



APRESENTAÇÃO

SR&GIS: ferramentas de análise e modelagem de povoamentos florestais

SR&GIS: tools of the analysis and modeling forest stands

Attilio Antonio Disperati¹
João Roberto dos Santos²
Luciano Farinha Watzlawick³
Luiz Gilberto Bertotti⁴

Resumo

Para um planejamento de preservação e uso em regime sustentável há necessidade de manter atualizada uma base da cartografia dos recursos florestais existentes, em níveis local, regional e global. Dessa forma, pode-se: determinar o potencial volumétrico ou de biomassa a ser explorado; determinar as condições da fragmentação de habitat e a perda da diversidade; determinar o impacto da degradação florestal e seus efeitos nas condições hidrológica, edáfica e climática. A tecnologia que envolve as ferramentas de SR&GIS tem demonstrado significativa contribuição com seus produtos aerotransportados ou orbitais e suas técnicas de extração de informações, nas tarefas de mapeamento, inventário, monitoramento e modelagem florestal. Com objetivo de compor a abertura desse número especial da Revista *Ambiência*, o presente artigo mostra os novos rumos das pesquisas e aplicações nesse campo tecnológico, capazes de subsidiar a avaliação e modelagem dos recursos florestais.

Palavras-chave: sensoriamento remoto; SIG; vegetação; mapeamento; inventário; monitoramento; modelagem.

1 PhD.; Engenheiro Florestal; Professor do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO, PR 153 Km 7 – Riozinho, 84500-000 – Irati, PR, Brasil; Bolsista Produtividade em Pesquisa do CNPq; E-mail: disperati@avalon.sul.com.br

2 Dr.; Engenheiro Florestal; Pesquisador Titular do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, Av. dos Astronautas, 1758, 12.227-010 - São José dos Campos, SP, Brasil; Bolsista Produtividade em Pesquisas do CNPq; E-mail: jroberto@dsr.inpe.br

3 Dr.; Engenheiro Florestal; Professor do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO; Bolsista Produtividade em Pesquisa do CNPq; E-mail: farinha@unicentro.br

4 Dr.; Licenciado em Geografia; Professor do Departamento de Geografia da Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO; E-mail: bertotti@unicentro.br

Abstract

For the preservation and sustainable land use regime is very important to keep a spatial database of forest resources updated, at local, regional and global levels. Within this context one can determine the volume or biomass potential to be explored; determine the habitat fragmentation and the biodiversity loss; determine the impact of the forest degradation and its effects on the hydrological, edafic and climate conditions. Remote sensing and Geographic Information System technologies give an important contribution for tasks of forest mapping, inventory, monitoring and modeling, using specific techniques for information extraction. This article opens a special issue of the *Ambiência* newspaper, showing the new directions of Remote Sensing research and applications of this technology, which is a tool to support the assessment and modelling of forest resources.

Key words: remote sensing; GIS; vegetation; mapping; inventory; monitoring; modeling.

Introdução

A tecnologia que envolve dados sensoriados (SR) coletados em nível terreno, sub-orbital e orbital, aliada à manipulação em sistemas de informação geográfica (SIG) tem trazido importante subsídio nas ações de mapeamento, inventário, monitoramento e modelagem da cobertura florestal natural e/ou implantada. Órgãos públicos governamentais têm se beneficiado dessa tecnologia para tornar mais rápido e eficiente o processo de fiscalização dos recursos florestais e, em contrapartida, organizações não governamentais (ONGs) têm feito uso desse ferramental para avaliar a degradação que vem se expandindo em certas regiões brasileiras, com intuito de alertar os órgãos competentes pelo descaso.

Contextualizada a discussão, faz-se no presente editorial desse Número Especial *Ambiência*, uma síntese científica sobre os avanços tecnológicos de produtos e técnicas de extração e manipulação de informações derivadas do Sensoriamento Remoto, dedicada exclusivamente ao campo da Engenharia Florestal. Tais linhas de pesquisa e aplicações aqui citadas não esgotam os diversos avanços conseguidos até então pela comunidade científica, mas servem para nortear os usuários na busca de específicas abordagens no trato particular de análise e modelagem da paisagem florestal.

Utilização em povoamentos florestais homogêneos

É de conhecimento geral que os interesses agrosilvopastoris dominam as discussões político-econômicas, fazendo-se, então necessário, nas diretrizes de planejamento, dispor de uma cartografia atualizada da cobertura florestal, auxiliando na economicidade de operações ao se utilizar as terras, seja para uma condição preservacionista de remanescentes de determinado

ecossistema, para uma exploração sustentável, para uma recomposição da paisagem florestal em áreas degradadas, ou mesmo, para uma conversão em terras agriculturáveis.

No caso específico de áreas reflorestadas, levantamentos com técnicas de SR&SIG como suporte ao mapeamento, inventário e monitoramento dos talhões para uma consequente tomada de decisões por parte de empresas florestais, são executados cada vez mais. Essas operações de gestão florestal vêm, em muitos casos, sendo realizadas estrategicamente num contexto de terceirização de SIG, vistos os constantes avanços de *hardwares* e *softwares* aplicativos, nos quais os conceitos de Business Process Management–BPM e de Shared Service Center–SSC vêm sendo parte integrante das estratégias de condução empresarial no campo florestal. O setor florestal tem ainda investido na adequação ambiental de suas propriedades, cujas informações decorrentes do SR&SIG permitem estabelecer um monitoramento da propriedade e arredores, através do cálculo de diversidade global da paisagem e suas métricas no citado ambiente, formado pelo binômio de áreas com espécies exóticas e de áreas naturais.

Outro importante foco da evolução tecnológica refere-se àquela voltada à “silvicultura de precisão”, conjunto de procedimentos que permitem tratar a questão florestal num arcabouço customizado para cada unidade de área, da fase de introdução das mudas e seu monitoramento ao longo do ciclo vegetativo, tratando da racionalização na aplicação dos insumos dentro de um espectro de otimização da relação produtividade/economia e, sobretudo, ampliação da eficiência operacional e de qualidade. Dentre os produtos de SR em evidência no uso de povoamentos florestais homogêneos, destaca-se a tecnologia a *laser* aerotransportada (LIDAR), com ênfase no levantamento altimétrico do terreno, na mensuração da altura das árvores (por meio de técnicas de máximas locais e de crescimento de regiões, por exemplo) e na redução potencial da intensidade amostral, resultando em uma otimização operacional e de custo no gerenciamento florestal. Importante citar ainda os esforços que vêm sendo feitos na aplicabilidade LIDAR, mas em nível do terreno, na mensuração e modelagem de fustes de coníferas.

É importante ressaltar que o aprimoramento tecnológico derivado de imagens orbitais de alta resolução, tipo Quickbird, IKONOS-2 e, mais recentemente, WorldView-2, têm aplicabilidade em assuntos florestais específicos, como aqueles que tratam da cartografia de plantios afetados por fogo, de estimativa de mortalidade e até mesmo, do monitoramento de invasões e seus efeitos em áreas da empresa. Ainda em florestas implantadas, vêm sendo tratados dados hiperspectrais (derivados do Hyperion EO-1), num contexto de integração acadêmico-empresarial, mas fundamental ao melhor conhecimento de formulações empíricas de bandas espectrais, derivadas desse produto sensor, que possam estar mais significativamente associadas com certos parâmetros biofísicos constantes da estrutura dos talhões florestais. O conjunto arquitetônico dos talhões, em sua mais uniforme distribuição horizontal e vertical, bem menos complexo comparado àquele das florestas naturais, tem levado também ao uso de dados-radar de abertura sintética – SAR, onde atributos coerentes e incoerentes de suas imagens polarimétricas e interferométricas, em distintas frequências espectrais (X, C, L e P) têm mostrado potencialidade no

monitoramento de plantios de distintas idades e nas estimativas volumétricas e de biomassa, dentro de uma margem de erro aceitável, comparada àquelas de inventários tradicionais.

Utilização em povoamentos florestais naturais

Em estudos da cobertura florestal natural, os avanços tecnológicos de SR&SIG têm encontrado uma aplicabilidade em nível local, regional e global. Produtos sensores de baixa até alta resolução espacial, derivados de ampla faixa do espectro eletromagnético, fazem parte do ferramental para avaliação das condições em que se encontram os diversos ecossistemas e suas particulares tipologias vegetacionais primárias e/ou secundárias. A combinação de distintos sensores que possam registrar o retorno de informações decorrentes da estrutura tridimensional da cobertura florestal, da altura da superfície do terreno, da distribuição de superfícies vegetadas, do conteúdo de água na cobertura florestal, das condições de degradação florestal, são alguns dos importantes pontos que têm sido focados para modelar as estimativas de emissões e reabsorção de carbono, da perda de biodiversidade e do potencial edáfico e hidrológico de determinada região. Abordagens ainda com aplicações teóricas localizadas e outras de aplicações práticas mais generalizadas estão fazendo parte das mesas de discussões junto à comunidade científica. Em nível local e regional, a sinergia de dados LIDAR e de radar (POLINSAR) tem feito parte desse citado escopo, podendo prover oportunidades de mapeamento e levantamento tridimensional da estrutura florestal, e conseqüentemente, objetivando as estimativas de biomassa, inclusive, fazendo parte do contexto de inventário multi fase no programa REDD (*Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation*) para países tropicais. Nesse tipo de programa, monitorar o desflorestamento, monitorar a degradação florestal e modelar o estoque de carbono e, ainda, avaliar o erro dessas estimativas, são os objetivos que norteiam o aprofundamento metodológico no uso do SR&SIG no âmbito florestal.

Variadas são as formas de tratar a temática que envolve a cobertura florestal natural, pois são também diversos os produtos sensoriados disponíveis e suas técnicas de extração de informação e, não menos comum, a manipulação via sistemas de informação geográfica. Acrescente-se a isso, as complexas características intrínsecas de cada tipologia florestal, perante as condicionantes fisiográficas e climáticas ocorrentes nos vários ecossistemas brasileiros. Pode-se exemplificar com algumas técnicas correntes de extração de dados, como: a abordagem por mineração de dados apoiada com informações de contexto; a extração de aspectos multi-escala a partir da transformada *wavelets* em séries temporais; o uso de classificadores polarimétricos MAXVER+ICM; além daqueles que empregam, em imagens de alta resolução, a classificação orientada a objetos que integram. São técnicas que exemplificam os avanços na potencialidade classificatória das imagens de satélite na temática florestal.

No caso específico de produtos sensoriados disponíveis, podem-se citar as imagens do sensor MODIS/TERRA e AQUA, largamente empregada para monitorar, em nível regional, as mudanças da paisagem florestal, decorrentes de certas condicionantes ambientais, como os níveis de evapotranspiração, o rendimento hidrológico de certas bacias hidrográficas florestadas e/ou decorrentes da ação humana na área, como o dinâmico processo de derrubada e queima

da cobertura vegetal primária. Em uma escala de trabalho mais pormenorizada, imagens orbitais ALOS/PALSAR, TerraSAR-X, CosmosSKYMED vêm contribuindo como fonte de informações, tanto na caracterização e mapeamento, como no inventário e modelagem das condições florestais de uma dada abrangência geográfica.

Considerações Finais

A série de artigos científicos que se apresenta a seguir nessa especial Revista *Ambiência*, reforça a sintetizada exposição de informações contida no presente Editorial, podendo-se confirmar o alcance ora atingido pela comunidade de especialistas em SR&SIG, buscando soluções para necessidades da engenharia florestal, naquilo que se refere ao mapeamento, inventário, modelagem e monitoramento da cobertura vegetal, subsidiando ações de planejamento e gestão do território em bases sustentáveis.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Reitoria da Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO (PR); também às Empresas IMA e CREA-PR pelo suporte financeiro desta edição. O conjunto dessa obra científica faz parte da cooperação técnica entre especialistas da Divisão de Sensoriamento Remoto (INPE/MCT) e do Departamento de Engenharia Florestal-*Campus* de Irati (UNICENTRO), no contexto do Grupo de Pesquisas “ Biodiversidade e Sustentabilidade de Ecossistemas Florestais” cadastrado no CNPq.