

GEOTECNOLOGIAS NO SEGURO AGRÍCOLA DO MILHO SAFRINHA¹

Mariza Alves de Macedo²
Bernardo Friedrich Theodor Rudorff³

RESUMO: As imagens de satélites, o Sistema Global de Posicionamento (GPS) e os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são hoje as principais geotecnologias espaciais que podem ser utilizadas para auxiliar o monitoramento de lavouras seguradas. O objetivo deste trabalho é avaliar o uso dessas tecnologias em uma amostra de lavouras seguradas de milho safrinha, durante a entressafra de 2001, na região de Assis (SP). O resultado mostra que o GPS e/ou a imagem fornece a localização e o valor da área segurada de forma rápida e precisa. As imagens adquiridas ao longo do ciclo da cultura fornecem indicativos sobre as condições de crescimento das lavouras e podem auxiliar na identificação do dano e na quantificação da produtividade obtida, em função da visão espacial e temporal proporcionada pelas mesmas. O SIG viabiliza a análise espacial das lavouras introduzindo um caráter objetivo no processo de fiscalização das mesmas, tão necessário à atividade do seguro agrícola.

Palavras-chave: sensoriamento remoto, seguro agrícola, monitoramento, sistemas de informação geográfica.

GEOTECHNOLOGIES IN THE AGRICULTURAL INSURANCE OF THE SAFRINHA CORN

ABSTRACT: Remote sensing images, global positioning systems (GPS) and geographic information systems (GIS) are the main geospatial technologies that can be applied to assist crop risk insurance. The objective of this work was to evaluate the use of these technologies in a sample of insured corn crop fields, during the fall-winter season of 2001, in the region of Assis, state of São Paulo. The corn fields were spatially located and the area was precisely and quickly evaluated by using satellite images and/or GPS. Remote sensing images acquired during the corn growing season are useful to indicate crop growing conditions, to identify potential crop damage and to assist yield assessment, due to their spatial and temporal features. The GIS enables the spatial analysis and introduces an objective way to inspect crop fields, which is crucial in crop risk insurance activities.

Key-words: remote sensing, crop insurance, monitoring, geographic information systems.

JEL Classification: C42, G22, Q14.

¹Projeto desenvolvido dentro do Convênio de Cooperação Técnico-Científica entre o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), por intermédio do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e a Companhia de Seguros Aliança do Brasil. Os resultados apresentados sintetizam a dissertação de mestrado da autora dentro do Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto do INPE. Os autores agradecem aos Engenheiros Agrônomos Dirceu Guimarães Junior e Paulo Sérgio Netto pelo apoio nos trabalhos de campo.

²Geógrafa, Mestre, Divisão de Sensoriamento Remoto (DSR/INPE) (e-mail: mariza@tid.inpe.br).

³Engenheiro Agrônomo, Doutor, Divisão de Sensoriamento Remoto (DSR/INPE) (e-mail: bernardo@tid.inpe.br).

1 - INTRODUÇÃO

A participação de empresas privadas no seguro agrícola no Brasil tem sido limitada, tanto pela complexidade dos riscos que envolvem a atividade agrícola, quanto pelas altas taxas de sinistralidade decorrentes da perda na produção. Neste sentido, importantes contribuições foram dadas pelo Programa de Redução dos Riscos Climáticos do Ministério da Agricultura, por meio do Zoneamento Agrícola, o qual determina as regiões com condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento de diferentes culturas (ASSAD, 2002), e pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (SAA), na recomendação de técnicas para o cultivo do milho safrinha (DUARTE et al., 2000). Todavia, o acompanhamento sistemático das lavouras seguradas, a fim de verificar danos e quantificar perdas decorrentes de fenômenos meteorológicos, de pragas e doenças, ainda encontra-se incipiente.

A avaliação periódica *in loco* de lavouras seguradas torna-se impraticável quando um grande número de propriedades rurais precisa ser visitado em curto período.

Nesse contexto, as imagens de satélites de observação da superfície terrestre, aliadas às técnicas de geoprocessamento, podem auxiliar no acompanhamento sistemático e individualizado de lavouras em grandes áreas, além de definir áreas prioritárias a serem visitadas.

Com o aumento da disponibilidade de imagens de satélite de observação da Terra, verificado nos últimos anos, diversos experimentos foram realizados com vistas à identificação, mapeamento e monitoramento de culturas agrícolas a partir da aplicação dos princípios e da tecnologia de sensoriamento remoto.

No Brasil, os projetos Estimativa da Produtividade Agrícola (ESTIMA) e Fiscalização e Propriedades Agrícolas por Satélite (FISATE), ambos realizados por meio de uma parceria entre o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e o Banco do Brasil, são exemplos de estudos que utilizaram

imagens de satélite de sensoriamento remoto (Landsat-TM), dados agrometeorológicos e radiometria de campo, na região de Assis (SP), para estimar a área plantada e a produtividade agrícola da cultura do trigo em lavouras financiadas por meio do crédito rural (RUDORFF e BATISTA, 1989; DUARTE, 1988). A disponibilidade dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para análise espacial computadorizada e a significativa melhoria no sinal para GPS de navegação (*Global Positioning System*), a partir de maio de 2000, entre outros, permitem inúmeras aplicações, que incluem: cadastro georreferenciado de imóveis rurais, identificação e mapeamento de lavouras, monitoramento das condições de crescimento e desenvolvimento de culturas, etc.

O sensoriamento remoto dos recursos naturais diz respeito à utilização de sensores que captam a energia refletida ou emitida pelo objeto, sem que esteja em contato direto com ele, convertendo essa energia em sinal elétrico passível de interpretação (SABINS, 1978). A maneira característica e individual com que a radiação solar incidente interage com os alvos da superfície terrestre é o princípio básico das técnicas de sensoriamento remoto, que pode ser descrito pelo comportamento espectral do alvo. Essa interação dar adição incidente com o alvo pode sofrer variações ao longo do tempo, como é o caso de culturas agrícolas em seus diferentes estágios de desenvolvimento e estados de vigor. A compreensão do modo como ocorre essa interação é fundamental para a correta análise e interpretação das imagens de sensoriamento remoto para fins agrícolas. A partir da utilização de imagens adquiridas em diversas datas ao longo do ciclo da cultura, é possível acompanhar as condições de crescimento das lavouras e estabelecer padrões nas imagens, que estão relacionados com o potencial de produtividade agrícola. Todavia, as imagens captam o resultado do efeito coletivo de diversas variáveis sobre o crescimento, que se expressa através da energia refletida pela cultura, e que nem sempre está relacionada com a produtividade. Outra limitação é a presença de nuvens por ocasião da passagem de satélites, que impede a aquisição de imagens nas regiões visível e infravermelho

do espectro eletromagnético. Entretanto, as condições meteorológicas são bastante favoráveis para aquisição dessas imagens durante o período de cultivo do milho safrinha.

As análises dos dados de sensoriamento remoto que procuram estimar ou estabelecer relações com parâmetros agrônômicos utilizam, freqüentemente, uma equação matemática para transformar a informação contida em duas ou mais bandas espectrais em uma única banda denominada índice de vegetação (COLWELL, 1974; TUCKER et al., 1981; GALLO; DAUGHTRY; BAUER, 1985). Entre os diversos índices propostos, o mais utilizado é o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*; Índice de Vegetação com Diferença Normalizada), proposto por ROUSE et al. (1974), e definido como a razão entre a subtração e a soma das reflectâncias nos comprimentos de onda do infravermelho próximo e do vermelho. VOGT (1994) salienta que as relações entre o NDVI e diferentes parâmetros agrônômicos (índice de área foliar, percentagem de cobertura, etc.) são específicas para cada estágio de desenvolvimento de uma cultura.

O milho safrinha, modalidade caracterizada pelo cultivo do milho em época não-convencional, tem se configurado como uma das principais culturas de outono-inverno em diversos estados brasileiros, e tem apresentado crescimento considerável em área nos últimos anos, com participação significativa na produção de grãos de milho no Brasil (TSUNECHIRO e GODOY, 2001). O milho safrinha, ou milho de segunda safra, é considerado uma cultura sujeita a sérios riscos de frustração de safra, em função da época em que é plantado (entre janeiro e abril), caracterizada pela redução gradual da precipitação e da temperatura.

O objetivo deste trabalho foi testar a utilização de alguns procedimentos disponíveis na área de sensoriamento remoto e geoprocessamento, com vistas a avaliar sua eficácia como instrumento auxiliar no acompanhamento de lavouras seguradas. Foi selecionada uma amostra de 37 lavouras de milho safrinha seguradas na região do Médio Vale do Paranapanema, uma vez que esta é a principal região produtora dessa modalidade no Estado de São Paulo.

2 - MATERIAL E MÉTODO

A área de estudo compreende os municípios de Cândido Mota, Cruzália, Maracá, Palmital, Pedrinhas Paulista e Tarumã, localizados na região do Médio Vale do Paranapanema (Figura 1), os quais pertencem à abrangência do Escritório de Desenvolvimento Rural (EDR) de Assis (SP).

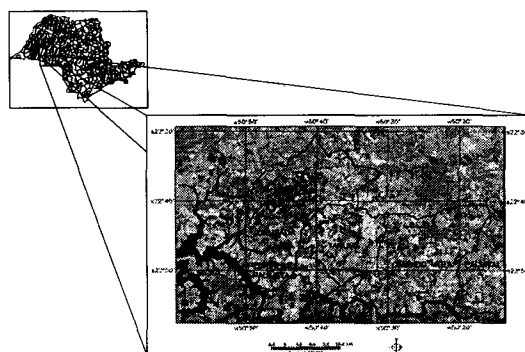


Figura 1 - Localização da Área de Estudo sobre Imagem Landsat. Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados básicos do IBGE (2002).

No aspecto climático, a média das máximas temperaturas acusa 31°C, das mínimas, 12°C e a média anual, 22°C. Um ou dois dias de geada são comuns nessa região no período de inverno (TROPMAIR, 2000). O período chuvoso tem início em novembro e termina em abril, e a pluviosidade média anual é maior que 1.400 mm (BOIN; ZAVATTI; MENDES, 2002). O solo predominante nos municípios é o Latossolo Vermelho Distroférrico. A época recomendada para semeadura do milho safrinha na região de estudo vai até 15 de março, com tolerância até o dia 30 de março, conforme recomendação da SAA (DUARTE et al., 2000). Semeaduras realizadas após esse prazo, em geral, resultam em significativa redução na produtividade. A menor disponibilidade de água no solo é a principal causa de insucesso para uma produção rentável.

Em trabalho no campo, foram georreferenciados os limites de 37 lavouras de milho safrinha seguradas pela Companhia de Seguros Aliança do Brasil, sendo que todas as lavouras acompanhadas utiliza-

ram a técnica do plantio direto. As coordenadas geodésicas registradas por um aparelho receptor de GPS, modelo Garmin II, foram coletadas em pontos distintos e estratégicos para obtenção da área de cada lavoura. Foi utilizada também uma imagem de sensoriamento remoto do satélite Landsat-5, adquirida em 7 de dezembro de 2000, impressa em escala 1:50.000 para delimitar, com auxílio do produtor, a lavoura segura. Os pontos adquiridos através do GPS foram importados para um ambiente georreferenciado; dessa maneira, foram definidos os limites das lavouras selecionadas sobre as imagens de satélite. Em seguida, foi realizada a associação de uma série de informações, referentes a cada lavoura, ao mapa em formato digital. Informações tais como localização da lavoura, data de plantio e cultivar puderam ser inseridas, bem como recuperadas a qualquer momento, mediante consulta ao banco de dados espaciais. O software SPRING/INPE versão 3.5.1 foi utilizado para o processamento das imagens e manipulação dos demais dados (CÂMARA et al., 1996; INPE, 2002).

A operação conjunta dos satélites Landsat-5 e 7 durante os anos 2000 e 2001 permitiu o recobrimento global da superfície terrestre a cada oito dias, aumentando a disponibilidade de imagens livres de nuvens. No presente trabalho, foram selecionadas imagens Landsat referentes às seguintes datas de passagem do satélite: 05 de março, 14 e 30 de abril, primeiro de junho e 3 de julho de 2001.

As imagens foram georreferenciadas e passaram por um processo de atenuação dos efeitos atmosféricos, denominado 6S, proposto por VERMOTE et al. (1997). As imagens do satélite são obtidas em bandas espectrais que contêm a informação da energia refletida pela superfície terrestre em diferentes intervalos de comprimento de onda do espectro eletromagnético. O registro dessa energia refletida é feito em níveis de cinza. Porém, para análises multitemporais, é recomendável que esses valores digitais sejam convertidos para números com significado físico (ROBINOVE, 1982), tais como valores de radiação ou de reflectância. Os níveis de cinza de cada banda foram então convertidos em valores de reflectância e, a partir das bandas 3 (vermelho) e 4 (infravermelho próximo), foram obtidos valores de NDVI para cada lavoura nas diferentes datas de aquisição das imagens, conforme a seguinte equação: $NDVI = (IV - V) / (IV + V)$, onde IV e V correspondem às bandas do infravermelho próximo e vermelho, respectivamente. Foram calculados os valores médios de NDVI para cada lavoura, visando correlacioná-los com a produtividade obtida.

O ciclo da cultura foi dividido em quatro fases fenológicas: germinação-emergência, vegetativa, floração-enchimento de grãos e maturação. Obtidas as informações de data de semeadura e dos cultivares utilizados, junto aos agricultores, as durações do ciclo e de cada fase fenológica foram estimadas com base na soma térmica dos graus-dia (GD), conforme os valores disponibilizados por BRUNINI et al. (2001) para cultivares dos ciclos superprecoce e precoce. Essa informação foi útil para determinar aproximadamente a fase fenológica em que a cultura se encontrava na data de aquisição da imagem.

O período de floração-enchimento de grãos é considerado um período crítico para o desenvolvimento e a produtividade das culturas em termos de dependência de água. Desse modo, os valores de NDVI dessa fase fenológica foram correlacionados com os valores de produtividade obtida em cada lavoura.

O período de floração-enchimento de grãos é considerado um período crítico para o desenvolvimento e a produtividade das culturas em termos de dependência de água. Desse modo, os valores de NDVI dessa fase fenológica foram correlacionados com os valores de produtividade obtida em cada lavoura.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi notado que os valores de área segura, informados por ocasião da contratação da proposta, estavam de acordo com os valores da área obtida através do uso do GPS de navegação e da imagem do satélite para todas as 37 lavouras avaliadas.

A tabela 1 apresenta os valores de produtividade esperada (PE em $kg \cdot ha^{-1}$, média dos últimos três anos mais produtivos, informada pelo produtor na proposta de seguro); produtividade segura (PS em $kg \cdot ha^{-1}$, 70% da PE); produtividade obtida na safra corrente (PO em $kg \cdot ha^{-1}$); percentual de prejuízo [$PP = 100 - (PO \times 100 + PS)$]; e natureza do sinistro associada à perda. Das 37 lavouras de milho safrinha acompanhadas no presente trabalho, quinze

Tabela 1 - Valores de Produtividade Esperada (PE), Produtividade Segurada (PS), Produtividade Obtida (PO), Percentual de Prejuízo em Relação à Produtividade Segurada (PP) e Natureza do Sinistro

Lavoura	PE (kg.ha ⁻¹)	PS (kg.ha ⁻¹)	PO (kg.ha ⁻¹)	PP (%)	Natureza do sinistro
1	3.249	2.274	1.980	12,9	seca
2	3.500	2.450	3.200	-	-
3	3.963	2.774	1.900	31,5	seca
4	3.719	2.603	1.240	52,4	seca
5	3.557	2.489	500	79,9	seca
6	4.120	2.884	4.300	-	-
7	4.090	2.863	1.512	47,2	geada
8	4.350	3.045	3.720	-	-
9	3.553	2.487	1.735	30,2	seca
10	3.563	2.494	3.347	-	-
11	3.563	2.494	870	65,1	seca
12	4.350	3.045	3.020	-	-
13	4.350	3.045	2.230	26,8	-
14	3.850	2.695	1.480	45,1	seca
15	4.215	2.950	2.230	24,4	seca
16	3.847	2.692	2.600	3,4	-
17	3.850	2.695	970	64,0	seca
18	3.471	2.429	2.600	-	-
19	3.249	2.274	1.800	20,8	vendaval
20	3.719	2.603	2.670	-	-
21	3.381	2.366	2.700	-	-
22	3.905	2.733	5.132	-	-
23	3.709	2.596	3.300	-	-
24	3.719	2.603	1.490	42,8	seca
25	3.902	2.731	3.720	-	-
26	3.000	2.100	2.500	-	-
27	3.643	2.550	2.115	17,1	seca
28	3.500	2.450	1.630	33,5	seca
29	3.397	2.377	3.200	-	-
30	4.350	3.045	3.970	-	-
31	4.350	3.045	3.970	-	-
32	4.500	3.150	3.220	-	-
33	3.720	2.604	3.720	-	-
34	3.543	2.480	2.480	-	-
35	4.600	3.220	3.220	-	-
36	4.159	2.911	1.488	48,9	seca
37	4.156	2.909	2.980	-	-
Média	3.829	2.680	2.560	38,0	-

Fonte: Dados da pesquisa.

apresentaram produtividade obtida (PO) inferior a 70% da produtividade média dos últimos três anos (PE), e foram indenizadas conforme o percentual de prejuízo.

O percentual médio de prejuízo das lavouras sinistradas foi de aproximadamente 38%. Esse alto percentual parece ser um reflexo da superestimação da produtividade esperada, informada por ocasião da proposta, cujo valor médio para as lavouras analisadas foi de 3.829kg.ha⁻¹. Por exemplo, a produtividade média observada no Estado de São Paulo, para

os últimos cinco anos mais produtivos (1995 a 1999), foi de 2.423kg.ha⁻¹ (TSUNECHIRO e GODOY, 2001), indicando que o valor da PE está muito acima da média do Estado. Essa constatação é reforçada quando verifica-se que o valor da produtividade média obtida nas 37 lavouras analisadas (2.570kg.ha⁻¹) foi muito próximo da produtividade média do Estado em 2001 (2.344kg.ha⁻¹). Em contraste com esses valores estão os resultados apresentados por DUARTE et al. (2000), em que a produtividade média do milho safrinha, obtida em diversos experimentos

realizado em Latossolo Roxo na região do Médio Vale do Paranapanema em 1998 e 1999, foi de 5.303 kg.ha⁻¹.

Do total de 670 lavouras de milho safrinha seguradas pela Companhia de Seguros Aliança do Brasil, nos municípios de Cândido Mota, Cruzália, Maracá, Palmital, Pedrinhas Paulista e Tarumã, foi observado que 260 lavouras (39%) tiveram sinistro por seca e 39 lavouras (5,8%) tiveram sinistro por geada. Tendência semelhante foi observada neste trabalho, em que a seca causou prejuízo em 13 lavouras (35%) e a geada, em apenas uma lavoura (2,8%). A ocorrência de períodos secos na região é comum, e o déficit hídrico pode afetar a germinação das sementes, o crescimento das plantas e os componentes de produtividade (FANCELLI, 2001).

Foram obtidos valores de NDVI para cada data de passagem do satélite, e foi analisada a evolução desse índice em lavouras bem desenvolvidas e em lavouras sob estresse, com o objetivo de verificar o impacto da variação temporal do NDVI sobre a produtividade. As variações observadas devem-se em grande parte: a) à data de semeadura; b) à utilização de cultivares de ciclo superprecoce e precoce; e c) à interação da temperatura e disponibilidade de água com o estágio fenológico. Essas variações fizeram com que as lavouras se encontrassem em diferentes estágios de desenvolvimento por ocasião da aquisição das imagens. De modo geral, observou-se que as lavouras que alcançaram maiores produtividades apresentaram períodos prolongados, com valores mais altos de NDVI (Figura 2), corroborando a observação de PINTER et al. (1981).

A figura 3 ilustra a trajetória do NDVI para quatro lavouras tipicamente sob estresse, e que apresentaram baixa produtividade. Os valores do NDVI para essas lavouras apresentaram-se comparativamente mais baixos que os observados em lavouras bem desenvolvidas. Percebeu-se ainda que, em lavouras sob intenso estresse hídrico, o período de permanência de valores mais altos do NDVI foi menor. Esse fato indica uma aceleração no processo de senescência, o qual está relacionado com a redução da duração do índice de área foliar verde, conforme

sugeriu HATFIELD (1983) e, conseqüentemente, com a diminuição da produtividade.

As imagens de satélite das lavouras correspondentes aos gráficos da figura 3 apresentaram variações tanto na coloração, quanto na tonalidade das imagens, sugerindo a ocorrência de problemas no desenvolvimento, especialmente quando comparadas com lavouras bem desenvolvidas. Essas variações podem estar associadas ao efeito conjunto de uma série de fatores, entre os quais pode-se citar: a) data de plantio desfavorável; b) cultivar mal adaptado às condições climáticas observadas; e c) tratamentos culturais inadequados, entre outros, passíveis ou não de indenização.

Algumas dessas variações podem ser observadas nas imagens de satélite desde o início do desenvolvimento da cultura, indicando a necessidade de uma visita a campo, independentemente de aviso por parte do segurado. Além disso, as variações de coloração e tonalidade das imagens dentro dos polígonos que delimitam as lavouras indicam diferenças que podem estar relacionadas com o potencial de produtividade. Essa característica das imagens faz com que elas sejam um importante instrumento auxiliar na avaliação da produtividade por ocasião da colheita.

A interação dos fatores climáticos, edáficos, fitossanitários e seus efeitos sobre a produtividade do milho safrinha é complexa. A variação no comportamento espectral, sobretudo nas regiões do visível e do infravermelho próximo, expressa o efeito coletivo desses fatores sobre o crescimento e desenvolvimento da cultura. Nesse sentido, a interpretação visual das imagens mostrou-se muito útil na identificação de problemas nas lavouras, e permitiu a definição de áreas prioritárias para visita.

Uma análise de regressão dos valores de NDVI, obtidos a partir de imagens adquiridas durante os períodos de floração e enchimento de grãos (fase sensível), com a produtividade observada nas 37 lavouras, mostra que o NDVI explicou 54% da variação na produtividade (Figura 4). O número de pontos desenhados no gráfico da figura 3, no entanto, é superior a 37, pois as lavouras foram subdivididas em áreas menores.

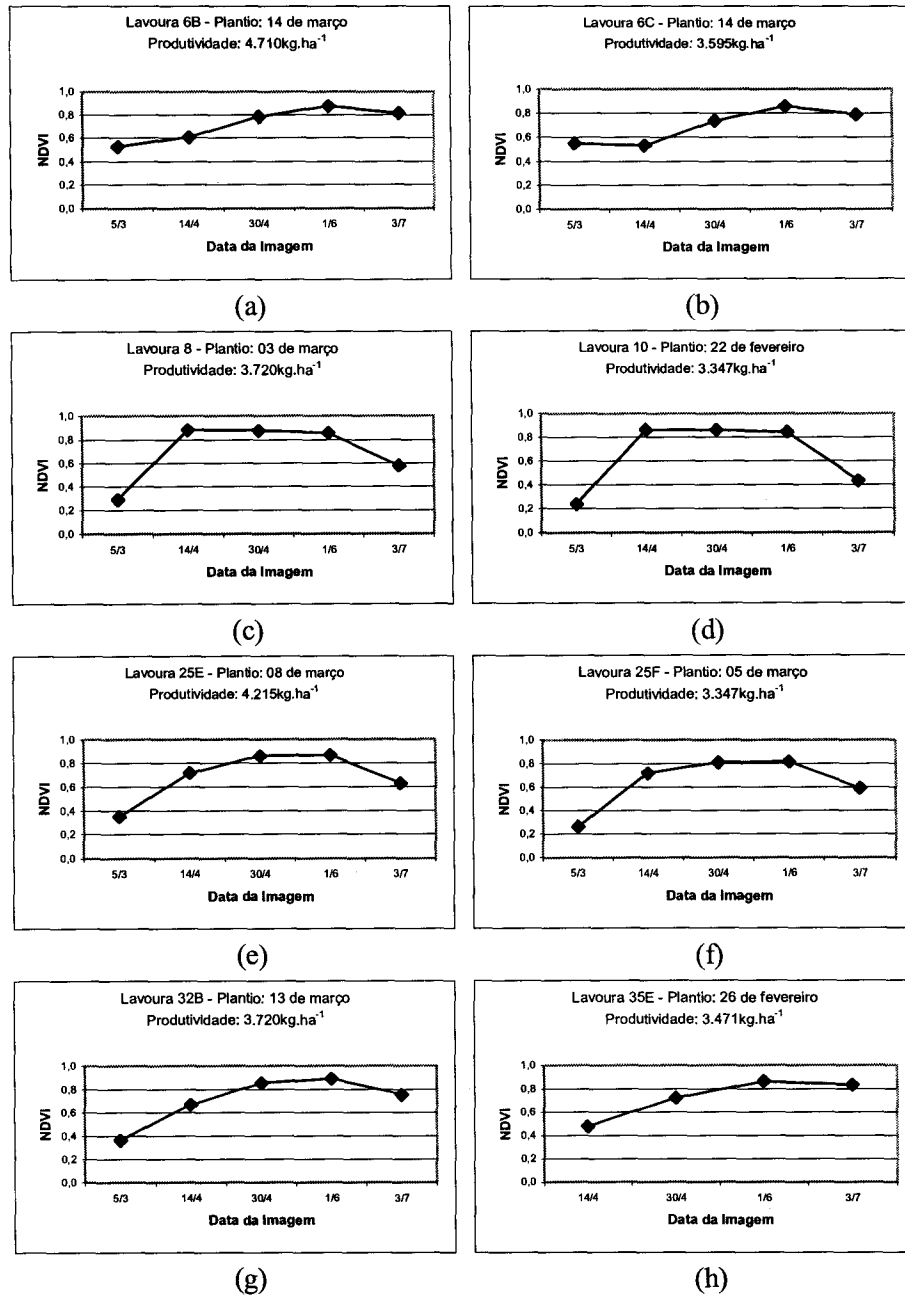


Figura 2 - Variação Temporal do NDVI Observada ao Longo das Cinco Datas de Aquisição das Imagens Landsat, em 8 Lavouras Bem Desenvolvidas.
 Fonte: Dados da pesquisa.

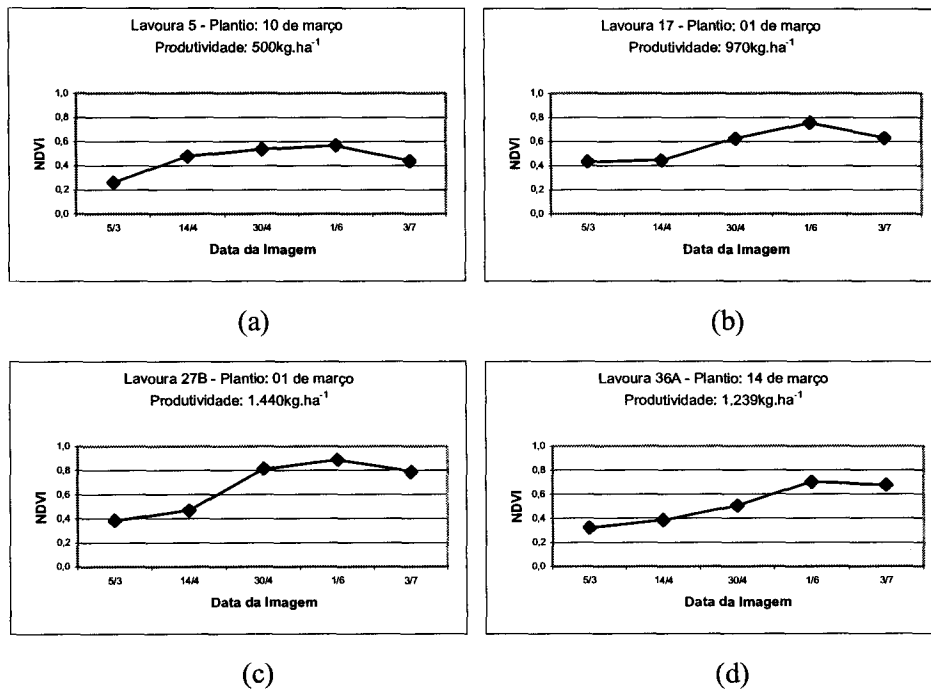


Figura 3 - Variação Temporal do NDVI Observada ao Longo das Cinco Datas de Aquisição das Imagens Landsat, em 4 Lavouras Mal Desenvolvidas.

Fonte: Dados da pesquisa.

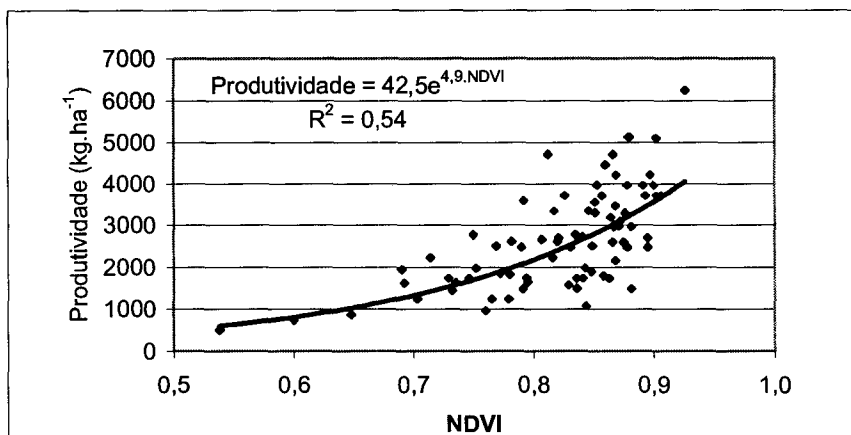


Figura 4 - Regressão dos Valores de NDVI da Fase Sensível, com Produtividade Observada.

Fonte: Dados da pesquisa.

vidas de acordo com variações na data de plantio e cultivar adotados. A fase sensível foi calculada a partir da data de plantio e também pela soma dos graus-dia necessários para atingi-la. Desta forma, os

valores de NDVI para cada lavoura referem-se à data da imagem que mais se aproxima do período de floração-enchimento de grãos, considerado o período crítico em termos de oferta hídrica para as

culturas.

Uma das limitações para se obter uma melhor relação entre o NDVI e a produtividade reside no fato de que o NDVI expressa, em grande parte, características da cultura do milho ligadas à área foliar, e que não necessariamente estão relacionadas com a produção de grãos como, por exemplo, o fenômeno conhecido por seca verde, em que pode-se observar elevados valores de NDVI para baixos valores de produtividade.

4 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

As imagens de satélites de sensoriamento remoto apresentaram-se como um valioso instrumento de monitoramento das áreas seguradas, podendo atuar como um eficiente indicador das condições de crescimento e desenvolvimento das lavouras.

A interpretação das imagens não elimina a necessidade da realização de inspeção *in loco*; todavia, deve otimizar o trabalho das vistorias, na medida em que permite a identificação de áreas prioritárias a serem visitadas para o reconhecimento das causas reais dos danos e os possíveis prejuízos. O uso das imagens de satélite em campo e a análise dos dados meteorológicos, por ocasião dos laudos e vistorias, facilitará a identificação de áreas cujos danos tenham sido causados por eventos que não são passíveis de cobertura pelo seguro agrícola, o que, possivelmente, implicará na redução de gastos com indenizações indevidas. O sensoriamento remoto constitui-se, portanto, num instrumento útil à perícia de campo para avaliação de perdas agrícolas e para o cálculo da indenização a partir da localização e obtenção da área comprometida.

As imagens também se mostraram como uma ferramenta muito útil e precisa para aferição do valor da área segurada, informada na proposta de seguro.

As geotecnologias espaciais, em particular as imagens de sensoriamento remoto e os SIG, são ferramentas indispensáveis para o desenvolvimento de uma seguridade agrícola apoiada em mecanismos

objetivos de avaliação de sinistros.

Ajustes nos valores do prêmio e da indenização parecem ser necessários para uma relação equilibrada entre produtor e seguradora. Aparentemente, os valores de produtividade esperada da cultura do milho safrinha estão superestimados, acarretando altos percentuais de perda.

LITERATURA CITADA

- ASSAD, E. D. **Novas técnicas de zoneamento agrícola no Brasil**. Disponível em: <<http://masrv54.agricultura.gov.br/anais/palestra7.htm>>. Acesso em: set. 2002.
- BOIN, M. N.; ZAVATINI, J. A.; MENDES, I. A. Chuvas e erosões no oeste paulista: uma análise aplicada. *Geografia*, v. 27, n.1, p. 95-118, 2002.
- BRUNINI, O. et al. Milho safrinha: adaptabilidade e riscos climáticos no estado de São Paulo. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 6., 2001, Londrina. *Anais...* Londrina: FAPEAGRO, 2001. p. 51-67.
- CÂMARA, G. et al. SPRING: integrating remote sensing and GIS with object-oriented data modelling. *Computers and Graphics*, v. 15, n. 6, p. 13-22, 1996.
- COLWELL, J. E. Vegetation canopy reflectance. *Remote Sensing of Environment*, v. 3, n.3, p. 175-183, 1974.
- DUARTE, A. P. et al. **Milho safrinha: técnicas para o cultivo no estado de São Paulo**. Campinas: CATI, 2000. 16 p. (Documento Técnico, 13).
- DUARTE, V. Fiscalização de propriedades agrícolas por satélite - Fase I. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 5., 1988, Natal. *Anais...* São José dos Campos: INPE, 1988. v. 1, p. 217-221.
- FANCELLI, L. A. Fisiologia das plantas de milho em condições de seca e safrinha. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 6., 2001, Londrina. *Anais...* Londrina: FAPEAGRO, 2001. p. 11-31.
- GALLO, K. P.; DAUGHTRY, C. S. T.; BAUER, M. E. Spectral estimation of absorbed photosynthetically active radiation in corn canopies. *Remote Sensing of Environment*, v. 17, n.3, p. 221-232, 1985.
- HATFIELD, J. L. Remote sensing estimator for potential and actual crop yield. _____, v. 13, n.1, p. 301-311, 1983.
- IBGE. **Malha municipal digital 1997: documentação técnica**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geografia/cartogramas/defaultcarto.php>>. Acesso em: ago. 2002.

- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **SPRING**. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/>>. Acesso em: ago. 2002.
- PINTER, P. J. et al. Multispectral reflectance as predictors of yield in water stressed wheat and barley. **International Journal of Remote Sensing**, v. 2, n. 1, p. 43-48, 1981.
- ROBINOVÉ, C. J. Computation with physical values from Landsat digital data. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 48, n. 5, p. 781-784, 1982.
- ROUSE, J. W. et al. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. In: **THIRD EARTH RESOURCES TECHNOLOGY SATELLITE, 1., SYMPOSIUM, 3., 1973**, Washington. **Proceedings...** Washington: NASA, 1974. v. 1, p. 309-317.
- RUDORFF, B. F. T.; BATISTA, G. T. **Relatório da fase II do Projeto Estima - Dados Landsat-TM e agrometeorológicos na estimativa da produtividade da cultura do trigo ao nível de propriedades rurais**. São José dos Campos, 1989. 50 p. (INPE-4782-RPE/582).
- SABINS, F. F. **Remote sensing: principles and interpretation**. São Francisco. W. H. Freeman, 1978. 426 p.
- TROPPEMAYER, H. **Geossistemas e geossistemas paulistas**. Rio Claro, SP: UNESP, 2000. p. 71-74.
- TSUNECHIRO, A.; GODOY, R. C. B. Histórico e perspectivas do milho safrinha no Brasil. In: **SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 6., 2001**, Londrina. **Anais...** Londrina: FAPEAGRO, 2001. p. 1-10.
- TUCKER, C. J. et al. Remote sensing of total dry matter accumulation in winter wheat. **Remote Sensing of Environment**, v. 11, n. 1, p. 171-179, 1981.
- VERMOTE, E. F. et al. Second simulation of the satellite signal in the solar spectrum, 6S: an overview. **Geoscience and Remote Sensing**, v. 35, n. 3, p. 675-686, 1997.
- VOGT, J. V. The use of low resolution satellite data for crop state monitoring: possibilities and limitations. In: **Workshop for Central and Eastern Europe on agrometeorological models: theory and applications in the MARS Project, 1994**, Italy. **Proceedings...** Italy: ISPRS, p. 223-240.

Recebido em 30/10/2002. Liberado para publicação em 06/03/2003.