

015

UTILIZAÇÃO DE CARTAS-IMAGEM EM LEVANTAMENTO AEROEXPEDITO COMO TECNOLOGIA ASSOCIADA PARA O MAPEAMENTO FLORESTAL¹

Frederico de Miranda Viana²
Yeda Maria Malheiros de Oliveira³
Maria Augusta Doetzer Rosot³

Resumo

O geoprocessamento disponibiliza ferramentas para o monitoramento preciso e atualizável do uso da terra ou padrões de cobertura do solo, facilitando também a elaboração de mapas temáticos e a derivação de informações estatísticas. A natureza digital dos dados satelitários torna possível a associação de imagens com outros dados temáticos em SIG's (Sistemas de Informações Geográficas) como, por exemplo, a ocorrência de danos em povoamentos florestais. O mapeamento aeroexpedito é uma técnica de sensoriamento remoto simples e de custo relativamente baixo, desenvolvido nos Estados Unidos para a detecção e mapeamento de danos florestais causados por insetos, patógenos e outras pragas. Este método está sendo introduzido no Brasil através de um programa de intercâmbio técnico entre a Embrapa Florestas e o Serviço Florestal Americano para a avaliação de danos causados pela vespa-da-madeira, macaco-prego e outros fatores de dano em reflorestamentos de Pinus no Brasil, incluindo vôos de demonstração; estudos de viabilidade; produção de mapas a partir de imagens Landsat7 ETM, contendo polígonos referentes a plantações de Pinus; treinamento de observadores e vôos operacionais. O Laboratório de Monitoramento Ambiental da Embrapa Florestas foi o responsável pela elaboração das cartas-imagem usadas pela primeira vez como mapas-base no mapeamento aeroexpedito para os vôos efetuados na região de Pitanga-PR, em abril de 2002. No processamento digital de imagens empregou-se a composição colorida RGB/453, que permite uma boa discriminação entre os principais tipos de uso do solo, especialmente com relação aos povoamentos de Pinus, que aparecem em cor vermelha. Os polígonos contendo talhões de Pinus foram delimitados por interpretação visual, empregando-se como dados auxiliares, mapas florestais disponibilizados pelas empresas. A imagem, até então em forma digital, foi impressa em composição RGB/543 – semelhante à coloração natural – em tamanho A0, escala 1:100.000, contendo um recorte da cena e *layers* de rios e estradas. Durante os vôos, os danos observados nos povoamentos de Pinus foram anotados diretamente sobre a carta-imagem e foi, também, verificada a acurácia da interpretação visual executada em laboratório. O mapeamento dos danos foi transferido para transparências plásticas (acetato) e depois convertido para formato digital, via escanerização. Considerou-se a técnica de interpretação visual potencialmente adequada à confecção de cartas-imagem para uso no mapeamento aeroexpedito.

Introdução

Tradicionalmente, o conhecimento da cobertura florestal terrestre tem sido baseado na investigação parcial de áreas, através de amostras. Em função da crescente necessidade de planejamento contínuo e administração dinâmica de empresas e reservas florestais, estes

¹ Trabalho desenvolvido na *Embrapa Florestas*

² Aluno do Curso de Biologia, Faculdades Integradas "Espírita"

³ Pesquisador da *Embrapa Florestas* yeda@cnpf.embrapa.br

métodos tradicionais ficaram inadequados ou insuficientes. A importância de uma fonte de informação, de custo não elevado e que cubra macro regiões, ao invés de micro áreas amostrais, tem sido cada vez maior.

O geoprocessamento disponibiliza ferramentas para o monitoramento preciso e atualizável do uso da terra ou padrões de cobertura do solo, facilitando também, a elaboração de mapas temáticos e a derivação de informações estatísticas. O uso de técnicas vinculadas ao geoprocessamento tem-se intensificado nas últimas décadas, fruto do desenvolvimento de tecnologias associadas ao sensoriamento remoto. Por exemplo, **captação de informação** (diferentes sensores, tipos de imageamento), **formas de processamento** (da manual para a digital) e **técnicas de processamento** (envolvendo contrastes e filtros). Além de novos **equipamentos** (maior capacidade de processamento), **softwares** (processamento de imagens integrado a bancos de dados e outras informações geográficas espacializáveis) e ainda ferramentas como o GPS, que auxiliam a compor Sistemas de Informações Geográficas (SIG's).

A natureza digital dos dados satelitários torna assim possível a associação de imagens com outros dados temáticos em SIG's. Deste modo, podem ser combinados dados espacializados do uso da terra com outras informações como idade dos povoamentos, espécies, regimes silviculturais, etc, para análises espaciais integradas. Ao mesmo tempo é possível efetuar consultas sobre a localização espacial de determinada unidade de manejo.

Apesar da aplicação da imagem de satélite nos estudos florestais tornar-se a cada dia mais difundida, seu uso no estudo de pragas tem sido pouco observado no Brasil, talvez porque somente nos últimos anos estas passaram a ser um problema de maiores dimensões em plantações florestais. A falta de estudos nessa área ainda não permite afirmar até onde a tecnologia dos satélites pode contribuir para o estudo de pragas e doenças florestais. Sabe-se que seu emprego isolado, pelo menos quando se trata dos sensores mais tradicionais, não traz os resultados esperados, ou seja, a localização, demarcação e verificação da intensidade do dano, uma vez que a resolução de um pixel do Landsat 7 ETM é de trinta metros. Isso significa que todos os objetos menores que isto não estarão sendo individualizados. Mas, mesmo não sendo possível a identificação de áreas danificadas através da imagem de satélite, estas podem fornecer informações importantes sobre discriminação de tipologias florestais, tamanhos e localização dos reflorestamentos, contribuindo significativamente para o monitoramento de danos. Adicionalmente, outras tecnologias podem ser envolvidas, associando-se os pontos fortes da razoável resolução espectral com metodologias que possam fornecer resolução espacial otimizada.

O levantamento aeroexpedito (LAE) é uma técnica de sensoriamento remoto simples e de custo relativamente baixo, usada para a detecção e mapeamento de danos em florestas causados por insetos, patógenos e outras pragas, na América do Norte. Este método está sendo introduzido no Brasil através de um programa de intercâmbio técnico entre a Embrapa e o Serviço Florestal Americano, para a avaliação de danos causados pela vespa-da-madeira (*Sirex noctilio*), macaco-prego (*Sebus apella*) e outras injúrias em reflorestamentos de *Pinus* spp. no sul do Brasil. As etapas de introdução e implementação do mapeamento aeroexpedito no Brasil incluem vôos de demonstração, estudos de viabilidade, produção de mapas delimitando plantações de *Pinus* sp. baseadas em classificação e interpretação visual de imagens Landsat7 ETM, treinamento de observadores e vôos operacionais.

Material e Métodos

O LAE depende de informações previamente espacializadas, como mapas topográficos contendo cursos d'água, estradas, linhas de alta tensão etc. Outra opção, discutida pelos técnicos da Embrapa e implantada como teste, foi a substituição dos mapas topográficos (que no caso brasileiro estão, em geral, muito defasados por terem sido produzidos nas décadas de 60 e 70) por cartas-imagem, elaboradas a partir de um recorte de cena Landsat, previamente interpretada com as feições de vegetação e informações adicionais como rios e estradas, que facilitam muito a localização dos observadores durante o vôo. A composição colorida escolhida para a elaboração das cartas-imagem foi a RGB/453 que, apesar de não guardar relação visual imediata entre as feições na imagem e o os alvos na cena real, permite uma boa discriminação entre os principais tipos de uso do solo presentes na área de estudo.

Escolhida a composição, outra etapa no processamento digital que melhora a visualização de feições na imagem é a aplicação do contraste. No presente trabalho optou-se pela aplicação

do contraste linear em cada uma das bandas. A imagem, que é preliminarmente preparada na forma digital, precisa ser disponibilizada na forma impressa para seu emprego durante o vôo e trabalho de campo. Para permitir seu fácil manuseio e, ao mesmo tempo, produzir um material em cuja escala seja possível a identificação dos povoadamentos e das principais características fisionômicas do terreno, optou-se pela confecção de módulos da imagem, em tamanho A0, na escala 1:100.000 e composição RGB/543 - que se assemelha às cores naturais – incluindo *layers* de rios (em azul) e estradas (em vermelho). Os polígonos de *Pinus* spp. foram classificados em laboratório (seguindo diversas metodologias tentativas) e delineados na imagem, para facilitar a visualização dos observadores aéreos. Algumas viagens de campo foram feitas para verificar a acuracidade de alguns destes pontos.

Resultados

A **Figura 1** apresenta uma carta-imagem da região de General Carneiro, PR preparada para uso no levantamento aeroexpedito pelo laboratório de Monitoramento Ambiental da Embrapa Florestas.

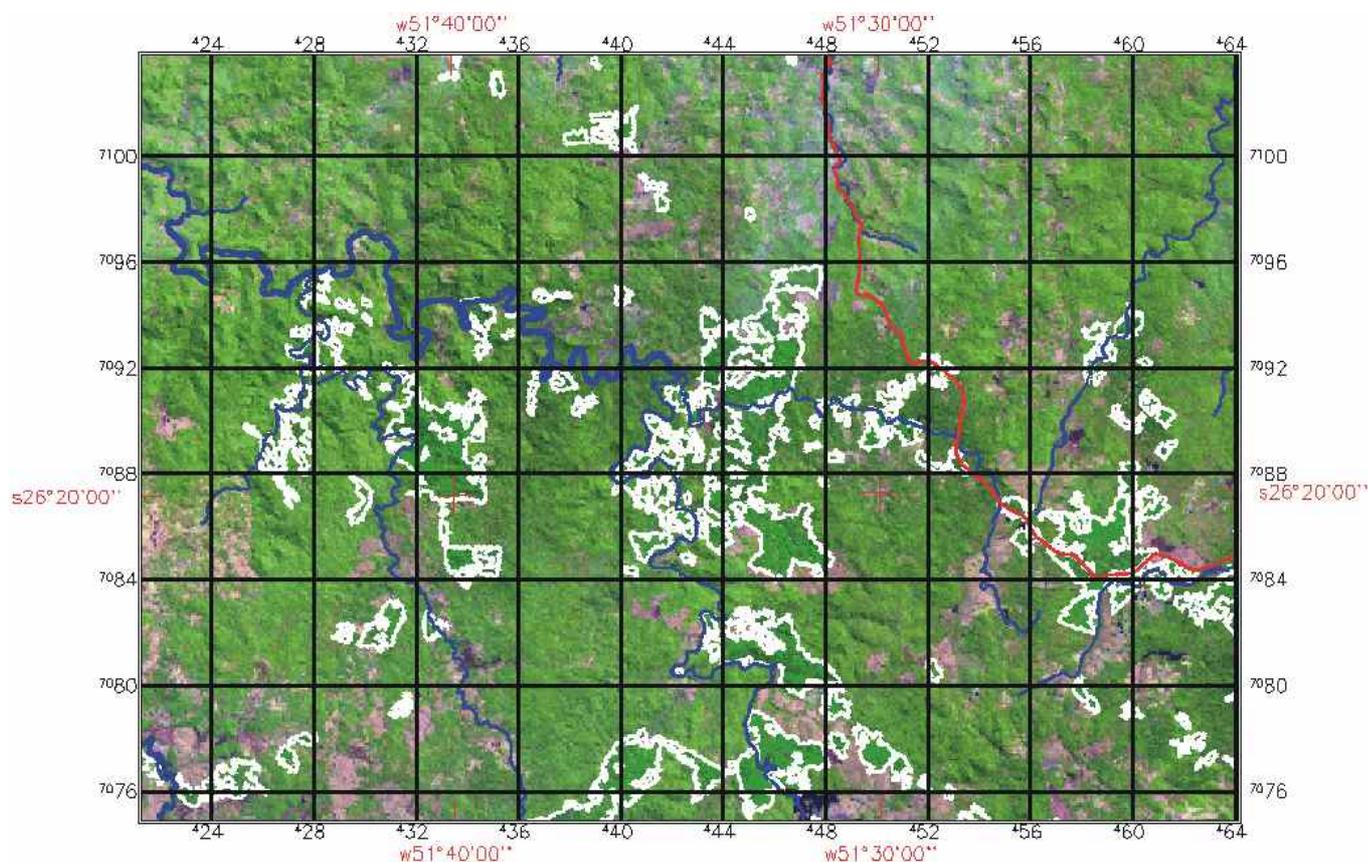


Figura 1 Carta-imagem da região de general Carneiro (PR), apresentando os povoadamentos de *Pinus* spp. delimitados em branco.

Na composição das cartas-imagem foram plotadas *grids* UTM de quatro por quatro km, correspondentes às linhas de vôos (evidenciada em preto na **Figura 1**). Com o auxílio de um GPS de navegação marítima e com as linhas de vôo traçadas, o piloto, treinador e treinandos puderam realizar a correspondência entre as feições do mapa e a localização no terreno com maior facilidade e precisão.

Um item importante refere-se ao avião a ser utilizado na operação. O equipamento precisa possuir características específicas (asa alta para facilitar a observação aérea), facilidade para vôos de menor altitude, estabilidade, piloto treinado e cuidadoso, envolvendo-se no mapeamento dos aeroportos próximos para abastecimento. Os aviões tipo Cessna – conforme o que aparece na **Figura 2** – têm sido aprovados para a operação.



Figura 2 Aeronave utilizada nos vôos de treinamento de levantamento aeroexpedito

Durante o vôo a atividade do observador consiste em acompanhar na carta-imagem e no GPS de bordo o que está sendo sobrevoado e anotar suas observações na própria carta. Dados como presença, classificação e intensidade de danos, identificação da tipologia florestal e verificação de formas de manejo (florestas plantadas) e estágios sucessionais (florestas nativas) podem ser o objetivo do vôo. A **Figura 3** mostra a operação de identificação de dados durante o vôo em carta-imagem ou mapa topográfico. No escritório, estas informações são repassadas para um acetado transparente e escanerizadas, passando a ser uma *layer* que contém verdade terrestre e pode ser incorporada como mais uma camada em um SIG.



Figura 3 Imagem tomada do avião em General Carneiro (PR) e a operação de identificação de feições durante o vôo

Na efetiva execução da verificação de campo, os itens indispensáveis foram: as cartas-imagem; o acetato (termo correspondente ao *mylar*, usado nos EUA) contendo os resultados do vôo e os respectivos danos já classificados quanto à intensidade (leve, moderado e intenso), tipo de ataque (vespa, macaco, armilaria, fogo); GPS e veículo para o deslocamento.

Conclusão

As tecnologias associadas (Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas) abrem novos horizontes para o monitoramento de pragas e doenças florestais, permitindo a elaboração de pacotes que unam boa resolução espectral (imagens Landsat) e boa resolução espacial (vôos de baixa altitude). Há muitos anos essa tecnologias vêm sendo utilizadas em países como os Estados Unidos e Canadá que, como o Brasil, possuem dimensões

continentais. Com o emprego de cartas-imagem preparadas em escala adequada, contendo informações auxiliares como rios e estradas, a localização dos povoamentos com prováveis problemas torna-se facilitada, uma vez que a sua localização foi previamente determinada em laboratório. Vôos de apenas uma hora são suficientes para fazer o levantamento de extensões como 60 mil hectares, contribuindo para o zoneamento das áreas de maior risco de ataque por determinadas pragas, como a vespa-da-madeira. É necessário dar continuidade a esse trabalho, para que as informações venham a compor um banco de dados e assim, sejam usadas por gerentes florestais para que o efetivo tratamento e técnicas de combate venham a ser utilizados. Fica claro que o mapeamento do dano causado por pragas reúne um conjunto de ações que vão desde o mapeamento dos talhões em laboratório, a partir das imagens Landsat7 ETM, até a verificação em campo. Isso implica em elaboração de cartas-imagem, planejamento das áreas e linhas de sobrevôo, verificação da acurácia relativa à vetorização dos talhões, delimitação das áreas de ocorrência de danos e transferência dessas informações para o acetato (*mylar*).

Com o treinamento no Brasil, os técnicos da Embrapa e do Serviço Florestal Americano observaram a importância da metodologia para vários propósitos tipicamente locais, dentre eles, aspectos fitopatológicos e entomológicos. Entre os outros usos encontra-se o de fiscalização de cumprimento de legislação ambiental, acuracidade de mapeamentos feitos por sensoriamento remoto e aspectos relacionados aos estágios sucessionais de florestas naturais. Todos esses aspectos fazem com que a técnica seja considerada bastante promissora para o manejo e o monitoramento de áreas, principalmente pelo fato de possibilitar a integração de informações.

Bibliografia consultada

LINGNAU, C. Aplicação de imagens de satélite landsat-5 para o monitoramento de danos causados pela vespa-da-madeira em reflorestamento de *Pinus* spp. In: **SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO EM SENSORIAMENTO REMOTO E SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA APLICADOS À ENGENHARIA FLORESTAL**, 2., 1996 CURITIBA, BRASIL. **Anais...**, p.35-48, 1996 Curitiba: FUPEF.

CIESLA, W.M. *et al.* Development of an Aerial Sketch Mapping in Brazil. In: **SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO EM SENSORIAMENTO REMOTO E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADOS A ENGENHARIA FLORESTAL**, 5., 2002 CURITIBA, BRASIL. **Anais...**, p.31-38, 2002 Curitiba: FUPEF.