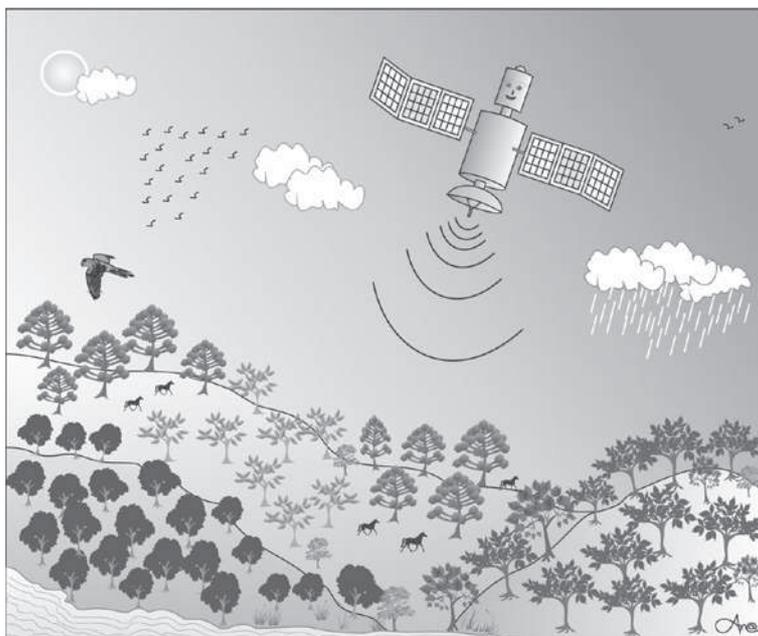


11

Silvicultura



*Carlos Cesar Ronquim
Ivan André Alvarez*

345 **É possível identificar áreas de silvicultura com o uso de geotecnologias?**

Sim. Num mosaico com distintos usos e ocupação da terra, mesmo com áreas florestais nativas muito semelhantes aos reflorestamentos, é possível identificar as áreas ocupadas com silvicultura. Num Sistema de Informações Geográficas (SIG), é possível o posicionamento preciso dos dados espaciais, permitindo ainda relacionar a variação dos fatores envolvidos na produção com a sua localização espacial no campo.

346 **Qual a cor e a textura predominantes das florestas exóticas plantadas nas imagens?**

Para responder a esta pergunta, primeiro, é necessário definir qual a imagem a ser analisada e a composição das bandas. Para o caso de imagens do satélite orbital Landsat-5 – sensor TM (composição 5R4G3B), as florestas plantadas assumem cor verde e com maior brilho que as demais coberturas vegetais. Esse comportamento é a resposta da banda quatro (infravermelho-próximo), mais sensível às superfícies homogêneas e ao conteúdo de água nas plantas.

347 **Na análise das imagens, existe diferença entre floresta plantada e floresta nativa?**

As florestas plantadas se distinguem das nativas por apresentar valores de reflexão maiores na banda do infravermelho-próximo. Por se tratar de monocultivos, todos os indivíduos de cada área cultivada crescem igualmente. Essa característica confere homogeneidade ao dossel e à aparência de textura lisa nas imagens de satélite.

348 **Qual o formato dos talhões florestais visto nas imagens?**

Na silvicultura, a escala comercial é normalmente caracterizada por grandes áreas contínuas plantadas. Como resposta ao nível de

tecnologia e manejo empregado no cultivo dessa matéria-prima, para uso comercial, os talhões têm alta simetria e uniformidade, podendo assumir formas geométricas como quadrados ou retângulos bem definidos. No entanto, o relevo onde a cultura se desenvolve pode ser o diferencial para definir as formas geométricas.

349 **Quais os principais equívocos na identificação e na classificação de florestas plantadas com o uso de imagens?**

Por se tratar de culturas temporárias, a cada ciclo há colheita e plantio ou rebrota de novos indivíduos. Portanto, principalmente na durante a primeira fase de crescimento destes reflorestamentos, ou seja, na fase jovem, elas podem ser confundidas com estádios iniciais e intermediários de sucessão florestal nativa ou com culturas agrícolas anuais, como milho e cana-de-açúcar.

350 **As imagens de alta resolução minimizam os erros?**

Nas imagens de alta resolução espacial, o conhecimento e a experiência dos intérpretes podem minimizar significativamente esse problema de confusão. Nas imagens de média resolução, também há condição de minimização. No entanto, com maiores possibilidades de erros de omissão (quando áreas de eucalipto não são classificadas como eucaliptos, mas como outra classe de cobertura vegetal).

351 **Em silvicultura, a geotecnologia pode ser aplicada ao controle de pragas?**

O uso de índices de vegetação obtido por imagens multiespectrais pode auxiliar aos técnicos e pesquisadores a identificar heterogeneidade na resposta da vegetação, indicando áreas onde os indivíduos podem estar sofrendo algum tipo de estresse, afetando diretamente o vigor vegetativo, expresso pelo índice de vegetação.

Nesses casos, supõe-se que as áreas onde é identificado estresse estejam sofrendo algum tipo de infestação por formigas, fungos ou outras pragas.

352 O uso da banda do infravermelho é o mais indicado para estudos da sanidade da vegetação?

As bandas do infravermelho são bem sensíveis às condições da vegetação. Por isso, o infravermelho é muito usado para estudos da sua sanidade. A detecção de doenças de plantas, ou até mesmo sua quantificação por meio do sensoriamento remoto, baseia-se na radiação refletida das folhagens. Dependendo do tipo do sintoma na folha, tecidos infectados apresentam menor refletância na região do infravermelho, quando comparados com tecidos saudáveis, possibilitando a sua detecção e quantificação pelas diferenças de refletância.

353 O que é silvicultura de precisão?



É a adoção de técnicas florestais baseada nas peculiaridades de cada local de plantio, a partir da espacialização georreferenciada e da temporalidade dos sistemas florestais.

Em especial, a qualidade do solo é avaliada por meio da geoestatística.

354 É possível identificar a deficiência de nutrientes nos plantios florestais por meio de imagens de satélites?

Sim. Há uma forte relação dos nutrientes com a reflectância das plantas. A deficiência mineral pode trazer alterações nas con-

centrações de clorofila e afetar também a estrutura interna das folhas. Essas modificações foliares são percebidas na resposta espectral da vegetação. Alguns nutrientes – que fazem parte da molécula de clorofila, quando deficientes – provocam uma diminuição na energia luminosa, em decorrência da redução da produção de clorofila que é o principal pigmento responsável pela absorção de luz.

355 **É possível avaliar o desenvolvimento dos plantios florestais com o uso de geotecnologias?**

Sim. Uma das principais aplicações da geotecnologia na silvicultura é avaliar a taxa de crescimento. O uso de imagens de satélite de pelo menos dois períodos permite que seja estimada uma taxa de crescimento.

356 **Por meio de imagens aéreas, é possível estimar a produção silvicultural?**

Sim. Usando-se imagens corretas, pode-se estimar o volume de madeira a ser extraído de áreas florestais como eucalipto, pinus, acácia-negra (*Acacia mearnsi*), e teca (*Tectonia grandis*). Calculando-se a área plantada, o número de árvores plantadas por hectare e o volume útil de cada árvore, obtém-se uma estimativa de produtividade e produção bruta.

357 **A partir desses dados podem ser obtidas estimativas futuras de produção?**

Sim. A partir dos dados morfométricos da vegetação – adquiridos indiretamente pelas imagens e direto no campo – acompanhando-se o crescimento, obtêm-se as equações alométricas das quais se extrai a produção futura.

358 **O *Light Detection and Ranging* (LiDAR) pode ser uma técnica para estimar a produção florestal?**

Ao inferir área basal, diâmetro, volume e biomassa pelos dados obtidos de altura das árvores e densidade, o sistema de varredura pode permitir a estimativa da produção.

O modelo digital criado pelo retorno da intensidade do sinal também indica a estrutura florestal e o solo, o que pode gerar informações não só de produção de florestas plantadas, mas de floresta nativa.

359 **De que forma as geotecnologias entram nos cálculos de MDL?**

Quando as geotecnologias ajudam a mensurar a biomassa da cobertura vegetal das florestas, há inferências para calcular o conteúdo de carbono e propor a silvicultura como um Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), contribuindo para a redução de emissões de gases de efeito estufa.

360 **Como protocolos de MDL podem contribuir para a silvicultura?**

A fixação de carbono nas árvores pode ser calculada em termos econômicos e ser uma forma de mecanismo de compensação desse elemento, com comercialização na forma de créditos no mercado internacional.

361 **As geotecnologias são ferramentas úteis e eficientes no trabalho de fiscalização dos plantios florestais?**

Sim. O monitoramento de áreas silviculturais baseia-se na coleta e análise de informações geoespaciais, viabilizando intervenções

na floresta, com acurácia e precisão adequada. As técnicas de geoprocessamento fornecem subsídios para a identificação e correlação das variáveis que afetam a produtividade florestal, através da sobreposição, cruzamento e regressão de mapas digitais do relevo e capacidade produtiva de povoamentos em Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

362 Os satélites podem detectar queimadas?

Sim. Os satélites podem detectar queimadas florestais por meio da identificação de focos de calor em bandas do infravermelho termal. No Brasil, os dados oficiais para monitoramento de queimadas são gerados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) e distribuídos de duas maneiras:



- Para o público em geral – Todos os dados e produtos ficam disponíveis para acesso livre na internet cerca de três horas após sua geração.
- Para usuários especiais com necessidades operacionais – A distribuição é imediata à sua geração, mediante contrato específico.

363 Por que é importante detectar queimadas florestais por satélites?

A rapidez e a eficiência na detecção e no monitoramento dos incêndios florestais são fundamentais para viabilizar:

- O controle do fogo.

- A redução dos custos nas operações de combate e atenuação dos danos.

Além disso, o conhecimento inadequado da localização do incêndio e a extensão da área queimada prejudicam a estimativa do impacto do fogo sobre o ambiente.

364 Quais queimadas florestais não são detectadas?

Não é possível detectar as seguintes queimadas:

- Fogo rasteiro em floresta densa, sem afetar a copa das árvores.
- Queimadas em áreas com cobertura de nuvens.
- Queimada de pequena duração, ocorrendo entre as imagens disponíveis.
- Fogo em encosta não imageada pelo satélite.
- Imprecisão na localização do foco de calor.

365 Com o uso de geotecnologias é possível fazer a distinção entre incêndio florestal e queimada controlada?

O mapeamento das queimadas não distingue queima controlada de incêndio florestal. No entanto, por dedução, podemos inferir que grandes queimadas com perímetro irregular são incêndios florestais.

366 A partir de que data desenvolveu-se a tecnologia de detecção de queimadas florestais por satélite?

Em 1972, o lançamento do primeiro satélite Landsat possibilitou detectar alterações nas áreas florestais. Desde então, as imagens termais e do infravermelho médio têm sido usadas para detectar incêndios e para estudos de mapeamento, permitindo que áreas queimadas e não queimadas sejam detectadas através do contraste entre os gradientes térmicos.

367 **No Brasil, desde quando os satélites são usados para detectar queimadas florestais?**

Desde 1987, o sistema de detecção de queimadas por satélite vem evoluindo continuamente, no País, tendo sido aperfeiçoado a partir de 1998, mediante apoio do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama).

Contudo, atualmente quem monitora as ocorrências de incêndios em todos os estados brasileiros – por meio de sensores espaciais – é o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), por meio do Sistema de Monitoramento, Prevenção e Controle de Incêndios Florestais na Amazônia (Proarco).

368 **As geotecnologias podem auxiliar no planejamento de florestas plantadas?**

Sim. O planejamento de uma plantação, tanto em locais planos quanto em relevos acidentados pode ser feito utilizando-se modelos em três dimensões, com o auxílio de geotecnologias. Quanto às questões ambientais, os talhões podem ser planejados respeitando-se as áreas de preservação permanente.

369 **Como a geotecnologia pode ser aplicada no planejamento logístico do escoamento da produção no setor silvicultural?**

O planejamento logístico da retirada da madeira é uma das principais aplicações da geotecnologia na silvicultura, permitindo identificar estradas, pontes e rios navegáveis para escoamento mais viável da produção.

370 **Áreas de florestas plantadas podem ser identificadas por meio de imagens de satélite?**

Sim. As geotecnologias podem apoiar a identificação de áreas reflorestadas, diferenciando-as de áreas de mata nativa, por meio de informações contidas nas imagens como:

- Vigor da vegetação.
- Coloração e formato dos talhões.

371 Qual a principal vantagem da captação de imagens por veículo aéreo não transportado (VANT) em relação à obtenção de imagens por satélite ou fotos aéreas?

A grande vantagem é que os VANTs são uma solução rápida para acompanhar o dinamismo da floresta em escala local.

372 Na colheita de talhões florestais pode ser empregado o uso de geotecnologias?

Sim. Por meio da geotecnologia é feito um planejamento do corte de determinadas áreas, levando-se em consideração os estádios de desenvolvimento, posicionando-se as frentes de colheita e determinando-se as datas dos cortes.

373 Na silvicultura, existem diferenças fotointerpretativas entre fotos aéreas e imagens de satélite?

Tanto as fotografias aéreas quanto as imagens de satélite são úteis na condução de estudos de análise e caracterização do uso da terra, e no planejamento da silvicultura.

Contudo, as fotografias aéreas apresentam algumas limitações, no que se refere à sensibilidade espectral dos filmes fotográficos disponíveis, que nem sempre atendem às necessidades específicas de determinado estudo. Essas limitações podem ser contornadas com imagens orbitais dos sensores imageadores que registram dados em diferentes regiões espectrais.

374 Quais as vantagens de se usar sensor multiespectral?

O sensoriamento remoto multiespectral vem assumindo uma série de funções anteriormente atendidas pela aerofotogrametria com as seguintes vantagens associadas:

- Ao baixo custo por área específica.
- Aos aspectos diacrônicos (alta frequência de repetitividade da tomada de imagens) e sincrônicos da captação das imagens.
- Ao aspecto multiespectral das imagens.
- Ao caráter digital dos dados adquiridos.
- À facilidade de integração com bases de dados geocodificados, cartográficos ou numéricos, através de sistemas de informações geográficas.

375 Qual a importância da aplicação do sensoriamento remoto em reflorestamentos?

Em decorrência do inativismo das atividades no setor silvicultural e pela importância desse setor na economia brasileira, surge a necessidade de se conhecer e avaliar os empreendimentos florestais, temporal e espacialmente, de forma rápida e segura, como passo prévio para seu manejo e exploração eficientes.

376 Quais as principais aplicações práticas do sensoriamento remoto em reflorestamentos?

As aplicações práticas do sensoriamento remoto em reflorestamento são:

- Atualizações constantes do cadastro e dos mapas florestais.
- Planejamento de reforma de talhões.
- Determinação de áreas submetidas a corte raso.
- Avaliação de danos de incêndios florestais.
- Obtenção de informações em processos de compra e venda de áreas.
- Definições de áreas de reserva legal e de preservação permanente.

377 Atualmente, qual a importância das geotecnologias nas empresas silviculturais?

As geotecnologias permitem gerar informações digitais reais, manejá-las e armazená-las eficientemente e fazer previsões para manejo futuro.

Nas empresas do setor florestal, uma atividade que exige monitoramento contínuo é o inventário de suas áreas plantadas, haja vista seu caráter dinâmico, caracterizado pela variabilidade de estádios de desenvolvimento e de espécies, variedades e clones de cada talhão, áreas afetadas por incêndios, pragas, controle de corte e plantio, entre outros fatores.

Contudo, essas características – inerentes aos plantios – inviabilizam o gerenciamento de suas atividades apenas com um banco de dados descritivo. Por isso, o componente espacial da informação para compor um Sistema de Informações Geográficas (SIGs) é de suma importância.

378 Qual a importância das geotecnologias no gerenciamento, no planejamento e no desenvolvimento do setor florestal?

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) têm aplicações muito úteis na no setor florestal, para as empresas de reflorestamento e gerenciamento de plantações, por meio da reunião de várias informações sobre a época de plantio, condições do solo, produtividade das diferentes regiões, idade dos plantios, áreas com risco ambiental, controle de operações florestais, entre outros. Uma das razões para a utilização de SIG é a realização de análises espaciais das informações contidas num sistema composto por um grande número de variáveis.

379 Técnicas de sensoriamento remoto podem ser usadas para estimar a produtividade e a evapotranspiração de ecossistemas florestais?

Sim, um exemplo é o índice de área foliar (IAF) que está diretamente relacionado com a produtividade e a evapotranspiração

de ecossistemas florestais. Para estimar a produtividade e a evapotranspiração existem modelos de interface floresta-solo-atmosfera, nos quais o IAF é a principal variável descritora do dossel vegetal. O IAF é utilizado para estimar a condutância do dossel, parâmetro-chave no modelo, a partir de valores amostrados para folhas individuais. A evapotranspiração do dossel pode ser utilizada para expressar o potencial de produtividade da cultura em determinado local e período.

380

Quais os satélites/sensores usados para mapear desmatamento?

Vários satélites são usados com essa finalidade. No Brasil, desde 1988, o projeto Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite (PRODES), coordenado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), gera informações anuais sobre as taxas de desmatamento na Amazônia Legal, com base em imagens dos satélites LANDSAT e CBERS. O Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real (DETER), desenvolvido pelo Inpe, também usa dados do sensor MODIS.

381

É possível identificar espécies florestais por meio de sensoriamento remoto?

Os estudos estão ainda em fase inicial e o que se tem em termos de protocolo é a tipificação da árvore quanto a alguns aspectos:

- Se é conífera.
- Se tem folhas largas.
- Se a copa é densa ou rala.
- Qual a textura e a arquitetura de copa.

Em termos de espécie, algumas foram identificadas, mas com o uso de bandas hiperespectrais a identificação seria possível.

382 Inventários florestais podem ser aprimorados com base no uso de geotecnologias?

Sim. O uso de imagens possibilita o planejamento prévio da ida ao campo, o que diminui os custos. Quando se tem em mãos o exato mapeamento da área, é possível priorizar os locais com maior homogeneidade para posterior agrupamento.

383 Qual é a técnica mais simples para se fazer um inventário florestal?

É a técnica da estratificação, baseada em segmentar e classificar uma imagem por meio da interpretação visual. Essa técnica pode:

- Agilizar o inventário, ao diminuir o número de parcelas a serem conferidas em campo.
- Minimizar erros de localização ou de classificação.

384 Qual a vantagem das novas técnicas de avaliação hiperespectral para se conhecer os sistemas Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF)?

Sua grande vantagem é permitir a distinção de distintas culturas presentes em sistemas diversificados de iLPF. É que sensores hiperespectrais possuem dezenas de bandas permitindo separar pequenas faixas do espectro eletromagnético.

385 Quais as potencialidades de utilização de LiDAR na silvicultura?

No caso do LiDAR aerotransportado, um sistema é instalado em uma plataforma móvel (normalmente avião), que sobrevoa superfície do terreno com a cultura de interesse (silvicultura, por exemplo), e assim gera imagens tridimensionais da superfície por

meio de pulsos de laser disparados em direção aos alvos de interesse. Os dados gerados permitem, por exemplo, observar falhas de plantio e estimar biomassa/produção a partir de validações de campo.

386 As áreas de silvicultura podem manter a biodiversidade natural?

Não, mas podem contribuir para a maior diversidade de espécies no meio agrícola, pois podem compor corredores de passagem para fauna.

387 Como as geotecnologias poderão auxiliar as áreas de silvicultura a se adequarem às exigências ambientais?

Entre as várias possibilidades, destaca-se o uso das geotecnologias para cumprir exigências do novo *Código Florestal Brasileiro*, como:

- Georreferenciamento do imóvel rural.
- Mapeamento, quantificação e qualificação de Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal.
- Cadastro Ambiental Rural.
- Programa de Regularização Ambiental.

388 Como a proposta de implantar corredor ecológico conectando fragmentos florestais pode ser estudada pela ecologia da paisagem?

A ecologia da paisagem estuda a relação entre fragmentos florestais e os índices de ecologia da paisagem medem qual o tamanho de um fragmento florestal, sua forma, a distância do núcleo de um fragmento para sua borda, a distância de um fragmento para outro e a sua espacialização geográfica. A partir da obtenção desses dados, por meio das geotecnologias, é possível avaliar quais as

necessidades de aumentar fragmentos e as possibilidades de uni-los por meio de corredores. Muitas espécies animais dependem de um determinado espaço para se locomover.

389 Qual a diferença de se utilizar as geotecnologias na silvicultura urbana na silvicultura rural?

A diferença básica é que no meio urbano existem outros fatores que são considerados além da questão espacial e das características da vegetação. Nas áreas urbanas o elemento arquitetônico e a morfologia urbana são acrescentados às interpretações dos dados levantados pelas geotecnologias.

390 Como a silvicultura urbana e rural podem se integrar utilizando-se de técnicas de geoprocessamento?

A integração pode ser realizada por meio dos corredores ecológicos traçados pelas análises espaciais. O desenho ambiental a ser realizado unirá as cidades e o meio rural de uma maneira gradual. Há a possibilidade de harmonia entre o serviço ambiental fornecidos pelo meio rural e a utilização desses pelas cidades de maneira a minimizar os impactos da antropização.

391 Quais as perspectivas para a silvicultura em termos de uso de geotecnologias?

O aperfeiçoamento das geotecnologias com novas análises a partir dos novos sensores nos satélites e das fotografias obtidas a partir dos VANTs permitiram avançar no do planejamento e manejo da silvicultura. Além disso, a possibilidade de aumentar a rapidez na captação de dados de crescimento da vegetação permitirá a tomada de decisão em tempo real. A novidade também é o incremento da silvicultura de nativas e a possibilidade da tecnologia fornecer subsídios para um delineamento (desenho) da paisagem conciliando com o plantio comercial de espécies.