

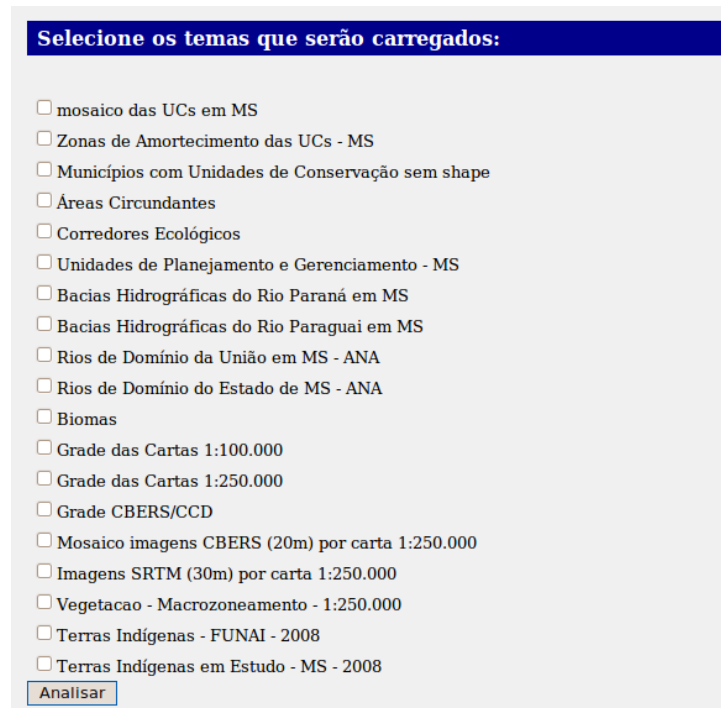


Figura 4. Temas disponíveis no SISLA.

Nesse momento, os temas referentes a imagens matriciais (CBERS e SRTM) aparecem de maneira unificada, deixando para o sistema selecionar quais serão as cartas a serem carregadas, por meio do TILEINDEX.

A **Figura 5** mostra os mapas carregados de um processo, em conjunto com as cartas de imagens CBERS da região.

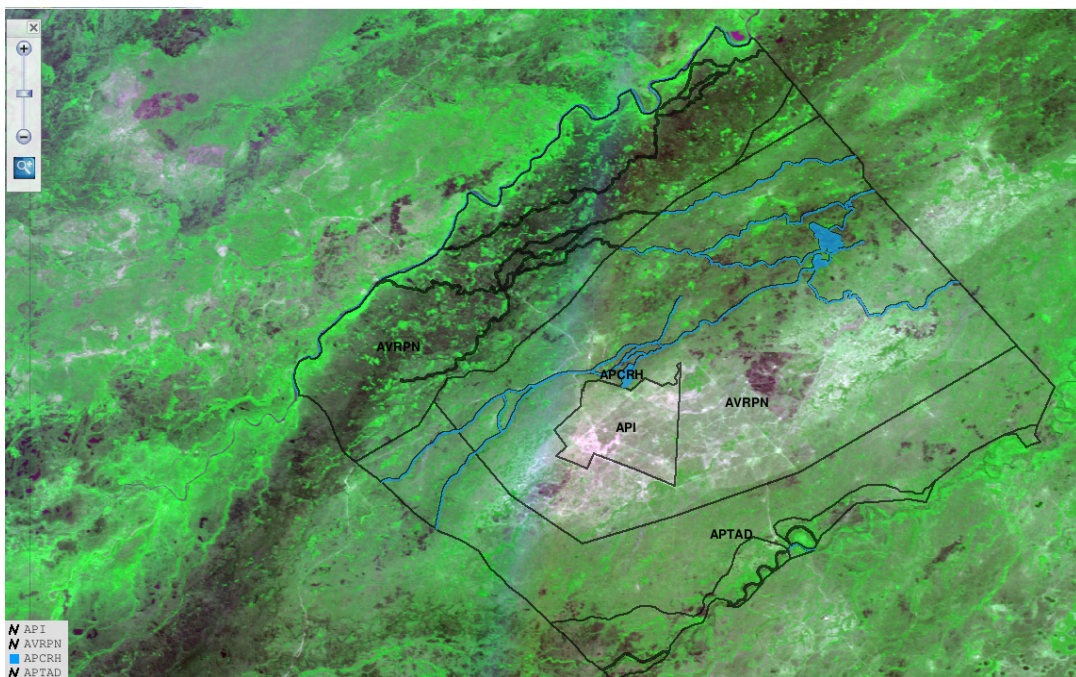


Figura 5. Mapas de processo de licenciamento para Regularização de Reserva Legal.

O processo exibido nessa figura trata-se de um pedido de Regularização de Reserva Legal. Podem ser observadas claramente as áreas delimitadas da propriedade, de acordo com o que está previsto nas leis estaduais: Área com Pastagem Implantada (API); Área de Vegetação Remanescente com Pastagem Nativa (AVRPN); Área de Preservação Permanente Confrontante com Recurso Hídrico (APCRH); e Área do Projeto para Termo de Averbação Definitiva de Reserva Legal (APTAD). Nessa imagem, todas as classes, exceto a APCRH, foram desenhadas sem cor, para que pudesse ser observada a imagem CBERS ao fundo.

Desse modo, é possível realizar algumas análises como na **Figura 6**, onde pode ser comparado o polígono referente a Área de Preservação Permanente Confrontante com Recurso Hídrico (APCRH), em azul, com o curso do rio exibido na imagem CBERS.

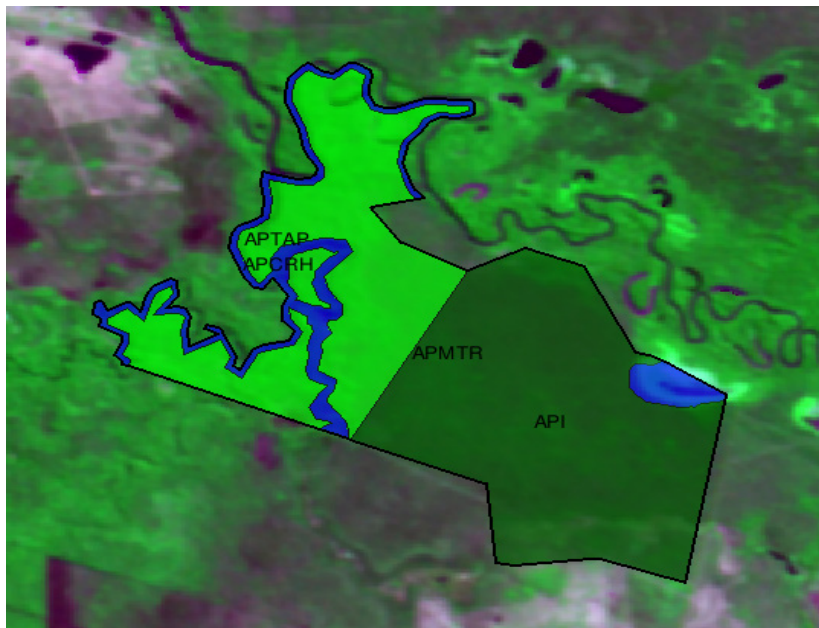


Figura 6. Mapas de processo de licenciamento ambiental.

Uma análise, mesmo que visual, de interseção de áreas, pode ser realizada também com a utilização dessa ferramenta. A **Figura 7** mostra um processo de Supressão Vegetal, exibido simultaneamente com um mapa de vegetação do Estado do Mato Grosso do Sul.

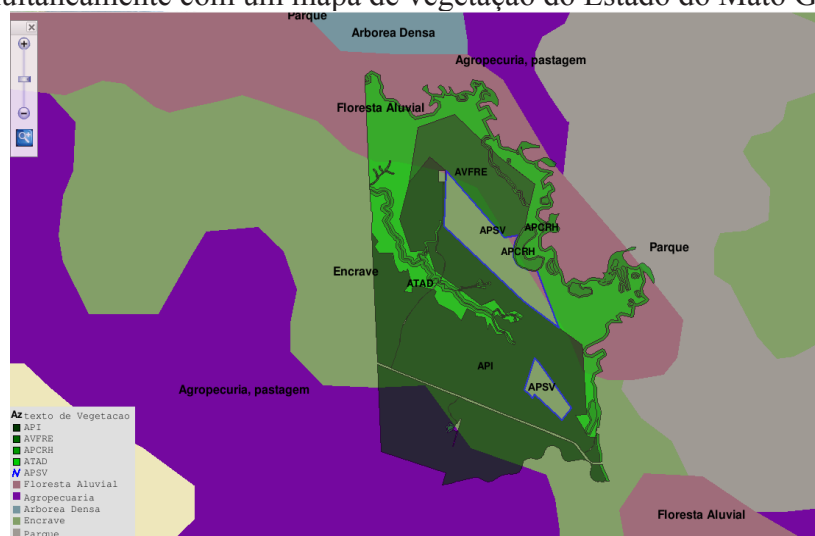


Figura 7. Processo de Supressão Vegetal.

A classe APSV, que corresponde a Área de Projeto de Supressão Vegetal, foi desenhada nessa imagem sem a cor de fundo, e com o contorno em azul para que fosse destacada. Pela imagem, e observando-se o mapa de vegetação ao fundo, pode-se verificar que a área do projeto intercepta quase que em sua totalidade a vegetação do tipo “Encrave”. Essa observação pode gerar um alerta ao técnico que está analisando o processo, se existirem incompatibilidades entre a vegetação do local e o projeto de licenciamento solicitado.

A **Figura 8** apresenta outro exemplo de processo de Supressão Vegetal em que sua área de projeto está toda distribuída em dos tipos distintos de vegetação.

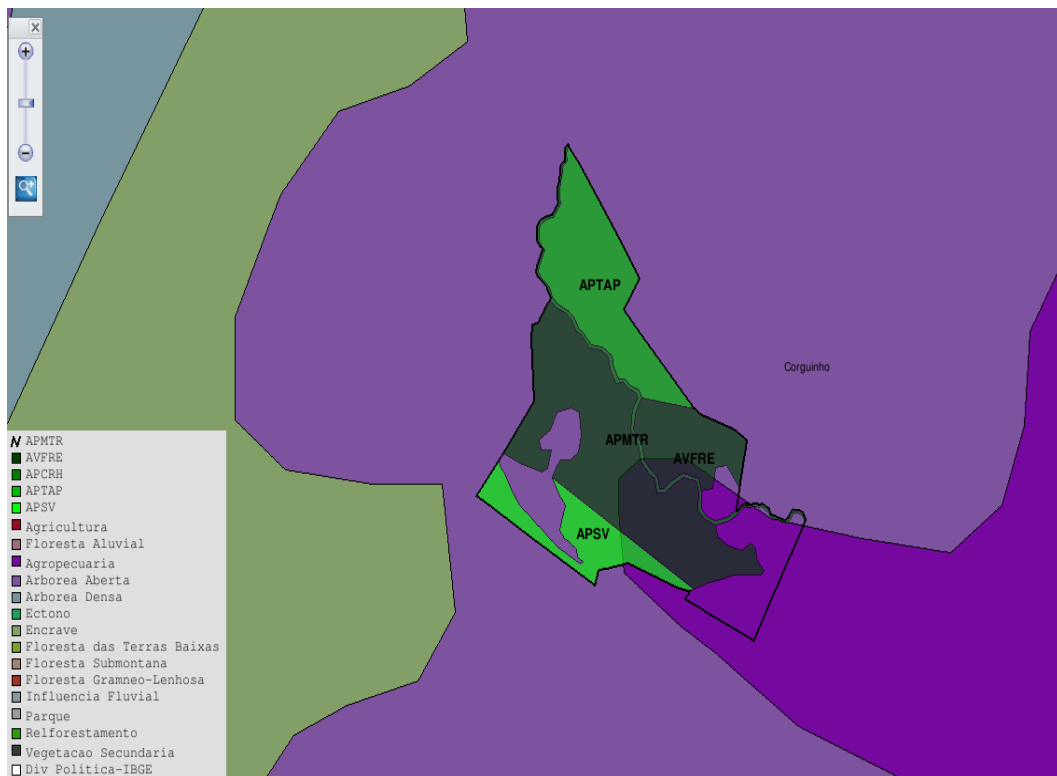


Figura 8. Processo de Supressão Vegetal.

5. Conclusões e Sugestões

O mecanismo de recuperação de imagens de satélite utilizando o *tileindex* faz com que a recuperação das cartas dessas imagens seja realizada de forma eficiente e rápida, já que, apesar de cada imagem ocupar aproximadamente 100 MB de espaço em disco, apenas as imagens que interceptam a área da propriedade são carregadas.

A ferramenta de análise técnica também pode ser útil quando se deseja verificar inconsistências nas áreas delimitadas para um processo de licenciamento ambiental. Podem ser verificadas a veracidade das informações quanto à vegetação do local, áreas de preservação permanente, proximidade de recursos hídricos, dentre outras.

Esse módulo deve ainda ser aperfeiçoado, para que possa atender de uma maneira mais completa as necessidades dos técnicos que realizam a análise dos processos. Para isso, testes devem ser realizados procurando-se identificar os defeitos da ferramenta e o potencial da mesma para agregar novas características que possam torná-la uma ferramenta eficiente nessa importante etapa do processo de licenciamento ambiental. Além disso, os dados referentes ao processos deverão ser originários do Sistema Imasul de Registros e Informações Estratégicas do Meio Ambiente (Siriema), que atualmente

está sendo integrado ao SISLA por mecanismos de *WebServices*.

Uma dessas novas características é a incorporação de um módulo para apoio a tomada de decisão para gestão e monitoramento de regularização ambiental. Esse módulo deverá ser baseado em sistemas inteligentes, e a partir dos dados georreferenciados e de uma base de conhecimento, deverá fornecer subsídios para identificação de áreas aptas para implantação de empreendimentos agropecuários em acordo com a legislação ambiental vigente. Um trabalho de modelagem da realidade diária da análise de processos já foi iniciado, e seu resultado será utilizado em esforços na área de inteligência artificial visando o auxílio à tomada de decisão.

6. Referências

- Araújo, L.B.; Nagliati, M.M.; Vendrusculo, L.G.; Silva, J.S.V. Sistema de busca avançada de dados espaciais voltados ao licenciamento ambiental do Mato Grosso do Sul. In: Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 2., 2009, Corumbá. **Anais...** Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2009, v.2.
- Araújo, N. F.; Lima, P. Disseminação de dados geográficos através de mapas Interativos na web. In: Simpósio Mineiro de Sistemas de Informação, 2. 2005, Belo Horizonte. **Anais...**, 2005. v. 2.
- Carreiro, L.M.; Masshurá, S.M.F.S; Silva, J.S.V. SISMA: Módulo de apoio à tomada de decisão para gestão de monitoramento de regularização ambiental. In: Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica, 3, 2009, Campinas. **Anais...** Campinas: ITAL: IAC; Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. 1 CD-ROM.
- GDAL. **Geospatial Data Abstraction Library**. Disponível em: <<http://www.gdal.org>>. Acesso em: 30 jun. 2010.
- Governo Eletrônico. **Governo disponibiliza solução para acesso e integração de dados geográficos**. Disponível em: <<http://governoeletronico.gov.br/noticias-e-eventos/noticias/governo-disponibiliza-solucao-para-acesso-e-integracao-de-dados-geograficos>>. Acesso em: 21 jul. 2010.
- MapServer. **MapServer 5.6.5 Documentation**. Disponível em: <<http://www.mapserver.org>>. Acesso em: 30 jun. 2010.
- Mitchell, T. **Web Mapping Illustrated**. Sebastopol: O' Reilly Media, 2005.
- Software Livre. **Software Livre no governo do Brasil. Software I3Geo ajuda no processamento de dados geográficos via web**. Disponível em: <<http://www.softwarelivre.gov.br/noticias/software-i3geo-ajuda-no-processamento-de-dados-geograficos-via-web>>. Acesso em: 21 jul. 2010.
- Vendrusculo, L. G.; Oliveira, S. R. de M; Silva, J.S.V. ; Bernardino, J.; Copatti, A. SISLA - um sistema web de mapas interativos para auxiliar o licenciamento ambiental. In: Semana de Informática, Geotecnologias e Encontro de Software Livre (SIGES) , 2008, Santarém/PA. **Anais...** Santarém: Laboratório de Biosfera e Atmosfera, 2008. Não paginado. 1 CD-ROM. Seção Artigos.
- Vendrusculo, L. G.; Oliveira, S. R. de M; Silva, J. dos S. V. **Tecnologia Web para suporte ao licenciamento ambiental**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2009a (Comunicado Técnico).
- Vendrusculo, L. G.; Silva, J. S. V.; Araújo, L. B.; Oliveira, S. R. de M; Copatti, A. Uso da técnica de Web Mapping para disseminação de dados ambientais com enfoque no licenciamento ambiental In: Octava Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática (CISCI), 2009, Orlando, FL, 10 a 13 de julho de 2009. **Anais...** Orlando: International Institute of Informatics and Systemics, 2009b. p. 141-146. (CD-ROM).