



## BASE DE DADOS GEOESPACIAIS DO PROJETO GEOSALTUS

Iuri Menegoni **Pertili**<sup>1</sup>; Édson Luis **Bolfe**<sup>2</sup>; Priscila Brochado **Gomes**<sup>3</sup>;  
Bianca Pedroni de **Oliveira**<sup>4</sup>; Daniel de Castro **Victoria**<sup>5</sup>

Nº 14509

**RESUMO** - Este trabalho objetiva apresentar a primeira versão da base de dados geoespaciais (BDG) do Projeto GeoSaltus (Classificação e Espacialização do Estoque de Carbono de Florestas Naturais e Plantadas por meio de Sensoriamento Remoto). Os sistemas florestais fazem parte de uma importante estratégia de uso da terra, voltada à manutenção da biodiversidade, aos serviços ambientais, à geração de produtos madeireiros e não madeireiros. Os fluxos de emissões de gases de efeito estufa e o carbono estocado nas florestas são informações imprescindíveis, e sua estimativa pode amparar políticas públicas de desenvolvimento e sustentabilidade. Esta base objetiva integrar dados geoespaciais provenientes de várias fontes e que permitam gerar informações e consultas entre os membros do projeto e demais usuários. Os diferentes planos de informações geográficas usados na geração da BDG foram definidos a partir de sua relevância para o desenvolvimento do projeto e foram divididos em: a) imagens de satélite/bases cartográficas, b) mapas temáticos e c) áreas de estudo. A consulta da BDG e de suas relações espaciais pode ser acessada por meio do webgis GeoSaltus (<http://mapas.cnpm.embrapa.br/geosaltus/>).

**Palavras-chaves:** floresta, geoprocessamento, sensoriamento remoto.



**ABSTRACT** - *In this work we aim to show the first version of the GeoSaltus (Classificação e Espacialização do Estoque de Carbono de Florestas Naturais e Plantadas por meio de Sensoriamento Remoto) project's geospatial database (BDG). Forest systems are part of an important land-use strategy focused on maintaining biodiversity, environmental services, and the production of timber and non-timber forest products. Greenhouse gas emission flows and carbon stocked in the forests are essential information, and their estimates may support public policies for development and sustainability. This BDG aims to integrate geospatial data from several sources and which enable the production of information and queries by the project's members and by other users. The different geographic information layers used to create the BDG were defined based on their relevance to the project's development, and were divided into: a) satellite images/cartographic bases, b) thematic maps and c) study areas. BDG queries and spatial relations may be accessed using the GeoSaltus' webgis (<http://mapas.cnpm.embrapa.br/geosaltus/>).*

**Key-words:** forest, geoprocessing, remote sensing.

## **1 INTRODUÇÃO**

Após análise de estudos observacionais e de modelagem sobre as mudanças climáticas de origem antrópica, decorrentes de alterações do uso e da cobertura da terra, Nobre et al. (2007) destacaram que tais alterações estão ligadas diretamente ao desmatamento de sistemas florestais para transformação em sistemas agrícolas e/ou pastagens, o que implica a transferência de carbono, na forma de CO<sub>2</sub>, da biosfera para a atmosfera.

Cada sistema florestal (natural e plantado) tem uma dinâmica fotossintética diferenciada decorrente das condições edafoclimáticas intrínsecas do ambiente e da vegetação que o compõe, formando, assim, classes distintas de estoque de carbono. A estimativa de biomassa desses sistemas é de grande relevância para o manejo florestal e o uso sustentável dos recursos naturais, assim como para questões relacionados ao clima, em que a biomassa é utilizada para estimar o estoque de carbono na vegetação e a quantidade de CO<sub>2</sub> liberada à atmosfera em decorrência da adoção de diferentes usos da terra (BOLFE et al. 2012; BROWN et al., 1995; HAIRIAH et al., 2001; IPCC, 2007; LU et al., 2005). Porém, é grande a dificuldade para avaliar e analisar as características terrestres localizadas, como a capacidade de fixação de carbono pelos vegetais, e gerar metodologias de extrapolação para áreas geograficamente mais abrangentes (WINROCK,



## 8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014 12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

1997). Estudos realizados atualmente com objetivo de estimar o carbono fixado em sistemas florestais são baseados principalmente em métodos nos quais é necessário obter amostras *in loco* das diferentes partes aéreas das plantas. Esses métodos são baseados em etapas laboriosas, com baixa expressão para gerar dados mais abrangentes, o que torna o processo pouco eficiente quando assumidos compromissos quantitativos em esfera geopolítica.

Partindo da hipótese de que variações da biomassa epígea em diferentes sistemas florestais ocasionam modificações nas propriedades espectrais dessa vegetação, o projeto GeoSaltus busca, como um de seus objetivos, avaliar correlações entre o estoque de carbono e índices de vegetação gerados por meio de imagens orbitais de diferentes sensores remotos. Nesse contexto, este trabalho objetiva apresentar a organização da primeira versão da base de dados geoespaciais do projeto, que envolve imagens de satélite/bases cartográficas e mapas temáticos das áreas de referência. O levantamento de dados e a organização de bases geoespaciais são tradicionalmente dificultados por demandarem expressivos fluxos de informações, metadados, interpretação e armazenamento adequados, que assegurem a confiabilidade das bases de dados. Segundo Assad e Sano (1998), essas bases são conjuntos de arquivos estruturados que facilitam o acesso a conjuntos de informações que descrevem determinadas entidades do mundo. Para este projeto, foram definidos 18 municípios com florestas naturais e plantadas nos biomas Cerrado, transição Cerrado/Amazônia, Pantanal, Mata Atlântica e Pampa. O banco de dados foi organizado utilizando sistemas de informação geográfica, e foi desenvolvido um webgis para a inserção periódica das bases cartográficas e dos dados de campo.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A base de dados geoespaciais foi definida a partir de sua relevância para o desenvolvimento do projeto GeoSaltus e está dividida em três grupos: a) imagens de satélite/bases cartográficas, b) mapas temáticos e c) áreas de estudo. Para a padronização de dados cartográficos, foi adotada metodologia sugerida pela Comissão Nacional de Cartografia (Concar). Os planos de informações foram inseridos em um servidor de dados espaciais que permite o armazenamento em única base, facilitando o acesso remoto via internet/intranet. Foram selecionados 18 municípios distribuídos em 9 estados, representando os biomas Amazônia, Cerrado, Amazônia, Pantanal, Mata Atlântica e Pampa. Entre as técnicas empregadas, destaca-se a utilização de base de dados geográficos em ambiente computacional dos sistemas de informações geográficas (SIG), que são aplicativos constituídos de cinco módulos, em que cada



## 8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014 12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

módulo é um subsistema que permite as operações de: entrada e verificação de dados; armazenamento e gerenciamento de banco de dados; apresentação e saída de dados; transformação de dados; e interação com o usuário (BURROUGH, 1989). Esses sistemas diferenciam-se de outros tipos de sistemas de informação pelas funções que realizam no contexto da análise espacial. Tais funções utilizam os atributos espaciais e não espaciais das entidades gráficas armazenadas no banco de dados e fazem simulações (modelos) dos fenômenos do mundo real, de seus aspectos ou parâmetros (CÂMARA; MEDEIROS, 2003).

As imagens de satélite Landsat foram adquiridas no site da *United States Geological Survey* (USGS)<sup>1</sup>. Como critério para o download das cenas, foram escolhidas as imagens do satélite Landsat 5 - TM que já têm correção atmosférica (*Land Surface Reflectance L4-5*), a partir de 2003, com no máximo 20% de nuvens, corrigidas geometricamente (TM L1T). Procurou-se escolher cenas de pelo menos três anos diferentes e em meses iguais, para fins de comparação e análise temporal. Após escolhida a imagem, foi feita uma visualização previa no próprio site para verificação de nuvens que poderiam existir nas áreas de estudo. Em seguida, foi feito o download da imagem padronizada para o formato tif. Por meio de ferramentas de SIG, foi efetuado um *buffer* de 500 m do arquivo vetorial, no formato *shapefile*, de cada município, com o intuito de abranger toda a área, corrigindo, assim, possíveis de delimitação. Esse *buffer* foi usado para recortar as imagens Landsat de cada município ou para gerar o mosaico, quando necessário. Imagens RapidEye foram obtidas por meio de um convênio estabelecido entre o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e a Embrapa Monitoramento por Satélite. Para este projeto foram utilizadas somente as cenas referentes aos municípios de interesse. As bases cartográficas foram obtidas por meio de bases vetoriais dos limites das unidades da federação, mesorregiões, microrregiões e municípios do Brasil, em escala 1:250.000, elaboradas e disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)<sup>2</sup>.

Os mapas temáticos foram gerados a partir de diversas fontes: Mapa de Solos do Brasil, Hidrografia Brasileira, Divisão Hidrográfica Nacional, Potencial Agrícola, Malha de Rodovias Brasileira, Malha de Ferrovias Brasileira, Malha de Hidrovias Brasileira (IBGE); Biomas do Brasil (IBGE e MMA); Mapa de Declividade (*Shuttle Radar Topography Mission*) e Ottobacias do Brasil (Agência Nacional de Águas). As áreas de estudo foram definidas pela coordenação do projeto, e foi gerado arquivo vetorial dos municípios em estudo, que foi obtido por meio do arquivo *shape* dos municípios brasileiros em escala 1:250.000 gerado pelo IBGE. Além deste, estão incluídos os

---

<sup>1</sup> Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>.

<sup>2</sup> Disponível em: <[ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapeamento\\_sistematico/base\\_vetorial\\_continua\\_escala\\_250mil/](ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapeamento_sistematico/base_vetorial_continua_escala_250mil/)>.



**8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014**  
**12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo**

arquivos vetoriais das áreas de estudo do projeto, que estão sendo adicionados ao webgis à medida que a equipe do projeto realiza as atividades de campo.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A Tabela 1 apresenta a relação da base de dados gerada no projeto GeoSaltus e a maneira como os arquivos estão organizados no webgis GeoSaltus.

**Tabela 1.** Base de dados geoespaciais adquirida para o projeto GeoSaltus.

<b>Nome</b>	<b>Escala</b>	<b>Fonte</b>	<b>Ano</b>
<b>Divisão política e administrativa</b>			
Estados-UF	1/250000	IBGE	2013
Mesorregiões	1/250000	IBGE	2013
Microrregiões	1/250000	IBGE	1990
Municípios	1/250000	IBGE	2013
<b>Meio físico</b>			
Solos	1/5000000	IBGE	2001
Declividade	1/1000000	INPE	2012
Hidrografia	1/1000000	IBGE	2012
Biomassas	1/5000000	IBGE/MMA	2012
Potencial agrícola	1/5000000	IBGE	2002
Ottobacias	1/1000000	ANA	2012
Divisão hidrográfica	1/1000000	IBGE	2012
<b>Logística</b>			
Rodovias	1/1000000	IBGE	2010
Ferrovias	1/1000000	IBGE	2010
Hidrovias	1/1000000	IBGE	2010
<b>Áreas de estudo</b>			
Municípios de estudo - GeoSaltus	1/250000	IBGE	2013

Os levantamentos das bases geoespaciais tiveram como objetivo gerar informações para fins de planejamento territorial florestal, e foi imprescindível obter os mais distintos planos de informações no meio físico, biológico e de logística, como ilustrado na Figura 1.



## 8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014 12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo



**Figura 1.** Exemplo de consultas e mapas disponíveis no webgis GeoSaltus: (A) declividade, (B) rodovias e ferrovias – Cerrito, RS. Fonte: Embrapa Monitoramento por Satélite (2014).

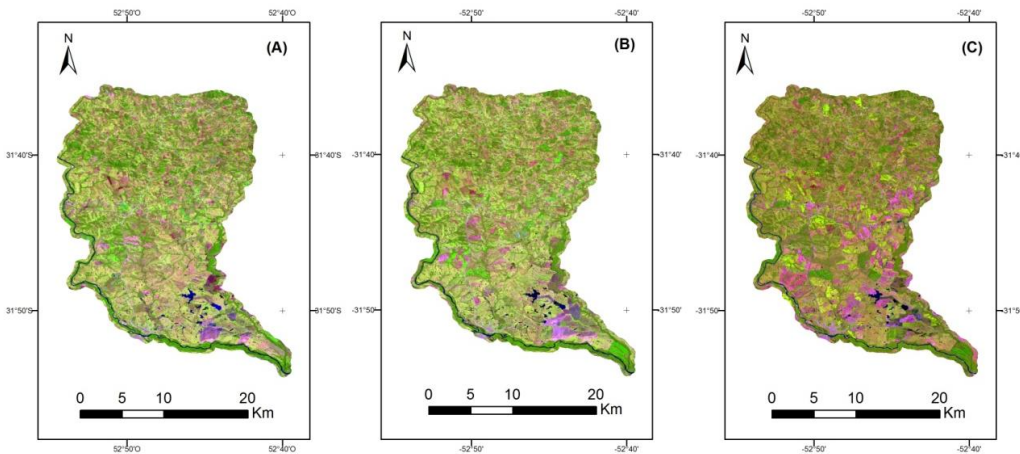
Até o momento, foram obtidas 122 cenas do Landsat 5 e 39 cenas do Landsat 7 para o BDG do GeoSaltus (Tabela 2). Não foi possível obter todas as cenas com os critérios estabelecidos na metodologia em meses iguais para os diferentes anos, devido à cobertura de nuvens, variando de um ano para outro. Foi gerado um mapa para cada município com seus respectivos anos, conforme representado na Figura 2. Como critério de estudo desses mapas foi levado em consideração a composição colorida RGB – 5/4/3. Foi possível avaliar, preliminarmente, alguns aspectos de uso e cobertura da terra (vegetação arbórea – verde escuro e rugoso, vegetação agrícola ou silvicultura – verde escuro e sem rugosidade, pastagens/campo - verde claro, solo exposto - roxo). Estas imagens serão utilizadas, posteriormente, no projeto para geração de um conjunto de variáveis espectrais e índices de vegetação (IV) das áreas florestais. Estas variáveis serão correlacionadas com parâmetros biofísicos com objetivo de desenvolver metodologia para obter índices de estoque de carbono, baseado na metodologia desenvolvida por Bolfe et al. (2012).

Para completa cobertura dos 18 municípios com as imagens RapidEye foram adquiridas 384 cenas para cada ano (Tabela 2). O tamanho de cada uma das cenas é de 25 por 25 km; assim, para completar toda a sua área, o número de cenas por município variou de uma (Ipaba, MG) até 136 (Corumbá, MT). Essas imagens serão utilizadas para a classificação das áreas florestais dos municípios, por apresentarem resolução espacial bem maior que as imagens Landsat, o que possibilitará melhor separação entre as florestas naturais e plantadas (Figura 3). Além disso, vale destacar que tais imagens têm sido adequadas para a classificação de tipologias florestais, como mostra o estudo de Kindu et al. (2013), que classificou quatro tipos florestais com acurácia de mais de 95%.

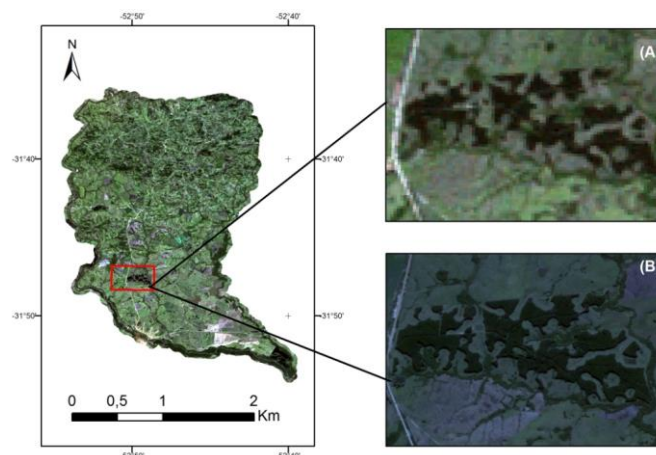
**Tabela 2.** Imagens de satélite adquiridas para o projeto GeoSaltus.

Sensor	Resolução espacial	Fonte	Ano	Quantidade
Landsat 5	30 m	USGS*	2003/2004/2008/2009/2011	35/1/58/14/14
Landsat 7	30 m	USGS*	2013	39
Landsat 8	30 m	USGS*	2014	1
RapidEye	5 m	MMA**	2011/2012	384/384

Assim, tornou-se possível sistematizar tais informações por meio da utilização de técnicas de geoprocessamento que são extremamente úteis para o planejamento territorial, pois reúnem aplicativos que permitem coletar, armazenar, recuperar, transformar, inferir e representar visualmente dados espaciais e também os dados estatísticos e textuais a eles relacionados (XAVIER, 2000). Nesse sentido, o webgis GeoSaltus surge como ferramenta de suporte ao planejamento territorial florestal.



**Figura 2.** Recorte das imagens Landsat 5 com o *buffer* de 500 m do Município de Cerrito, RS, nas datas (A) 15/10/2004, (B) 13/10/2009 e (C) 28/01/2014, composição colorida RGB-5/4/3.



**Figura 3.** Detalhe da imagem (A) Landsat 5 de 14/10/2009, composição colorida RGB-5/4/3, e da imagem (B) RapidEye de 05/05/2011, composição colorida RGB-3/2/1, evidenciando a diferença de resolução espacial entre as duas imagens.



#### 4 CONCLUSÃO

O uso de sistemas de informação geográfica possibilitou a estruturação da primeira base de dados geoespaciais do projeto GeoSaltus. O webgis gerado permite a atualização periódica das bases, como a inserção de novas imagens de satélites, bases cartográficas e dados de campo. A base de dados gerada será utilizada nas próximas etapas do projeto, com destaque para o desenvolvimento das seguintes atividades: (1) obtenção de um conjunto de variáveis espectrais a partir do sensoriamento remoto orbital de florestas naturais e plantadas nas áreas de referência nos biomas estudados; (2) aplicação de diferentes modelos de classificação digital para as florestas naturais e plantadas, por meio de correlação entre variáveis espectrais e parâmetros biofísicos; e (3) espacialização dos parâmetros biofísicos das florestas naturais e plantadas por meio de mapas de carbono.

#### 5 REFERÊNCIAS

- ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistema de informações geográficas**. Brasília, DF: Embrapa, 1998. 434 p.
- BROWN, I. F.; MARTINELLI, L. A.; THOMAS, W. W.; MOREIRA, M. Z.; FERREIRA, C. A. C.; VICTORIA, R. L. Uncertainty in the biomass of Amazonian forests: example from Rondônia Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 75, p. 175-189, 1995.
- BOLFE, E. L.; BATISTELLA, M.; FERREIRA, M. C. Correlação de variáveis espectrais e estoque de carbono da biomassa aérea de sistemas agroflorestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, p. 1261-1269, 2012.
- BURROUGH, P. A. **Principles of geographical information systems for land resources assessment**. Oxford: Clarendon, 1989. 194 p.
- CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. de. Operações de análise geográfica. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. (Org.). **Sistema de informações geográficas**. Brasília, DF: Embrapa, 2003. p. 67-91.
- EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE. **Classificação e espacialização do estoque de carbono de florestas naturais e plantadas por meio de sensoriamento remoto "GEOSALTUS"**. Disponível em: <<http://mapas.cnpm.embrapa.br/geosaltus/>>. Acesso em: 10 jun. 2014.
- HAIRIAH, K.; SITOMPULL, S. M.; NOORDWIJK, M. van; PALM, C. Methods for sampling carbon stocks above and below ground. In: NOORDWIJK, M. van.; WILLIAMS, S.; VERBIST, B. (Ed.). **Towards integrated natural resource management in forest margins of the humid tropics: local action and global concerns**. Bogor: ICRAF, 2001. 49 p. (ABS Lecture Note 4 A).
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Summary for policymakers**. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the IPCC. 2007.
- KINDU, M.; SCHNEIDER, T.; TEKETAY, D.; KNOKE, T. Land use/land cover change analysis using object-based classification approach in Munessa-Shashemene landscape of Ethiopian highlands. **Remote Sensing**, v. 5, p. 2411-2435, 2013.
- LU, D.; BATISTELLA, M.; MORAN, E. Satellite estimation of aboveground biomass and impacts of forest stand structure. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 71, n. 8, p. 967-974, 2005.
- NOBRE, C. A.; SAMPAIO, G.; SALAZAR, L. Mudanças climáticas e Amazônia. **Ciência e Cultura**, v. 59, n. 3, p. 22-27, 2007.
- WINROCK. International Institute for Agricultural Development. **A guide to monitoring carbon storage in forestry and agroforestry projects**. California University, 1997. 87 p.
- XAVIER, S. **Geoprocessamento e SIGs**. Rio de Janeiro: IGEO, 2000. 104p.