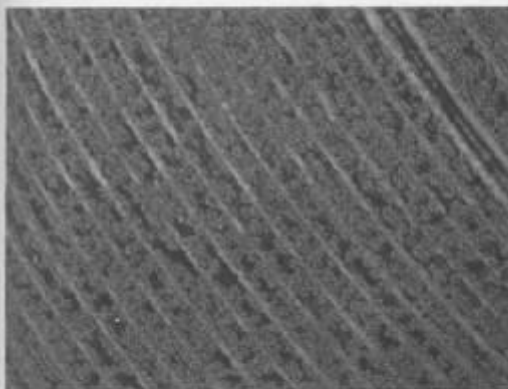


# Monitoramento agrícola parte das imagens aéreas



**A**s técnicas de produção têm evoluído com a utilização das novas tecnologias de monitoramento do campo. Em especial, sistemas que permitem identificar, registrar e certificar as evoluções e resultados. Esta informação combinada com a geoinformação pode direcionar várias ações no campo durante o ciclo do cultivo ou em datas posteriores à colheita, possibilitando localizar e fornecer um diagnóstico preciso da área de cultivo. A partir daí, podem ser elaborados os mapas de recomendações: descompactação, fertilidade, aplicação de insumos em taxa variável, entre outros.

De acordo com Lúcio André de Castro Jorge, Pesquisador da Embrapa Instrumentação Agropecuária, uma das geoinformações mais importantes no monitoramento agrícola têm sido as imagens aéreas georreferencia-

das. “Estas, aliadas ao processamento rápido e a transformação da informação contida na imagem em mapas temáticos disponibilizados na WEB são, certamente, os fatores de sucesso no monitoramento agrícola”, acrescenta.

Ele explica que o grande diferencial, principalmente para o Monitoramento Agrícola, está na capacidade de integração das imagens terrestres e dados de coleta de campo, através, por exemplo, de PDAs ou computa-

dores de mão, e da análise das imagens aéreas gerando informação em tempo hábil para se preparar um mapa de aplicação de insumos em taxa variada, processado via Web e disponibilizado para cópia no formato requerido pelo equipamento aplicador.

Apesar de obtenção dos dados, o monitoramento via WEB tem que transformar os dados em informação e disponibilizá-las em linguagem clara. Portanto, ele afirma ser fundamental:

- Elaboração de Mapas Temáticos (Quantitativos e Qualitativos) referentes aos dados coletados;
- Classes dos Mapas elaborados com critérios estatísticos adequados;
- Análise dos dados ao longo do tempo, o que permite a análise através dos anos e safras dos diferentes temas gerados.

## Monitoramento agrícola passo-a-passo

Para o pesquisador, o primeiro passo neste tipo de trabalho é a obtenção do contorno do talhão a ser monitorado. Este contorno pode ser obtido de forma automática ou mesmo percorrendo-se via terrestre com o GPS de navegação. Depois de obtidos os contornos dos talhões, deve ser feito o planejamento da missão de captura de imagens. Ou seja, define-se onde as imagens vão ser obtidas através de uma grade de amostragem. O ponto onde as fotos serão obtidas é dependente da precisão do GPS utilizado.

A partir das imagens, o mais importante é extrair de forma automática as in-

formações importantes para o gerente da propriedade. Assim, as mesmas são processadas através do sistema de processamento desenvolvido na Embrapa Instrumentação Agropecuária.

Depois do processamento também deve ser feito um mapeamento estatístico que ajuda a selecionar as regiões de cada imagem onde se tem falha e produções significativas. Finalmente, após a obtenção dos índices por foto, é gerado o mapa do talhão na WEB. E, em seguida, o gerente agrícola pode ver os mapas temáticos e os respectivos mapeamentos de áreas de oportunidade para tomar a decisão correta.

# Geotecnologia traz benefícios para agricultura

Desde o antigo Egito, cerca de 5.000 anos a.C., que se tem notícias dos primeiros censos agrícolas. Conhecer a área de terra ocupada com agricultura é uma variável importante nos modelos de previsão de safras agrícolas, pois a produção nada mais é do que a área plantada multiplicada pela produtividade média. Nos tempos modernos, não basta conhecer somente a área de terra ocupada com agricultura, é preciso um acompanhamento das culturas ao longo de seus ciclos. Isso se faz por meio do monitoramento, ou seja, uma vigilância dos efeitos ambientais sobre a cultura.

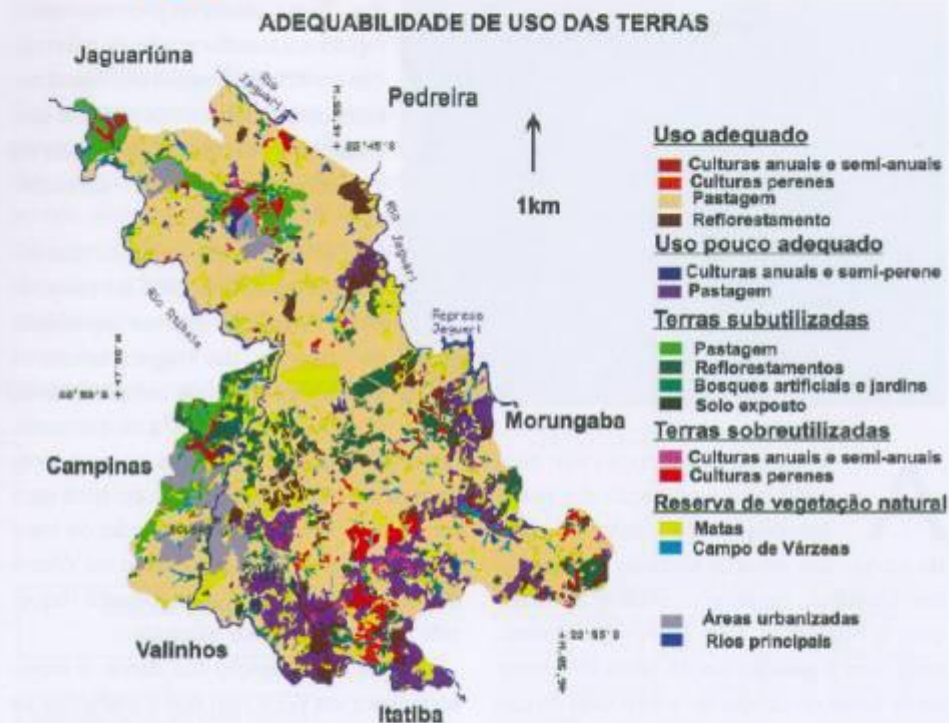
De acordo com Maurício Alves Moreira, pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), os censos têm a metodologia baseada em informações numéricas (questionários) e dependem da confiabilidade dessas informações. O uso dessas imagens apresenta um grande avanço, no que diz respeito a precisão dos resultados, uma vez que as informações de área plantada são obtidas da interpretação das imagens.

Além disso, a interpretação dessas imagens fornece mapas que permite analisar onde e quando as culturas foram efetivamente implantadas na região e a me-

## As imagens de satélites podem ser utilizadas para estimar a área agrícola

todologia empregada é pouco influenciada pela presença ou não do produtor, para obter as informações necessárias para estimar a safras agrícolas. "E por outro lado, as imagens de satélites podem ser utilizadas como suporte para estimar a área agrícola, através de um sistema de amostragem de área", afirma o pesquisador.

No INPE, vários estudos foram realizados para testar o potencial dessas ima-



gens. Dentre as culturas estudadas tem-se: a cana-de-açúcar, o trigo, o arroz irrigado, o feijão, o milho, a soja e o café.

Paralelamente ao lançamento dos satélites, surgiu a evolução na área da informática, em especial nos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), o que trouxe um grande impulso no desenvolvimento de metodologias que visam fornecer estatísticas agrícolas.

A utilização das imagens de satélites e as técnicas de geoprocessamento, para fins de mapeamento de áreas agrícolas, muda muito o conceito de estimativa de safras, daquilo que é usado para a maioria das empresas governamentais ou de iniciativa privada. Os levantamentos agrícolas podem ser reestruturados dentro de uma visão do sensoriamento remoto. "Em outras palavras, os resultados, que carregam um grau de subjetividade, passam a ser mais objetivos porque a informação da área plantada com uma cultura é obtida diretamente das imagens do satélite, independente das informações dos agricultores", ressalta Maurício Alves.

Segundo ele, os censos que antes eram obtidos na forma tabular e subjetivos podem agora ser expressos de maneira mais

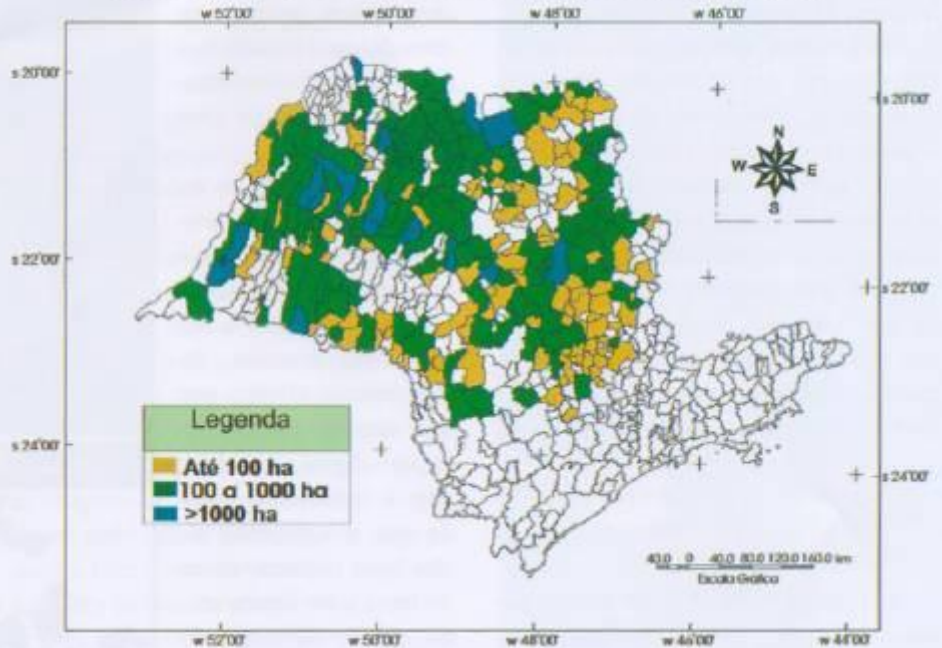
objetiva, através de números e de mapas temáticos com a espacialização das lavouras, o que é importante no planejamento agrícola.

A teoria de amostragem para estimar área plantada com culturas agrícolas, segundo a Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), teve início em 1960, tendo como material de apoio as fotografias aéreas e cartográficas. Após o lançamento do primeiro satélite da série Landsat, a metodologia foi aprimorada e passou a utilizar também imagens de satélites como fonte de dados.

No INPE, basicamente, foram três projetos desenvolvidos com a finalidade de estimar a área de culturas agrícolas, com base em amostragem de área. Segundo o pesquisador Maurício Alves Moreira, dois deles usaram, basicamente, fotografias aéreas no processo de construção do painel de amostra e o terceiro, projeto implementado em parceria com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com o objetivo de estimar a área de culturas agrícolas em nível estadual, baseado inteiramente na interpretação visual de imagens do satélite Landsat.

O pesquisador ressalta que uma per-

## Municípios do estado de São Paulo e área de cana



gunta frequentemente indagada pelos usuários é: quantos satélites de sensoriamento remoto existem, para obter dados sobre a superfície da Terra? De acordo com ele, existem vários países que possuem satélites de recursos naturais. Dentre eles, destacam-se os Estados Unidos, a Índia, o Canadá, a França, o Brasil, a China, etc.

Quanto aos sistemas sensores (equipamentos que registram as informações sobre os objetos da superfície terrestre, incluindo aí áreas agrícolas), houve um avanço muito grande no poder de diferenciação de alvos. No início, a identificação de diferentes tipos de culturas era muito difícil, por causa da baixa resolução espacial (menor área identificável na superfície). "Hoje, com a colocação de satélites de altíssima resolução espacial é possível não só diferenciar culturas, como também observar detalhes dentro de cada talhão", observa o pesquisador.

No tocante ao monitoramento, o uso de imagens de satélites supera quaisquer outros dados, pelo fato de que os satélites são periódicos (passam sobre uma mesma área de tempo em tempo). Essa caracte-

rística permite, por exemplo, acompanhar a evolução agrícola numa região.

### Interpretação visual de uma imagem de satélite

Maurício Alves Moreira explica que a

interpretação visual foi a primeira metodologia empregada para interpretar imagens de satélites, por duas razões: a primeira diz respeito aos dados que são parecidos com uma fotografia aérea, embora com certas restrições. A segunda, porque já existia uma metodologia

de foto-interpretação que foi facilmente adaptada às imagens de satélites.

No entanto, com o acúmulo de dados, uma vez que os satélites são periódicos, houve necessidade de desenvolver procedimentos computacionais que pudessem agilizar a maneira de interpretar as imagens. "Assim, foram desenvolvidos programas computacionais capazes de interpretar uma imagem com maior rapidez do que o homem, porém limitados porque operam dentro de uma lógica matemática, o que não acontece com o interprete", afirma o pesquisador.

### Classificação de imagens por computador

A classificação de imagem no computador se faz, de acordo com Maurício Alves, mediante ao emprego de regras de decisão. Para isso, a imagem deve estar discretizada e no formato digital. A partir dessas imagens e de programas específicos, faz-se o agrupamento de pixels (menor elemento da imagem), homogêneos, isto é, que apresentam as mesmas características radiométricas (mesmo valores de intensidade de energia refletida).

"Em outras palavras, o computador separa, em classe de ocupação do solo, todos os pixels de uma imagem ou parte dela, de acordo com os valores da radiação refletida pelos alvos na área. Em síntese, esses programas tentam simular o trabalho manual feito na interpretação vi-

### Em nível mundial, o emprego de imagens de satélites tornou-se uma rotina

sual", acrescenta o pesquisador.

Ele conta que, com a evolução dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), hoje em dia é possível associar outros dados para facilitar a interpretação, tais como: cadastrais, cartográficos, dados de campo, numéricos, etc.

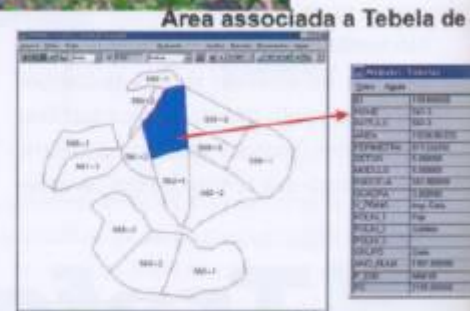
Mas lembra que é preciso saber qual das duas metodologias deve ser usada para a interpretação de uma imagem. Ele

explica que uma análise criteriosa de ambas as metodologias mostra que há vantagens e desvantagens na escolha de uma ou de outra.

"Por exemplo, a interpretação visual apresenta a vantagem de ser uma metodologia, cujos resultados tendem a serem mais precisos, do que aqueles obtidos por um sistema de classificação digital qualquer. Isso é verdadeiro, desde que o intérprete tenha bons conhecimentos do tema a ser interpretado, dos fundamentos do sensoriamento remoto, das técnicas de interpretação e dos cuidados indispensáveis no momento de realizar o trabalho de interpretação", enfatiza o pesquisador.

De acordo com ele, do ponto de vista operacional, ela apresenta uma série de desvantagens. Pode-se citar:

- Necessidade de amplo espaço para armazenamento das imagens no formato analógico (imagem em papel);
- Não permite mudar a escala de trabalho, ou seja, a escala original em que a imagem foi confeccionada;
- Não permite mudar as cores da imagem colorida e nem substituir as imagens que deram origem a composição colorida;
- Os resultados finais da interpretação são expressos em forma de mapas, para tal requer pessoas especializadas para confeccioná-los;
- O cálculo de área das classes interpretadas é trabalhoso e exige métodos específicos;
- A análise digital, quando comparada à interpretação visual, é mais rápida e não apresenta as desvantagens citadas acima, ou seja;
- Exige pouco espaço para armazenamento dos dados de satélite, uma vez que eles são gravados e CD-ROM;



- Permite trabalhar com qualquer escala de imagem;
- Permite gerar imagens em composições coloridas;
- Os resultados finais são expressos na forma de mapas digitais, que podem ser impressos em diferentes escalas ou em forma de tabela de números. Podem ainda gerar arquivos em JPEG para serem enviados por internet;
- O cálculo da área de cada tema interpretado é obtido no computador, através da função cálculo de área, que se baseia na área dos polígonos de cada tema;
- Permite sobrepor um mapa temático às imagens de satélites de anos posteriores, para análise multitemporal;
- O cruzamento de dados obtidos de diferentes fontes, tais como: cadastral, campo, tabelas e imagens de satélites, é muito mais facilmente realizado quando comparado a interpretação visual;

Uma vez obtido o mapa temático com a distribuição espacial das áreas agrícolas,

é feito um mapa final com legenda e escala gráfica.

### Vantagens do uso desta técnica

Para falar das vantagens do uso de imagens de satélite, do ponto de vista do produtor, Maurício Alves destaca que é necessário definir que tipo de produtor está-se abordando. A agricultura no Brasil é muito heterogênea, tanto em tamanho de propriedades quanto no tipo de culturas agrícolas plantadas numa dada região. "Por causa disso e das características das imagens de satélites, como o Landsat, o SPOT ou o CBERS, fica difícil pensar em mapear áreas agrícolas muito pequenas", diz Maurício Alves.

Por isso, ele afirma que o emprego de imagens de satélite deve ser visto num contexto de grupos de agricultoras (cooperativas) ou para grandes agricultores, os quais não se têm o conhecimento real de potencial produtivo das suas propriedades. "De qualquer forma, para os agricultores, independente do tamanho da propriedade, o uso dessas imagens pode ser uma opção inteligente", afirma.

Isso porque elas apresentam duas características importantes, do ponto de vista de planejamento:

- Contêm uma visão ampla da área, para qualquer tipo de satélite. Neste caso, o agricultor pode ter uma visão geral da propriedade e do entorno de suas terras.
- Os satélites são periódicos, ou seja, passam sobre a propriedade, várias vezes no ano. Essa característica permite ao agricultor acompanhar a evolução de sua propriedade, bem como monitorar áreas agrícolas e outras ocupações.

Por meio dessas imagens, podem-se fazer estudos bem detalhados da propriedade, como exemplo, a adequabilidade do uso das terras.

Maurício Alves conta que um exemplo bastante interessante do uso dessas ima-

gens em nível de agricultor, que foi realizado por técnicos do INPE, diz respeito ao mapeamento de áreas de maçã, na Fazenda da empresa POMIFRAI, em Santa Catarina. Na época, os proprietários manifestaram o desejo de georreferenciar os diferentes talhões de maçã num sistema SIG.

Para realizar este projeto, foi feito o georreferenciamento de todos os talhões de maçã, por meio do GPS no modo caminhamento, para gerar um mapa dos talhões, os quais foram devidamente identificados (idade, variedade, produção, etc). No SIG foi gerado o mapa e sobreposto às imagens do TM Landsat. Além disso, foram delimitados os limites da propriedade e feita uma interpretação do uso do solo fora da área de maçã.

Em nível de grupos de produtores (cooperativa) e de estado, o INPE vem realizando um estudo para mapeamento da área canvieira em todo Estado de São Paulo. O projeto está sendo financiado

pela ÚNICA (União da Agroindústria Canvieira de São Paulo) e já foi executado para as safras 2002/03 e 2004/05 e está sendo executado para a safra 2005/06.

Em nível

mundial, o emprego de imagens de satélite tornou-se uma rotina, principalmente nos países de primeiro mundo, como os Estados Unidos, Canadá e Europa. Segundo o pesquisador, essa tecnologia está sendo fortemente implementada em países do terceiro mundo. "Entretanto, não são todos os países que possuem satélites de recursos naturais, porque essa tecnologia, na parte de construir e colocar em órbita um satélite dessa natureza ainda é bastante cara e, somente países com alta tecnologia são capazes de tal façanha, como exemplo, de alguns desses países detentores de satélites temos: os USA, o Canadá, a Índia, China, Brasil-China, França, a Rússia, etc", finaliza Maurício Alves.



Sistemas de imagens de satélite