

Do laser terrestre ao uso de imagens radar: pesquisas e aplicações na área florestal

João Roberto dos Santos¹

Christel Lingnau²

Eduardo da Silva Lopes³

Prefácio

Os produtos de Sensoriamento Remoto (SR) e as respectivas técnicas de extração de informações, combinados às ferramentas que lidam com os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) na integração de dados multifontes vem sendo cada vez mais utilizados no planejamento florestal, em acordo com as diretrizes de sustentabilidade. A realização de levantamentos prévios de áreas a serem florestadas ou reflorestadas, dentro de uma política de ocupação do espaço físico às condições e um zoneamento ecológico-econômico têm nas geotecnologias uma base fundamental de produtos e de informações para subsidiar programas de atividades ligados ao mapeamento, inventário e monitoramento, necessários também ao controle e fiscalização daquilo que se está executando. Por conseguinte, as geotecnologias com os seus produtos e informações, derivadas de SR&SIG compõem hoje ferramentas estratégicas para lidar com os recursos florestais no País.

Dentre desse contexto, derivado de artigos que compõem a programação do X Seminário de Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas Aplicados à Engenharia Florestal (X SENGEF), evento realizado em Curitiba, de 15 a 18 de outubro de 2012, tem-se, no presente trabalho editorial dessa Revista *Ambiência*, uma síntese científica do estado atual do uso das geotecnologias no campo da Engenharia Florestal, aqui referenciadas com experiências nacionais e internacionais.

Inicialmente deve-se registrar que produtos e técnicas de SR&SIG tem um papel importante na atualização do cadastramento florestal, servindo também de subsídio para a melhoria da qualidade de mensurações tidas no inventário florestal, no monitoramento dos talhões implantados, ou mesmo, no planejamento de estradas para fins de operações de colheita e transporte da matéria-prima florestal. Atualmente, o avanço tecnológico em SR&SIG demonstra que se pode subsidiar a gestão florestal não apenas com a definição de informações cartográficas na distribuição dos talhões e dos passivos tidos com os remanescentes florestais naturais, mas com representações tridimensionais que auxiliam no modelamento das áreas florestais a partir de dados multisensores e em multiníveis. Koch (2012) explora muito bem esse assunto, visto

1 Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE; Endereço: Av. dos Astronautas, 1758, CEP: 12227-010, São José dos Campos, São Paulo, Brasil; E-mail: jroberto@dsr.inpe.br

2 Universidade Federal do Paraná - UFPR; Endereço: Av. Lothário Meissner, 900, CEP: 80210-170, Curitiba, Paraná, Brasil; E-mail: lingnau@ufpr.br

3 Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná - UNICENTRO, Departamento de Engenharia Florestal, Endereço: PR 153, km 7, CEP: 84500-000, Irati, Paraná, Brasil; E-mail: eslopes@pq.cnpq.br

que as florestas têm muitas funções e relações complexas com outros tipos de serviços de provisionamento (água, madeira, alimentos), regulatórios (clima, água, ar, sequestro de carbono), cultural (recreação, turismo) e de suporte (energia, ciclagem de nutrientes, acumulação de solo), todos importantes e vitais à economia da comunidade local e mesmo em níveis regional e global na interação do homem no processo de ocupação das terras. Nesse contexto, podem-se explorar conjuntamente dados de sensores de alta resolução espacial, quer seja em nível satelitário ou de laser aerotransportado. Numa simples menção, Koch (2012) faz registrar a importância dessa informação tridimensional nas medidas geomorfométricas, pois a topografia pode ser fator limitante a ser considerado, por exemplo, na extração madeireira, na construção de estradas, com até impactos silviculturais que podem afetar o planejamento florestal. Por sua vez, Treuhafft et al. (2012) exemplifica esse importante arranjo multisensor, com dados laser e de interferometria-radar aerotransportado de múltiplas passagens, para análise da estrutura florestal e de estimativas de biomassa em florestas tropicais. Numa análise do significado das variações geomorfométricas, tanto na questão de estrutura florestal, como de florística e retroespalhamento do sinal-radar, Bispo et al. (2012) vem demonstrar a complexidade de informações tidas nesse tipo imagem de satélite, quando se explora mais detalhadamente as condições tridimensionais dos alvos no comportamento da variada distribuição de tipologias florestais naturais.

Inovações tecnológicas também têm uso diferenciado em empresas florestais, onde dados de varredura a laser - LIDAR (Light Detection and Ranging), em nível aerotransportado, concomitantes com as fotografias aéreas de alta resolução tem mostrado aplicabilidades para o planejamento da colheita florestal (BERNARDI et al., 2012). Modelos digitais do terreno, obtidos a partir do perfilhamento LASER, têm sido elaborados, de forma a permitir a estratificação de plantios em áreas acidentadas e em diferentes sistemas de colheita de madeira (mecanizado e misto), reforçando a logística florestal e o planejamento silvicultural. A integração de dados de LIDAR terrestre e aerotransportado para a obtenção de estimativas de maior acurácia volumétrica e de cobertura de copa em povoamentos florestais é citada nos trabalhos de Wezyk (2012), enquanto Buck et al. (2012) mostra a potencialidade nas definições da forma da árvore, do aflamento e na modelagem da altura dos troncos, a partir do laser terrestre de varreduras múltiplas. Por sua vez, Hollaus et al. (2012) exploram por meio de modelos de regressão empírica, a determinação de volume e da compactidade de manchas florestais com o uso de laser aerotransportado.

É evidente que a capacidade multisensor, atrelada a um incrementado banco de informações manipuladas em apropriados ambientes computacionais de informações geográficas, tem suportado decisões por parte de gestores florestais, quer em implantações de novos povoamentos florestais, preservações de remanescentes da vegetação natural no controle ambiental e até mesmo, junto àqueles especialistas preocupados quanto às emissões e reabsorção de carbono, especificamente nos projetos de foco Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação (REDD). Não se pode esquecer de registrar que a utilização de imagens de satélite de moderada e de baixa resolução espacial tem no espectro óptico ocupado historicamente uma série de aplicações no monitoramento florestal, com indicações de desmatamentos, queimadas e inclusive, de alerta de riscos de incêndios florestais. Gitas et al. (2012) descreve a experiência no monitoramento de áreas pós-fogo em florestas no Mediterrâneo, fazendo uso de índices de

vegetação NDVI do sensor Moderate Imaging Spectroradiometer - MODIS/TERRA, com validações do sensor VEGETATION/SPOT no acompanhamento do processo de regeneração da tipologia florestal. Essa linha de pesquisa é de interesse mundial, visto que a questão de emissões anuais de CO₂, derivada, tanto de desmatamentos, como de queimadas, amplia-se nos vários segmentos de ocupação das terras, onde até a queima de biomassa derivada dos sistemas de *shifting cultivation* vem sendo avaliada nos trópicos, conforme pode ser observada em Silva (2012). Imagens-radar obtidas de sistemas orbitais também tem sido fonte segura de informações em áreas tropicais, face a constante cobertura de nuvens em determinados períodos do ano, para subsidiar esses estudos de emissão e reabsorção de carbono, fazendo preliminarmente uma análise da estrutura florestal e da própria florística, para objetivar depois a modelagem da biomassa de florestas tropicais degradadas pelo fogo, conforme relatado por Martins et al. (2012). Técnicas mais apuradas de processamento de imagens, como de análise por vetor de mudanças têm sido empregadas para a identificação de cicatrizes de incêndios florestais, como demonstrado por Graça et al. (2012). Outros avanços científicos têm ocorrido na comunidade internacional, acompanhado por especialistas brasileiros com interesse específico de atuação no meio florestal, onde a questão da geometria de iluminação e visada tida nos sensores e seus efeitos na determinação de índices de vegetação, caso do Enhanced Vegetation Index (EVI) tem sido estudada, conforme relata Moura et al. (2012), ao avaliar dados multiangulares do Multi-angle Imaging Spectro Radiometer (MIRS/TERRA) para representação fisionômico-estrutural e das condições fenológicas de um site de floresta estacional semi-decidual na região central do Brasil.

É importante ainda citar que, as referências acima mencionadas não esgotam o montante de aplicações e novas pesquisas no campo florestal. São apenas exemplos da evolução tecnológica que está permeando o meio científico e de usuários florestais, razão de constarem sobremaneira nesse Número Especial da Revista *Ambiência*, que ora segue com trabalhos metodologicamente detalhados. Enquanto, Empresas Florestais e Órgãos Governamentais e Não-Governamentais investem na formação de equipes e de ambientes computacionais que lidem com SR&SIG, o registro de ações editoriais que mantêm espaço para divulgar o estado da arte deste ferramental de geotecnologias no campo florestal deve ser ocupado, como feito nesse momento editorial, tornando, sobretudo o Brasil, ainda mais competitivo e servindo de exemplo, face seus projetos implantados, no que se refere ao inventário e monitoramento dos recursos florestais existentes e também àqueles novos pólos florestais que se espera implantar, face a demanda de produtos madeireiros e não-madeireiros decorrente das necessidades locais e mundiais.

Referências

BERNARDI, D.; BANDEIRA, E. R. S.; AMOEDO Y CERVINO, M. Utilização de MDT obtido através de perfilhamento LASER para o planejamento de colheita na Fibria. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO DE SENSORIAMENTO REMOTO E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADOS À ENGENHARIA FLORESTAL, 10., 2012, Curitiba, **Anais...**, Curitiba: IEP/UNICENTRO/UFPR, 2012. CD-ROM.

BISPO, P. C.; SANTOS, J. R.; VALERIANO, M. M.; GRAÇA, P. M. L. A. Efeito da topografia na resposta polarimétrica de floresta tropical vem imagem PALSAR/ALOS. **Ambiência**, Guarapuava, v.8, Ed. Especial, p.501-510, 2012.

BUCK, A. L. B.; SILVA, M. N.; LINGNAU, C.; MACHADO, A. M. L.; MARTINS NETO, R. P.; PESCK, V. A. Avaliação da modelagem tridimensional do tronco de *Pinus elliottii* a partir de dados laser terrestre. **Ambiência**, Guarapuava, v.8, Ed. Especial, p.547-556, 2012.

GITAS, I. Z.; KATAGIS, T.; TOUKILOGLOU, P. Burned area mapping and post-fire monitoring of a Mediterranean forest using NDVI time series of low resolution imagery and the BFAST method. **Ambiência**, Guarapuava, v.8, Ed. Especial, p.461-470, 2012.

GRAÇA, P. M. L. A.; VITEL, C. S. M. N.; FEARNSSIDE, P. M. Detecção de cicatrizes de incêndios florestais utilizando a técnica de análise por vetor de mudança na terra indígena Sete de Setembro - Rondônia. **Ambiência**, Guarapuava, v.8, Ed. Especial, p.511-520, 2012.

HOLLAUS, M.; MÜCKE, W.; EYAN, L. Forest structure and stem volume assessment based on airborne laser scanning. **Ambiência**, Guarapuava, v.8, Ed. Especial, p.471-482.

KOCH, B. Modelling forest eco-services with multi-sensoral data. **Ambiência**, Guarapuava, v.8, Ed. Especial, p.571-578, 2012.

MARTINS, F. S. R.; SANTOS, J. R.; GALVÃO, L.S.; XAUD, H. A. M. Modelagem da biomassa de florestas atingidas pelo fogo a partir de dados polarimétricos ALOS/PALSAR. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO DE SENSORIAMENTO REMOTO E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADOS À ENGENHARIA FLORESTAL, 10., 2012, Curitiba, **Anais...**, Curitiba: IEP/UNICENTRO/UFPR, 2012. CD-ROM.

MOURA, Y. M.; GALVÃO, L. S.; SANTOS, J. R.; BREUNIG, F. M. Efeitos da geometria de aquisição de dados MISR/TERRA no EVI de floresta estacional semidecidual. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO DE SENSORIAMENTO REMOTO E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADOS À ENGENHARIA FLORESTAL, 10., 2012, Curitiba, **Anais...**, Curitiba: IEP/UNICENTRO/UFPR, 2012. CD-ROM.

SILVA, J. M. N. Integration of remotely sensed and ancillary data to assess the impacts of shifting cultivation. **Ambiência**, Guarapuava, v.8, Ed. Especial, p.449-459, 2012.

TREUHAFT, R.; GONÇALVES, F. G.; CHAPMAN, B. D.; NEUMANN, M.; SANTOS, J. R.; GRAÇA, P. M. L. A. Relationships between remotely sensed forest structure and biomass: Fourier structure from LIDAR and InSAR and penetration at microwave frequencies. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO DE SENSORIAMENTO REMOTO E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADOS À ENGENHARIA FLORESTAL, 10., 2012, Curitiba, **Anais...**, Curitiba: IEP/UNICENTRO/UFPR, 2012. CD-ROM.

WEZYK, P. The integration of the terrestrial and airborne laser scanning technologies in the semi-automated process of retrieving selected trees and forest stand parameters. **Ambiência**, Guarapuava, v.8, Ed. Especial, p.531-546, 2012.