

Aplicação de técnicas de sensoriamento remoto e processamento de imagens como instrumento de arrecadação tributária: uma experiência em consolidação na Secretaria de Fazenda do Estado de Goiás

Gilberto de Mello Nogueira Abdelhay¹
Leydervan de Souza Xavier¹
José Antônio Assunção Peixoto¹
André Luiz Monteiro da Silva²
Maria Gonçalves da Silva Barbalho²

¹ Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - CEFET/RJ
Av. Maracanã 229 - 20271-110 – Rio de Janeiro - RJ, Brasil
gilberto1@mandalanet.com.br, [xavierls, jpeixoto]@cefet-rj.br

² Secretaria de Fazenda do Estado de Goiás – SEFAZ-GO
Av. Santos Dumont 2233 Bl A- 74672-420 - Goiânia - GO, Brasil
{andre-lms, maria-gsb}@sefaz.go.gov.br

Abstract. The crop production in Goiás has substantially increased since the 80's, specially due to the expansion of the growing area and artificial irrigation, which allowed two more harvests each year. Nevertheless, the existing fiscal system was not prepared to face this expansion in order to adjust the revenue of the state's taxes from agricultural production. Then, in 1999, a group of study proposed a new fiscal control methodology applying remote sensing to estimate the revenue. It was something totally new for the State Secretary of Finances (SEFAZ-GO) that decided to support this effort and, by the beginning of 2001, the new Geoprocessing Coordination located geographically the 2500 more representative properties and started the work, a time consuming work that will end by 2005. The evaluation of the crop acreage by property has been done manually, analyzing images of Landsat-7 and CBERS-2 with the software SPRING linked to other GIS tools, but this procedure has a lot to improve until reach the aim of 2500 properties control. This work describes a successful effort to simplify the crop area estimation, increasing of automation in order to improve the new methodology.

Palavras chave: fiscal control, tax collection, remote sensing, image processing, crop samples, controle fiscal, arrecadação de impostos, sensoriamento remoto, processamento de imagens, fiscalização, amostras de culturas.

1. Introdução

De acordo com Silva (2004), Goiás assistiu, nos últimos 20 (vinte) anos, a um crescimento sem precedentes na utilização de técnicas de manejo da terra e, em consequência, ao aumento da produtividade na agricultura. Um exemplo vem do uso do pivô central no estado, que em 1983 irrigava pouco menos de 600 hectares na bacia do Paranaíba, e aumentou para cerca de 130.000 hectares em 2002, cobrindo, com exceção do Sudoeste e da região Norte, praticamente toda a sua superfície.

O aumento vertiginoso da área plantada e da produtividade no Estado levou à constatação de que também seria imprescindível o emprego de tecnologias avançadas de monitoramento para um controle mais eficiente da arrecadação de tributos.

Com base nesta constatação, a Superintendência de Gestão da Ação Fiscal – SGAF criou, em 1999, um grupo de especialistas em agronomia para viabilizar o monitoramento das grandes áreas de plantio, principalmente as irrigadas. Mas, logo em seguida, com base em levantamentos realizados em 2000, o grupo constatou ser impossível fiscalizar todo o contingente de produtores agrícolas cadastrado no Estado utilizando métodos tradicionais de fiscalização, além de desnecessário (Silva, 2004). Foram feitas então duas recomendações principais:

A primeira, de adoção da tecnologia de Geoprocessamento, com a utilização do sensoriamento remoto. A utilização de dados orbitais de Sensoriamento Remoto para o levantamento e quantificação da ocupação agrícola de município, microregião ou estado, dentre outros, tem-se tornado freqüente no Brasil, nos últimos anos, fornecendo informações atualizadas a um custo relativamente baixo (Silva, 2004).

A segunda, de se fiscalizar, por este método, apenas os cerca de 2000 (dois mil) produtores agrícolas, que respondem por 90% da produção e arrecadação no segmento, dentre os aproximadamente 115.000 (cento e quinze mil) cadastrados na Secretaria da Fazenda do Estado de Goiás (Silva, 2004).

Assim, a aplicação da tecnologia de Geoprocessamento no monitoramento e fiscalização de um grupo específico de propriedades rurais surgiu como alternativa inovadora para a manutenção da sincronia entre a produção agrícola e a arrecadação de impostos do Estado.

2. Visão geral da fiscalização agrícola

Em uma visão geral, a SEFAZ-GO, com sede em Goiânia, espalha-se pelo Estado em 25 Agências Regionais que são responsáveis pela fiscalização do recolhimento de impostos pelos produtores agrícolas e para tanto, usa além dos métodos tradicionais de acompanhamento da produção, os dados do sensoriamento remoto colocados à disposição pela Coordenação de Geoprocessamento localizada na sede. As agências dispõem de pessoal treinado e equipamento para consultar as imagens e o banco de dados relativos à sua região de atuação. Nas agências os produtores podem interagir com os fiscais para ver as imagens dos satélites, discutirem sua produção, informar ou retificar limites das suas propriedades, etc.

Uma das atribuições das agências, relativa ao sistema de sensoriamento remoto, é o levantamento de amostras de cada uma das culturas controladas, quando de suas inspeções no campo. Uma amostra se caracteriza pela informação da cultura (milho, soja, feijão, algodão, etc.) e da latitude e longitude de um ponto no interior da área cultivada, obtidas através do GPS (Global Positioning System). Essas amostras serão necessárias no tratamento digital das imagens. É a partir delas o software calcula a assinatura espectral da cultura. Quanto mais amostras de uma cultura maior a probabilidade de acerto quanto às características da mesma.

Entretanto por depender da disponibilidade de recursos (gente, viaturas) e das facilidades

de acesso ao terreno, na prática, o número de amostras obtidas tem sido menor que o desejado o que contribui para a existência de culturas não identificadas pelo software de tratamento de imagem.

A Coordenação de Geoprocessamento executa toda a parte de manutenção do banco de dados e do processamento digital das imagens que compreende:

1. A seleção de imagens de satélite com boa visibilidade. No caso de imagens do Landsat são necessárias 23 imagens para cobrir todo o Estado;
2. Registro da imagem, integrando-a ao SIG (Sistema de Informações Gerenciais) existente;
3. A união (mosaico) de imagens para as agências cobertas por mais de uma imagem;
4. A geração da imagem sintética contrastada, para o trabalho visual;
5. A segmentação. Etapa preparatória para a classificação por regiões;
6. A inclusão das amostras das culturas a serem identificadas nas imagens (treinamento);
7. A classificação supervisionada onde as regiões são associadas às culturas;
8. A foto-interpretação onde são calculadas as áreas plantadas por propriedade e por cultura;
9. A atualização do banco de dados com as áreas, culturas e produtividade regional;
10. A emissão da notificação de produção agrícola das propriedades.

A cada safra, o trabalho da Coordenação de Geoprocessamento termina com a remessa para as agências das notificações às propriedades já impressas, e de CD-ROM com as atualizações de imagens e dados correspondentes às suas áreas de atuação. Na notificação informa-se a área plantada total, sem discriminar as culturas. Inclui-se na notificação o trecho da imagem do satélite onde está a propriedade. Na Coordenação havia ao todo, até o momento do fechamento deste texto, 2 funcionários e 2 estagiários com dedicação total ao projeto.

3. Recursos disponíveis

A Coordenação de Geoprocessamento dispõe de 3 computadores Pentium IV com 512 MB de RAM e 80 GB de disco, sendo 2 deles equipados com monitores de 17" e um com 21". Há um leitor gravador de CD-ROM, uma impressora com capacidade de impressão no formato A2 para a produção de mapas, uma mesa digitalizadora e um aparelho manual de navegação. Em cada agência regional há um computador Pentium IV, de características semelhantes aos da Coordenação, dedicado ao trabalho de sensoriamento remoto, um aparelho de navegação (GPS) e uma viatura (não dedicada).

Em termos de mão de obra a Coordenação Central é composta por um especialista em geoprocessamento e dois estagiários de sensoriamento remoto, enquanto que nas Agências Regionais há pelo menos um Agente de Fiscalização com treinamento em GPS e GIS.

Os recursos atuais são os mesmos existentes ao início dos trabalhos a não ser por uma atualização, em toda a SEFAZ-GO, da potência de processamento dos computadores.

4. Ganhos e dificuldades preliminares

O principal ganho alcançado com a adoção da nova metodologia de fiscalização é caracterizado pelos resultados preliminares alcançados de aumento da arrecadação tributária, que foram considerados excelentes. Cabe citar: (i) o exemplo da Delegacia Regional de Luziânia, onde a arrecadação do segmento agrícola aumentou de cerca de R\$ 150.000,00 mensais para cerca de R\$ 450.000,00 mensais em consequência da implantação do sistema (Silva, 2004) e (ii) a mudança de comportamento do contribuinte, bem caracterizado na citação a seguir:

“Cumprir destacar que desde a implantação do sistema, em 2001, não houve autuação fiscal oriunda de divergências entre a área plantada/produção e a apresentação de documentos

fiscais da safra colhida - o que se observa é um aumento significativo na emissão destes documentos e, em consequência, da arrecadação do tributo devido, pelo aumento da percepção de risco por parte do contribuinte, ao ser notificado de que sua produção está sendo acompanhada por imagens de satélite” Silva (2004).

As principais dificuldades explicam-se pelo fato de que, para a metodologia sendo implantada, os recursos disponíveis não são ainda suficientes para atender ao crescimento do número de propriedades controladas: de 1000 já cadastradas, na época de início deste trabalho, até as 2500 previstas com implantação gradual até 2005. Além da carência de recursos, a sistemática inclui incertezas quanto à qualidade dos resultados obtidos, por serem fortemente influenciados por procedimentos de cálculos de área manuais, ainda necessários.

5. Descrição de objetivos

Motivados por interesses comuns a SEFAZ-GO e o CEFET-RJ mantêm cooperação técnica com o objetivo de investigar problemas técnicos e administrativos envolvidos com a utilização da tecnologia de geoprocessamento, promovendo o desenvolvimento de pesquisas e dissertações acadêmicas voltadas à modernização do sistema de fiscalização agropecuária do Estado de Goiás. O tema, ligado à melhoria dos serviços prestados à sociedade com apoio de tecnologia de informação, se adequou aos objetivos da SEFAZ-GO e à linha de pesquisa de modernização tecnológica do CEFET-RJ, esperando-se, numa primeira fase, alcançar melhorias do desempenho dos processos de trabalho empregados pela Coordenação de Geoprocessamento e suas interfaces, sob um enfoque de atuação multidisciplinar na análise e solução de problemas.

O objetivo do artigo é apresentar o esforço de modernização da fiscalização que vem sendo feito pela SEFAZ-GO, destacando uma pesquisa de cunho tecnológico, que visa reduzir as dificuldades previstas na expansão da nova metodologia de fiscalização.

A pesquisa faz parte de uma dissertação de mestrado em etapa final de tabulação de dados e documentação. Os dados empíricos utilizados referem-se a 40 propriedades estudadas na Agência Regional de Morrinhos, aos quais se aplica uma sistemática de cálculo manual de área na versão utilizada desde 2001 e uma sistemática automática alternativa sugerida para aplicação a imagens obtidas do CBERS-2, relativas à safra 2 de 2004.

6. Resultados intermediários

Os resultados obtidos por observação sobre a safra são muito bons, sendo a sistemática introduzida sem mudança de equipamentos ou do software utilizado. De uma forma resumida, prevê-se:

- A total substituição da foto-interpretação visual por procedimentos automáticos incorrendo em um erro médio em torno de 12%;
- A possibilidade da redução do erro médio para menos de 3%, se adotado um procedimento de foto-interpretação visual por região e não propriedade a propriedade, que se estima seja da ordem de 10% do trabalho executado na forma atual;
- A eliminação do erro ocasional decorrente de falhas humanas;
- A efetiva utilização do potencial do SIG SPRING como ferramenta de atualização do banco de dados, tanto na atualização da área plantada por propriedade quanto no cálculo da produção real, levando em conta a área plantada e também a produtividade por município informada pelo IBGE. Este procedimento, atualmente manual, passa a ser automático.
- A distinção entre o levantamento da área plantada por propriedade para efeitos de fiscalização e o levantamento da área plantada por cultura (milho, soja, feijão, etc.) para

efeitos de informações. Esta distinção permitirá que cada objetivo seja perseguido da forma mais adequada, eliminando a contradição até então existente que associava a identificação da área plantada à identificação da cultura. Para maximizar a identificação das culturas (e assim maximizar a identificação da área plantada) eram necessárias amostras de vários estádios de crescimento que acabavam por confundir o classificador, diminuindo a certeza dos resultados quanto ao tipo de cultura.

7. Discussão

Em se tratando de um trabalho com o objetivo de aumento de produtividade e qualidade, o enfoque inicial foi o de estudar cada passo, verificando a sua necessidade e a adequação do SPRING a esta necessidade.

Nesta linha de raciocínio, o ponto demandador de recursos é a foto-interpretação seguida do cálculo manual das áreas cultivadas para cada uma das propriedades. O software SPRING oferece uma função de Tabulação Cruzada que pode substituir o trabalho manual de cálculo das áreas por cultura e por propriedade. Para que os resultados deste cruzamento sejam precisos, depende-se apenas da precisão dos resultados da **classificação**, já que os limites das propriedades são bem demarcados, sem provocar erros. Para se alcançar uma classificação mais precisa, há dependência de boas amostras dos vários tipos de culturas, feijão, soja, milho, algodão e outros, pois através destas o classificador deduzirá a assinatura espectral da cultura, necessária para a sua identificação.

A maior dificuldade sentida desde o início do uso do sensoriamento remoto é quanto à obtenção de amostras das culturas. Uma amostra consiste simplesmente nas coordenadas geográficas de um ponto no interior da área plantada e a indicação da cultura, por exemplo, milho pipoca, o52.34.0.0 e s17.20.0.0. Para a obtenção desta amostra um fiscal deve dirigir-se a uma propriedade, identificar a cultura visualmente e com auxílio do GPS obter as coordenadas geográficas. Como muitas propriedades têm apenas um pivô plantado, na ida a uma propriedade apenas uma amostra seria levantada. Sendo grandes as distâncias, no final, poucas amostras estão disponíveis. Como as amostras têm que ser colhidas por agência regional (a amostra deve ser da imagem do satélite onde se quer fazer o reconhecimento das culturas), se uma agência identificou, por exemplo, milho doce, isso só serve a ela e não às demais.

A SEFAZ-GO logo de início constatou que não poderia identificar todas as culturas plantadas como gostaria de fazê-lo. Fixou-se então nas principais culturas do Estado: soja, milho, feijão e algodão, podendo a cada safra deixar de controlar algumas destas e controlar outras, se assim desejasse.

Segundo dados do IBGE, referentes a 2003, o estado de Goiás produziu 305.187 t (toneladas) de algodão, 6.319.213 t de soja, 3.632.636 t de milho e 289.172 t de feijão correspondendo respectivamente a 13,69%, 12,27%, 7,57% e 8,67% da produção nacional.

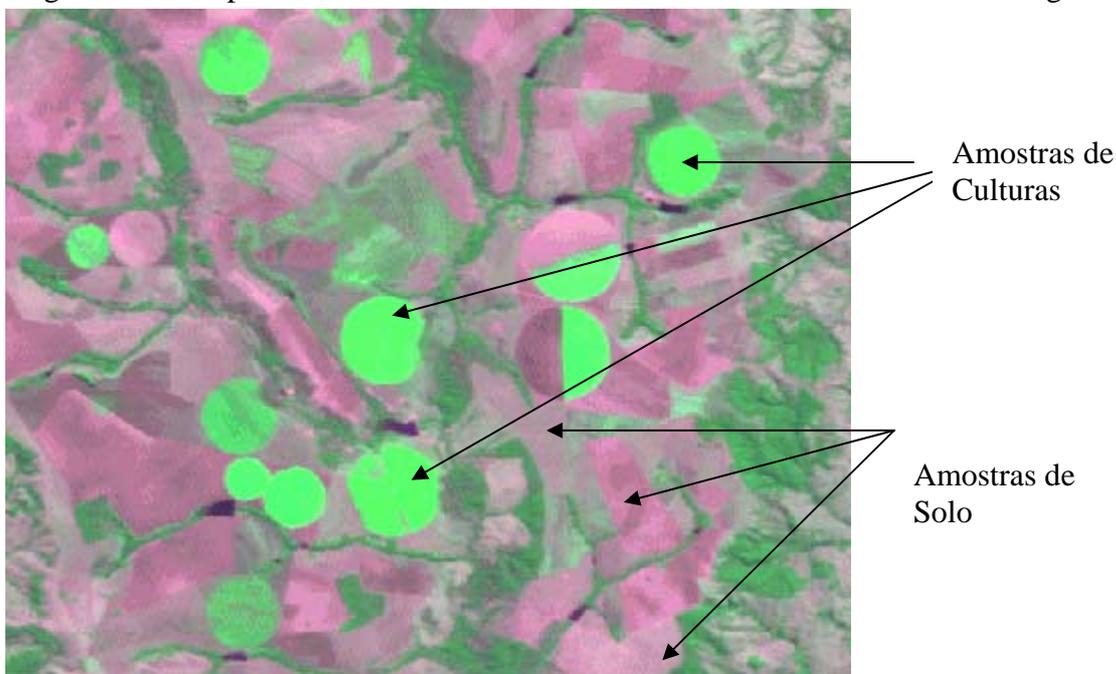
Como as propriedades controladas respondem por 90% da produção do Estado, imaginou-se que identificando nestas propriedades as principais culturas, elas representariam 90% do produzido nas propriedades. Esta expectativa não é correspondida, pois, por razões de mercado, por motivos técnicos (normalmente a restauração da capacidade produtiva da terra), ou por decisão do proprietário, pode-se usar o(s) pivô(s) para plantar tomate, batata ou qualquer outra coisa diferente das principais culturas.

Chegou-se então a uma situação crítica: a classificação, alimentada com amostras das principais culturas, só conseguiu identificar cerca de 60% das áreas cultivadas e esse resultado inviabilizava a pretendida solução através da Tabulação Cruzada.

A solução encontrada foi abandonar as amostras por tipo de cultura (feijão, milho, etc.) e usar amostras apenas para solo e culturas, estas representando a totalidade das culturas sem

distinguir qual. As amostras de culturas, sem precisar qual, podem ser obtidas visualmente sobre a imagem, pois se destacam pela cor uniforme e brilhante e pela formação geométrica, característica das áreas antropizadas. A figura 1 mostra exemplos de amostras de culturas e solo obtidas visualmente sobre a imagem.

Figura 1 - Exemplo de amostras de Culturas e Solos obtidas visualmente na imagem.



A solução adotada tem respaldo na bibliografia disponível:

Fonseca et al (2001) afirmam que “é possível distinguir as áreas com cultivos agrícolas dos demais alvos presentes na imagem através de técnicas de classificação. Com estas técnicas é possível apenas quantificar o total da área cultivada sem distinguir os diferentes tipos de cultivos. Esta distinção é dificultada, principalmente, por não existir um padrão espectral para cada cultura; a resposta espectral dos cultivos apresenta uma grande variação dentro da mesma espécie, conforme as práticas de cultivos, cultivares, ou variedades e condições climáticas”.

A grande maioria dos estudos sobre reconhecimento de tipos de culturas usando sensoriamento remoto, entre eles a Pesquisa Objetiva de Previsão e Acompanhamento de Safras Agrícolas (PREVS - o estudo mais extenso sobre acompanhamento da produção agrícola no Brasil), adota um método para o levantamento por amostragem de áreas tendo imagens de satélite como sistema referencial. Esse método baseia-se em uma estratificação da região de estudo segundo o padrão de uso e na definição de um painel amostral, a partir do qual se define o número de segmentos a serem visitados no campo. Em geral, cada segmento é composto de diversos talhões com múltiplos usos. O trabalho é feito com o auxílio de imagens de satélite e na maioria das vezes também com fotografias aéreas e outros materiais cartográficos (Luiz et al, 2002; Ephiphany et al, 2002).

Levantamentos usando dados das imagens e dados de campo não se aplicam ao caso da SEFAZ-GO, no qual os mesmos precisam ser levantados a cada safra logo a cada período de três meses, não havendo condição de levantamento em campo em todas as 2500 propriedades, nem a possibilidade de fiscalizar por amostragem.

Embora o interesse para a fiscalização seja apontar a área total cultivada por propriedade (sendo isto também válido para este trabalho) para alimentar as esferas de decisão com

informações qualitativas, continua a existir a necessidade da informação dos tipos de cultura e, portanto, a necessidade de boas amostras. O esforço futuro deve ser na simplificação deste processo. Se ficar claro aos produtores que a fiscalização da área plantada independe do tipo de cultura, por que não telefonar para algumas propriedades, por exemplo, aquelas com apenas um pivô, para facilitar, e perguntar ao proprietário o que ele plantou? Visualmente se conhece a propriedade, visualmente se identifica o único pivô e, sabendo-se que aquilo é feijão, soja, batata, etc., está disponível a amostra desejada.

Outro problema atual é receber informações de uma amostra e depois se verificar que ela não aparece na imagem do satélite, ou porque já foi colhida ou porque ainda não estava crescida na ocasião da imagem. Já que o custo das imagens não é impeditivo ao processo, já que o processo será bastante automatizado, nada impede que em vez de usar uma imagem por safra se usem duas e, através de comparação entre arquivos, se aproveite a maior área dentre as calculadas pela imagem 1 e pela imagem 2. Isto, além de aproveitar melhor as amostras resolveria problemas de propriedades não controladas por existência de nuvens em uma das imagens.

São exemplos que servem apenas para mostrar que separando a identificação dos tipos de culturas para efeitos estatísticos de informação do cálculo da área cultivada para efeitos de fiscalização, cada qual poderá evoluir mais focado em seus objetivos.

O fato novo importante no âmbito do sensoriamento remoto no Brasil é a entrada em operação do satélite sino-brasileiro CBERS-2, satélite de resolução média, como a série Landsat, mas com inovações que devem ser objeto de estudo pelos especialistas esperando-se novidades em termos de técnicas de trabalho. Neste trabalho já foram utilizadas imagens do CBERS-2 com resultados equiparáveis aos obtidos com os Landsat 5 e 7.

A perspectiva de evolução nesta área é grande. O satélite Landsat-7, considerado de resolução média (2 a 36 m), tem 8 bandas espectrais. Há uma série de novos satélites com múltiplas bandas espectrais estreitas e com resolução muito maior, cujo custo ainda restringe seu uso de forma generalizada, mas a tendência é de aumento de aplicações e baixa relativa de custos. Já existe uma iniciativa privada alemã (satélite RapidEye 5) para uso comercial de SR. Prevê-se que será possível conhecer, para todas as cultura, a altura, a produtividade, a área foliar, o teor de nitrogênio, as características do solo e outras Thenkabail (2000) Stoney (2004).

Se toda esta evolução for desnecessária para o apoio à fiscalização será importantíssima para a obtenção de informações fidedignas sobre produção agrícola por cultura e por safra, levantando a produtividade, acompanhando a incidência de perdas por doenças ou alterações climáticas e para a fiscalização em outras áreas como a pecuária ou mineração. A SEFAZ-GO se beneficiará com a evolução dos instrumentos de sensoriamento remoto e das técnicas de processamento de imagem. A constante perseguição de melhorias qualitativas no atual processo se justifica como base para alcançar outros objetivos. O acompanhamento estatístico que se prevê há algum tempo será mais facilmente realizado a partir da atualização automática do banco de dados como fruto deste trabalho.

Conclusão

A informática já está plenamente estabelecida nas atividades administrativas. A sistemática de fiscalização da SEFAZ-GO já a utiliza há tempos. Já o uso do geoprocessamento e do sensoriamento remoto, em apoio ao esforço arrecadador, foi uma decisões inovadora que certamente só logrou êxito por ter havido mais quem acreditasse do que quem duvidasse.

Para chegar a este êxito foi difícil? Demorado? Extremamente custoso? Uma aventura que ocasionalmente deu certo? Nada disso, em um ano e meio uma idéia virou fato. Os resultados foram imediatos apenas pela veiculação da idéia. O contribuinte acreditou na

capacidade da iniciativa do poder público assim que tomou conhecimento: o homem comum, principalmente o empreendedor, conhece o poder da tecnologia.

Será que a iniciativa está restrita aos seus idealizadores e corre o risco de acabar? Aparentemente não. As agências em todo o Estado de Goiás já são ativas em alimentar e usar os resultados do geoprocessamento; as agências exclusivamente agrícolas, como Cristalina e Jataí, dele dependem para planejar toda a sua ação fiscal e previsão de arrecadação. A idéia também não ficou restrita ao êxito inicial. O questionamento das possíveis dificuldades, a geração de idéias alternativas, a procura da parceria com a universidade são exemplos da necessária evolução.

As vantagens da sistemática proposta já são certezas na Coordenação de Geoprocessamento que continua seu esforço para melhorar a identificação do tipo de cultura e assim continuar obtendo informações importantes à atuação de governo. Mas a grande conclusão é que o geoprocessamento é uma tecnologia pronta para uso, totalmente integrada através do Sistema de Informações Gerenciais imprescindíveis em qualquer organização. Com o foco no problema e o apoio da literatura, do conhecimento e do ferramental existente, podem-se criar soluções inovadoras ou melhorar as existentes.

Referências

Artigo em Revista:

Ephipanio, J. C.N.; Luiz, A J B; Formaggio, A. R. Estimativa de áreas agrícolas municipais utilizando sistema de amostragem simples sobre imagens de satélite. *Bragantia*, Campinas, v. 61 n. 2, p. 187-197, 2002.

Luiz, A. J. B.; Oliveira, J. C.; Epiphania, J. C. N.; Formaggio, A. R. Auxílio das imagens de satélite aos levantamentos por amostragem em agricultura. *Agricultura em São Paulo*, v. 49, n. 1, p. 41-54, 2002.

Thenkabail, P. S.; Smith, R. B.; Pauw, E. Hyperspectral Vegetation Indices and Their Relationships with Agricultural Crop Characteristics, *Remote Sensing of Environment*, v.35, n.1, p 29-35, 1999

Eventos:

Fonseca, E. L.; Oliveira, J. C.; Rizzi, R. Avaliação de identificação de área com cultivos agrícolas para fins de previsão de safras utilizando procedimentos de classificação digital de imagens do sensor TM/Landsat5. São José dos Campos, INPE, 2001, Repositório da URLib <dpi.inpe.br/lise/2001/09.12.17.10>

Luiz, A. J. B.; Epiphania, J. C. N. Amostragem por pontos em imagens de sensoriamento remoto para estimativa de área plantada por município. In: *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 10, Foz do Iguaçu: Anais. São José dos Campos: INPE, 2001. v. , p. 8., Repositório da URLib <dpi.inpe.br/lise/2001/09.13.10.55>

Relatórios

Silva, A L M, A utilização do geoprocessamento e do sensoriamento remoto na Secretaria da Fazenda do Estado de Goiás. Goiás: SEFAZ-GO, 2004. Disponível em <http://www.sefaz.go.gov.br/Geoprocessamento/GEOPROCESSAMENTO%20NA%20SEFAZ.pdf>, Acesso em out. 2004

Stoney. W. E. *Asper's Guide to Land Imaging Satellites*, ASPER, 2004. Disponível em: <http://www.asprs.org/news/satellites/> Acesso em: out.2004