



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

INPE-13271-RPQ/253

**GEOTECNOLOGIAS NO MONITORAMENTO DA SOJA PARA
FINS DE SEGURO AGRÍCOLA: SAFRA 2004/2005**

Rodrigo Rizzi
Bernardo F.T. Rudorff
Ramon M. de Freitas
Luigi C.M. Aulicino
Luciana M.S. Berca

Publicação Interna – Sua reprodução ao público externo está sujeita à autorização da chefia.

Publicado por:

esta página é responsabilidade do SID

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

Gabinete do Diretor – (GB)

Serviço de Informação e Documentação (SID)

Caixa Postal 515 – CEP 12.245-970

São José dos Campos – SP – Brasil

Tel.: (012) 3945-6911

Fax: (012) 3945-6919

E-mail: pubtc@sid.inpe.br

**Solicita-se intercâmbio
We ask for exchange**

Publicação Externa – É permitida sua reprodução para interessados.



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

INPE-13271-RPQ/253

**GEOTECNOLOGIAS NO MONITORAMENTO DA SOJA PARA
FINS DE SEGURO AGRÍCOLA: SAFRA 2004/2005**

Rodrigo Rizzi
Bernardo F.T. Rudorff
Ramon M. de Freitas
Luigi C.M. Aulicino
Luciana M.S. Berca

Publicação Interna – Sua reprodução ao público externo está sujeita à autorização da chefia.

SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
Lista de Figuras	
Lista de Tabelas	
1. Introdução	7
2. Objetivo e Meta	11
2.1 Objetivo	11
2.2 Meta.....	12
3. Metodologia	13
3.1 Monitoramento da safra por meio do modelo agrometeorológico-espectral	13
3.2 Monitoramento das condições da vegetação por meio das imagens MODIS.....	16
4. Resultados e Discussão	19
4.1. Monitoramento da Safra por Meio do Modelo Agrometeorológico-Espectral.....	19
4.2. Monitoramento das condições da vegetação por meio das imagens MODIS.....	27
4.3. Obtenção das coordenadas GPS dos limites das lavouras seguradas.....	35
4.3.3. Formato das coordenadas	35
5. Considerações Finais	37
6. Referências	38
7. Anexos	41

LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
1. Área de estudo com a respectiva localização geográfica.....	11
2. Índice de penalização para a cultura da soja para plantio em 15/10/2004 (precoce), nos estados do Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul.	20
3. Índice de penalização para a cultura da soja para plantio em 01/11/2004 (médio), nos estados do Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul.	20
4. Índice de penalização para a cultura da soja para plantio em 15/11/2004 (tardio), nos estados do Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul.	21
5. Índice de penalização acumulado para a cultura da soja para plantio em 15/10/2004 (precoce), nos estados do Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul.	22
6. Índice de penalização acumulado para a cultura da soja para plantio em 01/11/2004 (médio), nos estados do Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul.....	22
7. Índice de penalização acumulado para a cultura da soja para plantio em 01/11/2004 (tardio), nos estados do Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul.	23
8. Produtividade obtida pelo modelo agrometeorológico-espectral em comparação à informada pelo IBGE, para os estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul e Paraná, para plantio em 01/11/05.	24
9. Produtividade estimada pelo modelo agrometeorológico-espectral em comparação à informada pelos produtores segurados.	25
10. Lavouras de soja delimitadas sobre a imagem do satélite Landsat, adquirida em 18/02/2005 em que, segundo os produtores segurados, os valores de produtividade foram de 867, 2.324 e 1.661 kg.ha ⁻¹ e as datas de semeadura foram de 05/11/04, 12/11/04 e 13/11/04 para as lavouras a, b e c, respectivamente.	26
11. Lavouras de soja referentes à proposta nº 8.711.112, sinistro nº 2.200.500.713, delimitadas sobre a imagem do satélite Landsat, adquirida em 18/02/2005.	26
12. Imagens EVI do sensor MODIS sobre parte do estado do Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul, safras 2002/03 e 2004/05, e a imagem diferença entre a safra seca (2004/05) e a safra normal (2002/03), para a primeira e segunda	

quinzenas de fevereiro. Quanto mais negativo o valor da imagem diferença, maior o impacto negativo da estiagem sobre a vegetação.....	28
13. Lavouras de soja delimitadas sobre imagens Landsat e MODIS.....	30
14. Lavouras de soja delimitadas sobre imagens diferença do EVI entre a safra de 2004/05 (seca) e a de 2002/03 (normal), desde novembro até março.....	31

LISTA DE TABELAS

	<u>Pág.</u>
1. Produtividade média oficial (kg ha^{-1}) e os percentuais de perda por estiagem para cultura da soja nos estados do Mato Grosso do Sul, Paraná e São Paulo, safras 2002/03 e 2004/05	27

1. INTRODUÇÃO

O Brasil conquistou a liderança mundial nas exportações de produtos agrícolas e para mantê-la precisa de uma política clara e desonerada para o setor. Um dos fatores de instabilidade para manutenção dessa liderança é a insuficiência do seguro agrícola, um importante instrumento de política rural, tanto para as seguradoras, quanto para os agricultores, desde que bem feito. A partir de 1996, o seguro agrícola foi muito beneficiado com a implementação do projeto *Redução de Riscos Climáticos na Agricultura*, que utiliza como ferramenta fundamental o novo zoneamento agrícola (CUNHA e ASSAD, 2001; ROSSETTI, 2001). O zoneamento está baseado, dentre outros fatores, em uma série histórica de dados climáticos e estabelece regiões e épocas favoráveis para uma produção agrícola rentável e com menor risco. Alguns dos trabalhos que deram sustentação científica ao zoneamento agrícola são apresentados em ANDRADE JÚNIOR et al. (2001), CUNHA et al. (2001), FARIAS et al. (2001), entre outros.

Com a adoção do zoneamento agrícola, observou-se uma sensível queda nas taxas de sinistralidade já no primeiro ano de atuação. A cobertura do Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (PROAGRO) que era da ordem de R\$ 150 milhões anuais foi reduzida para menos de R\$ 500 mil, em 1996 (CUNHA e ASSAD, 2001). No entanto, a agricultura é sujeita a riscos, de ordem climática, difíceis de serem previstos e que acarretam impactos diretos na produtividade das culturas, ainda que sejam seguidas as regras definidas pelo zoneamento. Daí a importância do seguro agrícola e a necessidade de se estabelecer um procedimento capaz de monitorar, definir e avaliar o impacto dos efeitos adversos do clima sobre a produtividade das culturas, para que o seguro cubra as perdas reais e não as manipuladas. Neste caso, a avaliação periódica *in loco* das lavouras sinistradas, que visa quantificar as perdas, torna-se quase impraticável quando um grande número de propriedades rurais precisa ser vistoriado em um curto espaço de tempo, o que pode aumentar a possibilidade de fraudes.

Nos últimos anos cresceu a disponibilidade de imagens de satélite de observação da Terra, também conhecidos como satélites de sensoriamento remoto, o que viabiliza o uso destas imagens para fins de monitoramento da atividade agrícola. A disponibilidade de modernas ferramentas computacionais de análise espacial em Sistema de Informações Geográficas (SIG) e do GPS (*Global Positioning System*), entre outros, são tecnologias que permitem inúmeras aplicações que incluem o

cadastro georreferenciado de imóveis rurais, a identificação e mapeamento de lavouras, o monitoramento da condição de crescimento e desenvolvimento de culturas etc. Apesar da disponibilidade desse conjunto de tecnologias, não se dispõe de uma metodologia que utilize tais facilidades no sentido de integrar dados e gerar informações úteis ao processo de seguridade agrícola. Diante disso, a utilização de imagens de satélite, aliada às técnicas de geoprocessamento, são hoje instrumentos de indiscutível potencial, configurando-se como uma alternativa objetiva, rápida, e possivelmente menos onerosa que a supervisão *in loco*, no levantamento de informações sobre as lavouras seguradas.

Afora isso, a quantificação do efeito das variáveis meteorológicas sobre a produtividade de uma cultura agrícola pode ser realizada através do emprego de modelos matemáticos/agronômicos incorporados aos SIGs, viabilizando a estimativa e o acompanhamento da produtividade de culturas em grandes regiões (HARTKAMP et al., 1999; DANG et al., 2000; BERKA et al. 2003). Um parâmetro relevante na estimativa da produtividade por meio de modelos agronômicos é o índice de área foliar (IAF), que reflete as condições de crescimento impostas pelo efeito conjunto das variáveis meteorológicas (precipitação, temperatura, umidade relativa, insolação etc.) e de cultivo (manejo e fertilidade do solo, cultivar, sanidade etc.) ao longo do ciclo da cultura. Como as alterações do IAF são manifestadas na reflectância espectral dos dosséis agrícolas (GAUSMAN et al., 1976), este pode ser estimado em grandes regiões através de imagens de observação da Terra.

O satélite de sensoriamento remoto denominado *Terra* foi lançado em 18 de dezembro de 1999, pela NASA, tendo a bordo o sensor MODIS (*MODerate Resolution Imaging Spectroradiometer*), a partir do qual é gerada uma série de produtos muito interessantes para aplicações relacionadas ao monitoramento da cobertura vegetal por meio de imagens de satélite (<http://ltpwww.gsfc.nasa.gov/MODIS/>). Entre eles, destacam-se os índices de vegetação (NDVI e EVI) que permitem estimar o IAF. Resultados preliminares em imagens MODIS, obtidas no Rio Grande do Sul, mostraram que estes índices descrevem bem a trajetória espectral da cultura da soja ao longo de sua estação de crescimento e desenvolvimento (RIZZI, 2004).

Os dados do sensor MODIS têm características muito apropriadas no que se refere à resolução temporal, pois este sensor observa, diariamente, quase toda a superfície terrestre. Isto permite a geração de imagens livres de cobertura de nuvens

por meio da composição de imagens obtidas em um período de 16¹ dias, que é disponibilizado pela NASA, cerca de seis dias após o término do período, sem qualquer ônus. Além disto, tais imagens possuem características radiométricas, geométricas, espaciais (250 x 250 m; 6,25 ha) e de correção dos efeitos atmosféricos muito superiores às adquiridas pelos sensores da série AVHRR/NOAA, utilizadas até então neste tipo de pesquisa (LIU E KOGAN, 2002; MELO et al., 2003). Tais características permitem monitorar temporalmente o vigor da vegetação das grandes culturas, tanto em escala regional, quanto em nível de lavoura.

A disponibilidade gratuita e em tempo quase real dos produtos MODIS abre novas possibilidades para a incorporação dos dados de sensoriamento remoto em modelos agronômicos de estimativa de produtividade, indicando a viabilidade do desenvolvimento de métodos operacionais e objetivos que fornecem indicativos sobre a produtividade agrícola de lavouras de grandes culturas.

¹A cada 16 dias o imageamento do globo terrestre com o sensor MODIS completa um ciclo. Então é composta uma imagem contendo os pixels de melhor qualidade radiométrica e geométrica dentro desse período de 16 dias.

2. OBJETIVO E META

2.1 Objetivo

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um método de monitoramento das condições de crescimento e desenvolvimento da cultura da soja, particularmente nas regiões de atuação da seguradora Aliança do Brasil, por meio de um modelo agrometeorológico-espectral integrado num SIG e de imagens multitemporais do sensor MODIS. A área de estudo abrange parte dos estados do Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul onde estão localizadas regiões de intenso cultivo de soja (Figura 1) e se encontram muitas lavouras cobertas pelo seguro agrícola.

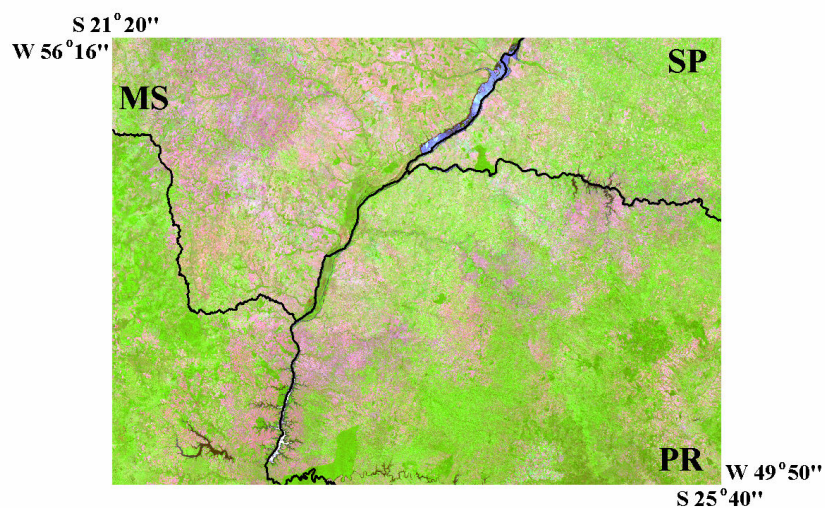


Figura 1. Área de estudo com a respectiva localização geográfica.

2.2 Meta

Teve-se por meta neste projeto testar um sistema para monitorar as condições de crescimento e desenvolvimento da cultura da soja através do uso das geotecnologias, mais especificamente, dos SIGs e das imagens de sensoriamento remoto. O uso de modelos agrometeorológicos na quantificação do efeito das variáveis meteorológicas, em especial a precipitação pluvial e a temperatura, sobre a produtividade da soja pode trazer um grande benefício aos atuais métodos de acompanhamento dos efeitos meteorológicos adversos às lavouras seguradas.

Já é bem conhecido que as imagens de satélites de sensoriamento remoto são úteis para monitorar o vigor da vegetação de culturas agrícolas ao longo de seu ciclo e também auxiliar na estimativa da produtividade final. A dificuldade maior reside na obtenção de imagens livres de cobertura de nuvens, mas que está sendo contornada por meio das imagens MODIS. Num trabalho recente de estimativa de produtividade de soja, RIZZI (2004) utilizou as imagens do sensor MODIS e obteve estimativas de produtividade, espacializadas para todo o estado do Rio Grande do Sul, cuja média estadual foi muito similar à estimativa dos órgãos oficiais

Contudo, o uso desses recentes avanços tecnológicos na atividade de monitoramento de lavouras seguradas ainda precisa ser testado e validado antes que as operadoras de seguro rural incorporem esta sistemática de forma operacional em seus procedimentos de controle e fiscalização das lavouras seguradas.

3. METODOLOGIA

3.1 Monitoramento da safra por meio do modelo agrometeorológico-espectral

O acompanhamento da safra e a estimativa da produtividade de soja foram realizadas por meio de um modelo agrometeorológico-espectral (AGROGEO), integrado ao SIG SPRING/INPE (Sistema de PProcessamento de INformações Georreferenciadas; www.dpi.inpe.br/spring/) que reúne funções de processamento de imagens, análise espacial, modelagem numérica de terreno e consulta a bancos de dados espaciais (CÂMARA et al., 1996). As estimativas foram feitas para as regiões com lavouras de soja seguradas e georreferenciadas nos estados do Mato Grosso do Sul, Paraná e São Paulo, na safra 2004/05.

A componente espectral do modelo foi obtida dos mosaicos compostos de imagens de 16 dias obtidas pelo sensor MODIS a bordo do satélite *Terra*, sob a forma de índice de vegetação (NDVI) e seguindo o método proposto por CHOUDHURY et al. (1994) e NORMAN (2003) e adaptado por RIZZI (2004) para estimativa do IAF.

Os elementos meteorológicos requeridos pelo modelo AGROGEO para o cálculo da produtividade são: temperatura média do ar ($^{\circ}\text{C}$); velocidade do vento a 2 metros de altura (km dia^{-1}); umidade relativa do ar (%); insolação (horas dia^{-1}) ou radiação solar (W m^{-2}) e precipitação pluvial (mm dia^{-1}). Tais dados foram adquiridos junto ao Centro de Previsão de Tempo e Clima – CPTEC (www.cptec.inpe.br/). São necessários, ainda, dados adicionais referentes à altitude e à capacidade de armazenamento de água (CAD) dos solos. Para o dado de altitude foi utilizado um modelo digital de elevação (DEM), com resolução espacial de aproximadamente 1 x 1 km, disponibilizado pelo Eros Data Center-USGS (www.usgs.gov). Para os dados referentes à CAD foi utilizado um mapa de classificação de solos, em que para cada classe de solo foi atribuído um valor de 50, 70 ou 100 mm m^{-1} .

O modelo AGROGEO tem por base o Relatório N° 33 da FAO (Food and Agriculture Organization) dos autores DOOREMBOS e KASSAM (1979). RUDORFF e BATISTA (1990) utilizaram a metodologia descrita por estes autores e desenvolveram um modelo com programação em linguagem FORTRAN para gerar estimativas de produtividade de forma pontual, ou seja, para uma determinada localidade. No presente trabalho, foram utilizadas as facilidades computacionais do geoprocessamento, da análise espacial e dos SIGs para espacializar este modelo seguindo os avanços metodológicos já realizados por BERKA et al. (2003) e RIZZI

(2004), além de novas adaptações necessárias para a cultura da soja nas regiões envolvidas no estudo.

A produtividade agrícola estimada pelo modelo AGROGEO tem por base a seguinte equação (DOORENBOS e KASSAM, 1979):

$$PR = PM \left[1 - ky \left(1 - \frac{ETr}{ETm} \right) \right] \quad (1)$$

em que PR é a produtividade agrícola, PM é a produtividade máxima, ky é o fator de resposta à produtividade, ETr é a evapotranspiração real e ETm é a evapotranspiração máxima.

A produtividade máxima (PM) é determinada basicamente pelas características genéticas de uma planta, que também determina sua adaptação ao meio ambiente (DOORENBOS e KASSAM, 1979). A PM é considerada como sendo a produtividade máxima média alcançada sob condições meteorológicas ótimas, sem a ocorrência de deficiência de nutrientes e sem o ataque de pragas, doenças e plantas invasoras. O valor da PM (kg ha⁻¹) foi estimado através das seguintes equações:

Se $t_m > 20$ kg ha hora⁻¹, então:

$$PM = F_{cc} \cdot F_r \cdot F_{pa} \cdot ND \cdot (F(0,8 + 0,01t_m)t_n + (1 - F)(0,5 + 0,025t_m)t_c) \quad (2)$$

Se $t_m < 20$ kg ha hora⁻¹, então:

$$PM = F_{cc} \cdot F_r \cdot F_{pa} \cdot ND \cdot (F(0,5 + 0,025t_m)t_n + (1 - F)(0,5t_m)t_c) \quad (3)$$

em que Fcc é o fator de compensação do crescimento (Equação 4); Fr é o fator de respiração; Fpa é o fator de produtividade agrícola; ND é o número de dias da quinzena; F é a fração do dia em que o céu está encoberto; tm é a taxa de produção de matéria seca para a cultura da soja; tn é a taxa de produção de matéria seca de uma cultura padrão em dias completamente nublados (kg ha⁻¹ dia⁻¹); tc é a taxa de produção de uma cultura padrão em dias claros (kg ha dia⁻¹). O fator de compensação do crescimento (Fcc), que está relacionado ao índice de área foliar (IAF), é determinado através da seguinte equação:

$$F_{cc} = 0,515 - e^{(-0,664 - (0,515 * IAF))} \quad (4)$$

em que IAF é o índice de área foliar, cujos valores são obtido das imagens do MODIS, conforme descrito anteriormente. O fator de respiração (Fr) é utilizado para compensar o gasto de energia que as plantas utilizam no processo de respiração e que é função da temperatura. Quando a temperatura média é inferior a 20°C, a planta utiliza 40% da energia gerada para a sua própria manutenção e em temperaturas médias acima de 20°C, utiliza 50% desta energia. O fator de produtividade agrícola (Fpa) ou índice de colheita indica a relação entre a produção de matéria seca e a produção de grãos de soja.

Em seguida, o cálculo da evapotranspiração máxima (ETm) foi feito a partir do conceito de evapotranspiração potencial (ETo), através da seguinte equação:

$$ETm = kc.ETo \quad (5)$$

em que kc é o coeficiente da cultura e ETo é a evapotranspiração potencial, computada pelo método de Penman, proposta por FRÈRE e POPOV (1980).

A determinação da evapotranspiração real (ETr), depende de três fatores: a evapotranspiração máxima (ETm), a água remanescente no solo (ARS) e o índice de água disponível no solo (IADS). O balanço hídrico, que é uma das etapas do cálculo do IADS, é obtido através do método de THORNTHWAITH e MATER (MOTA, 1979; adaptado por RUDORFF, 1985). O valor de ETr é então determinado através de uma tabela apresentada por DOORENBOS e KASSAM (1979), que leva em conta os fatores citados acima. Com isso, todas as variáveis necessárias para o cálculo da estimativa da produtividade agrícola (PR) a partir da Equação 1 foram obtidas.

O acompanhamento do impacto das variáveis meteorológicas no crescimento e desenvolvimento da soja foi realizado através do cálculo quinzenal do déficit da evapotranspiração relativa ou índice de penalização (IP), determinado pela seguinte equação:

$$IP = 1 - ky \left(1 - \frac{ETr}{ETm} \right) \quad (6)$$

cujos termos estão descritos na Equação 1.

Desta forma, as avaliações da produtividade foram realizadas ao longo da estação de crescimento da safra 2004/05, por meio dos IPs quinzenais parciais e

acumulados da produtividade potencial da soja, sobre a área cultivada com soja segurada nos estados do Paraná e São Paulo em células de 1x1 km. No Mato Grosso do Sul, por possuírem-se os limites de 80 lavouras de soja e a respectiva produtividade observada no momento da vistoria de campo, optou-se por melhorar a resolução espacial do modelo utilizando células de 250x250m.

3.2 Monitoramento das condições da vegetação por meio das imagens MODIS

Na safra 2004/05 a soja foi muito prejudicada por condições meteorológicas adversas observadas nos três estados estudados, sobretudo a partir de fevereiro, ocasionando perdas significativas na produtividade de grãos e, conseqüentemente, gerando um grande número de pedidos de sinistro.

Para o monitoramento temporal do vigor da vegetação das lavouras seguradas, foram utilizadas imagens compostas de 16 dias do sensor MODIS sob a forma do índice de vegetação desenvolvido especificamente para o sensor MODIS, denominado *Enhanced Vegetation Index* (EVI). O período de aquisição das imagens MODIS para o monitoramento da soja na safra 2004/05 foi de novembro até março, visando abranger todo o ciclo das diferentes modalidades de cultivo da soja na região de estudo.

Visto que na safra 2002/03 as condições meteorológicas foram bastante favoráveis para o crescimento e desenvolvimento da soja e que a produtividade alcançada foi boa, tomou-se esta safra como referência a fim de compará-la com a safra 2004/05 em que a produtividade foi inferior ao esperado. Esta comparação foi feita por meio da subtração entre os valores de EVI ao longo da safra atingida pela seca (2004/05) e os correspondentes valores de EVI ao longo da safra normal (2002/03), para cada pixel da área produtora de soja. Com isso, verificou-se a intensidade da perda do vigor vegetativo, não apenas para as regiões mais atingidas pela estiagem, mas também para os períodos mais impactados pela seca.

Além da análise do impacto regional da estiagem foi feita também uma avaliação local para análise do valor de EVI e de suas diferenças para algumas lavouras seguradas na safra 2004/05 no estado do Mato Grosso do Sul. Os limites destas lavouras foram obtidos por meio de GPS de navegação e de imagens adquiridas pelo satélite Landsat-5 ao longo do mês de fevereiro de 2005, conforme metodologia proposta por MACEDO e RUDORFF (2003). Outras informações tais

como: produtividade esperada, produtividade observada, data de semeadura e data de aviso do sinistro foram fornecidos pela seguradora Aliança do Brasil.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Monitoramento da safra por meio do modelo agrometeorológico-espectral

O monitoramento da safra da soja foi realizado por meio do modelo agrometeorológico-espectral, mediante os IPs quinzenais parciais e acumulados. O valor do IP expressa a produtividade real obtida pela cultura em relação à sua produtividade potencial máxima. Por exemplo, o IP 1,0 indica a melhor situação, quando as condições meteorológicas foram favoráveis e a cultura expressou 100% do seu potencial produtivo, não havendo prejuízo para sua produtividade no período considerado. Já o IP zero indica a pior situação, ou seja, quando as condições meteorológicas foram extremamente prejudiciais e a produtividade da cultura foi totalmente penalizada. O IP 0,4 indica, por exemplo, que as condições meteorológicas permitiram que a cultura expressasse somente 40% da sua produtividade potencial no período considerado. Por meio dos mapas de IP parciais é possível visualizar espacialmente o percentual da produtividade obtida pela cultura em relação à sua produtividade potencial máxima, para cada quinzena. Os IPs acumulados indicam o percentual da produtividade obtida pela cultura em relação à sua produtividade potencial máxima, desde a implantação da cultura até a referida quinzena ou de todo o ciclo da cultura, em se tratando da última quinzena. Visto que as condições meteorológicas foram favoráveis no início da safra e a estiagem ocorreu somente a partir do final de janeiro, é de se esperar que as lavouras implantadas mais tardiamente tenham sofrido maior impacto do déficit hídrico. Em função disso, optou-se por realizar 3 simulações de datas de plantio, sejam elas: 15/10/04 (plantio precoce), 01/11/04 (plantio médio) e 15/11/04 (plantio tardio), visto que o período destinado à implantação da cultura pode variar de outubro a dezembro. As Figuras 2 a 4 mostram os IPs parciais para a cultura da soja para as 3 simulações de data plantio.

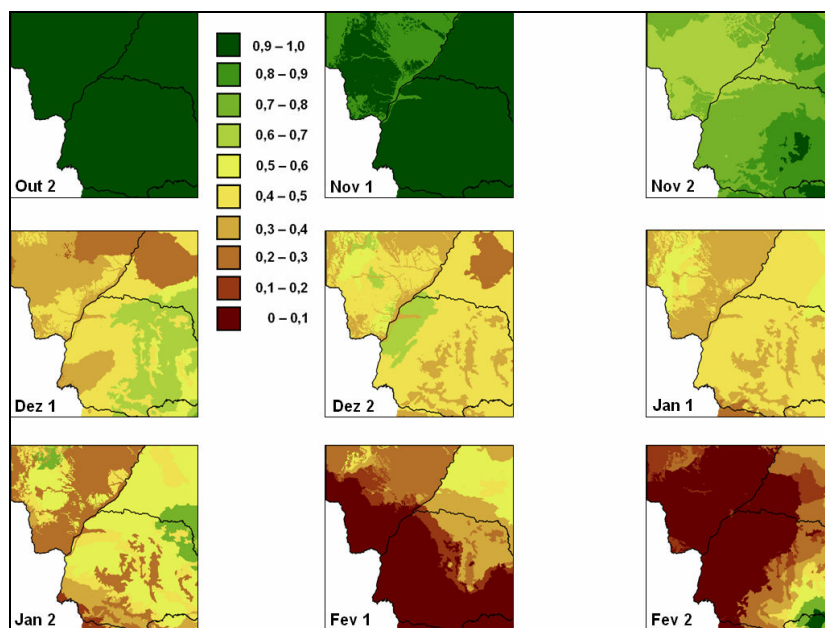


Figura 2. Índice de penalização para a cultura da soja para plantio em 15/10/2004 (precoce), nos estados do Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul.

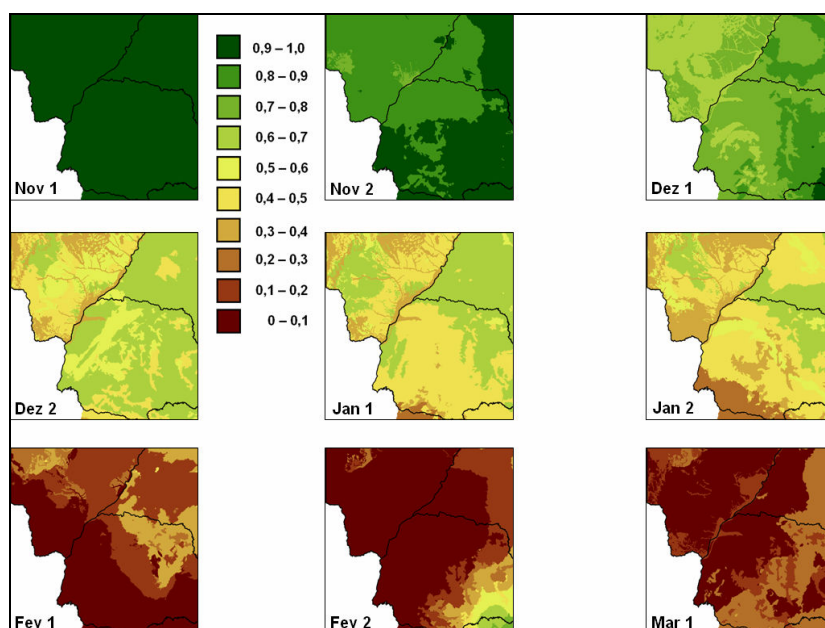


Figura 3. Índice de penalização para a cultura da soja para plantio em 01/11/2004 (médio), nos estados do Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul.

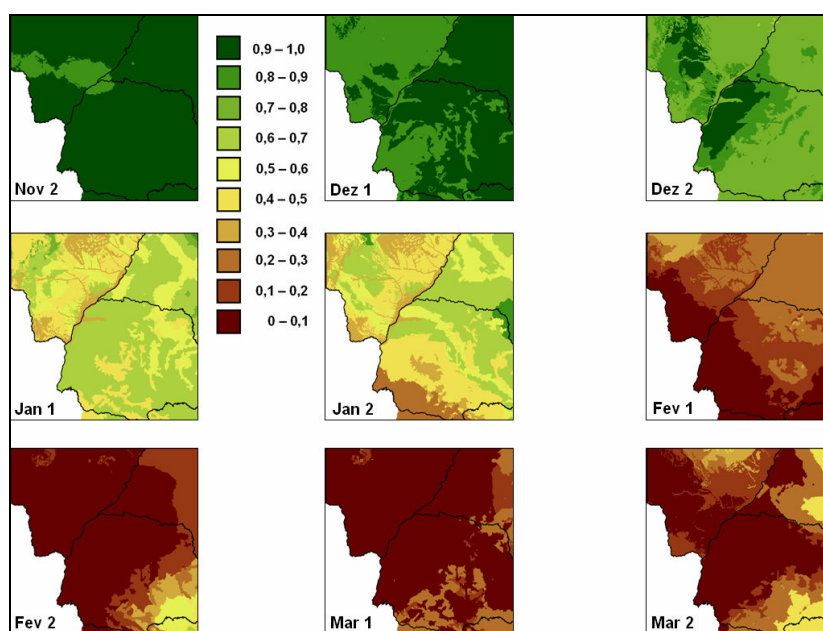


Figura 4. Índice de penalização para a cultura da soja para plantio em 15/11/2004 (tardio), nos estados do Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul.

Pela análise dos mapas de IP parciais é perceptível a ocorrência da estiagem no ciclo da soja em toda a região considerada, principalmente a partir de fevereiro, que se estendeu até o final do ciclo da cultura. Em função disso, as lavouras implantadas mais tardiamente sofreram maior influência do déficit hídrico, visto que um período maior do seu ciclo coincidiu com o período de ocorrência da estiagem. Isto é perceptível ao analisarmos os IPs das 3 simulações de plantio (precoce, médio e tardio), Figuras 2 a 4. Além disso, para as 3 simulações, os IPs já começam a indicar sinais de deficiências consideráveis nas condições meteorológicas a partir da quarta quinzena, que se acentuam a medida que a safra transcorre. As 3 últimas quinzenas analisadas foram as que demonstraram a maior perda no potencial produtivo da cultura, sendo este o período de florescimento e formação e enchimento dos grãos da planta, extremamente sensível ao estresse hídrico, comprometendo enormemente a produtividade final da soja. Ainda assim, o sul do Mato Grosso do Sul e a porção sudoeste do Paraná foram as regiões mais prejudicadas pela estiagem. Já o estado de São Paulo e a parte norte do Paraná foram menos prejudicados em comparação às demais regiões analisadas.

As Figuras 5 a 7 mostram os IPs acumulados para a cultura da soja para plantio em 15/10/04, 01/11/04 e 15/11/04, respectivamente.

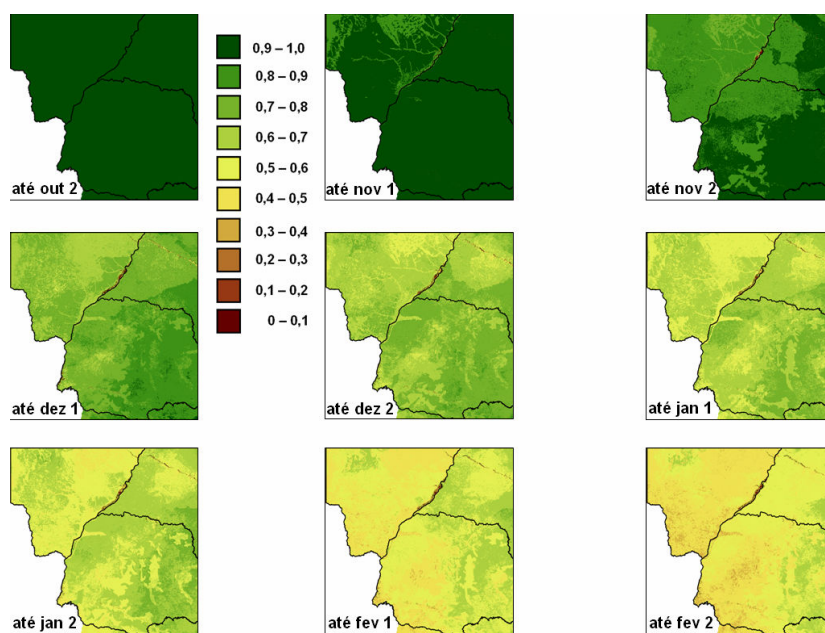


Figura 5. Índice de penalização acumulado para a cultura da soja para plantio em 15/10/2004 (precoce), nos estados do Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul.

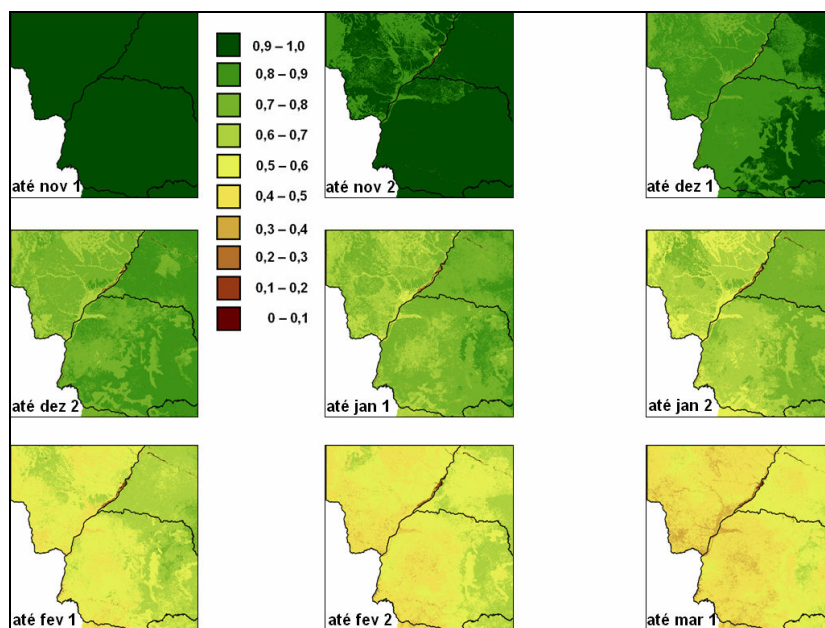


Figura 6. Índice de penalização acumulado para a cultura da soja para plantio em 01/11/2004 (médio), nos estados do Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul.

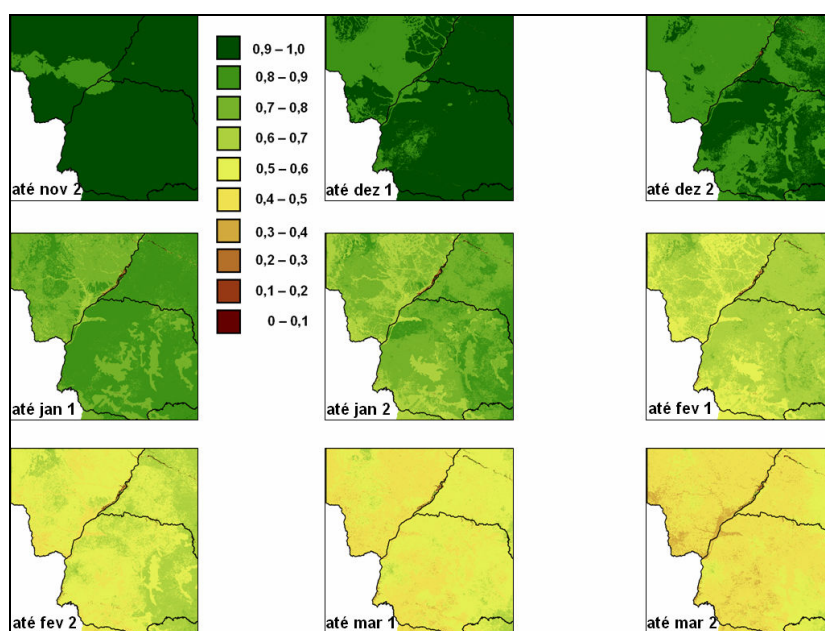


Figura 7. Índice de penalização acumulado para a cultura da soja para plantio em 01/11/2004 (tardio), nos estados do Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul.

Em se tratando do IP acumulado, o plano de informação referente à última quinzena reflete a proporção da produtividade real final obtida pela cultura em relação à sua produtividade potencial máxima. No caso do presente estudo, em todas as simulações de data de plantio, o IP acumulado até a última quinzena mostra que a soja conseguiu expressar somente entre 40 e 50% da sua produtividade potencial, dadas as condições meteorológicas adversas. Além disso, percebe-se novamente que a porção sul do Mato Grosso do Sul e o sudoeste do Paraná foram as regiões mais prejudicadas. Para as 3 simulações percebe-se a maior perda no potencial produtivo da soja a partir da sétima quinzena do ciclo da cultura, comprometendo a produtividade final da soja.

Um ponto a ser destacado é que análises desta natureza podem ser realizadas com a utilização de dados meteorológicos e imagens históricas de determinada região. Isto pode apontar regiões e épocas mais sujeitas a condições meteorológicas adversas e conseqüentemente de maior risco. Nestes casos pode-se limitar o número de propostas contratadas, aumentar o valor do premio ou diminuir o valor da produtividade segurada nestas regiões.

A Figura 8 mostra a produtividade obtida pelo modelo agrometeorológico-espectral em comparação à informada pelo IBGE, para os estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul e Paraná, para plantio em 01/11/05.

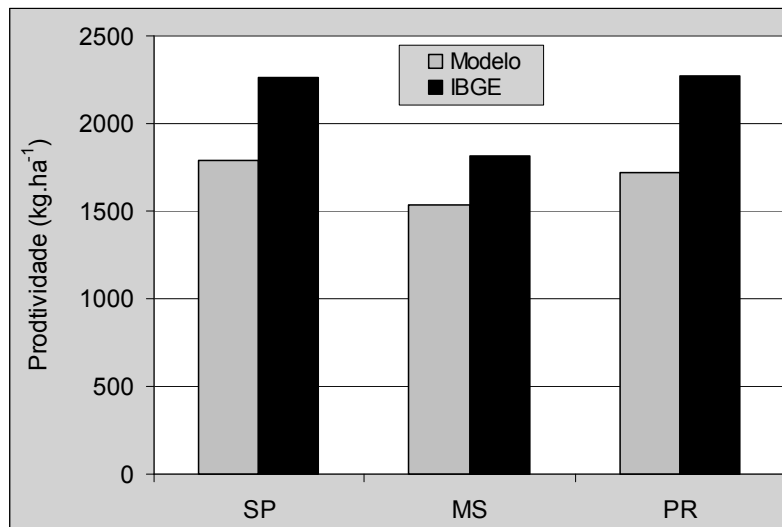


Figura 8. Produtividade obtida pelo modelo agrometeorológico-espectral em comparação à informada pelo IBGE, para os estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul e Paraná, para plantio em 01/11/05.

Nota-se que o modelo agrometeorológico-espectral conseguiu acompanhar a trajetória dos valores de produtividade entre os 3 estados estudados. O Mato Grosso do Sul foi o estado mais atingido pela estiagem, já que tanto o IBGE, quanto o modelo agrometeorológico-espectral retornaram o menor valor de produtividade entre os 3 estados. A diferença existente entre a estimativa do IBGE e a retornada pelo modelo deve-se ao fato que o segundo está considerando somente a parte mais afetada pela estiagem, ou seja, a porção sul do MS, oeste e sudoeste do PR e o sudoeste de SP. Já o IBGE considera a média estadual, a qual foi consideravelmente mais elevada em relação à região estudada. Nos 3 estados houveram regiões localizadas fora da área de estudo e menos afetadas pela estiagem, fato que contribui para que a média estadual fosse mais elevada em comparação à região estudada.

A Figura 9 mostra a produtividade estimada pelo modelo agrometeorológico-espectral em comparação à informada pelos produtores segurados. Percebe-se que o modelo agrometeorológico-espectral conseguiu acompanhar, em parte, a variação nos níveis de produtividade das diferentes lavouras. Apesar disso, o modelo agrometeorológico-espectral mostra produtividades variando de 940 a 2.017 kg.ha⁻¹ enquanto que as produtividades informadas pelos produtores segurados variam entre 206 e 2.580 kg.ha⁻¹. Embora na média das 80 lavouras o modelo agrometeorológico-espectral (1.429 kg.ha⁻¹) tenha se aproximado muito da produtividade informada pelos produtores segurados (1.413 kg.ha⁻¹).

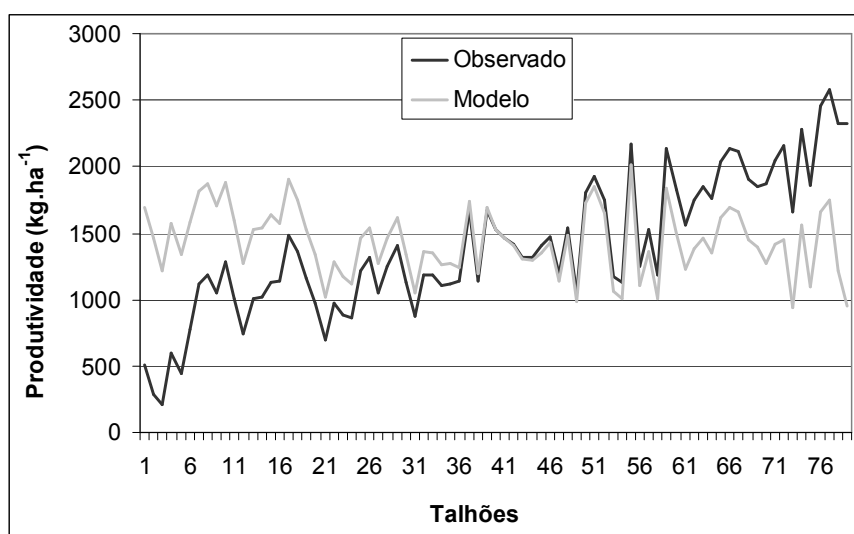


Figura 9. Produtividade estimada pelo modelo agrometeorológico-espectral em comparação à informada pelos produtores segurados.

Uma questão relevante diz respeito à produtividade obtida informada pelos produtores segurados. Como as lavouras seguradas estão georreferenciadas, pode-se analisar espacialmente a variação nos níveis de produtividade entre elas. A Figura 10 mostra algumas lavouras de soja delimitadas sobre uma imagem do satélite Landsat adquirida em 18/02/2005. Neste caso, temos 3 lavouras localizadas muito próximas entre si e implantadas em datas também muito próximas, ou seja, tais lavouras provavelmente foram cultivadas sobre solos muito parecidos e estiveram sujeitas às mesmas condições meteorológicas e por este motivo deveriam apresentar níveis de produtividade semelhantes. Desta forma, pode-se inferir que as diferenças observadas entre os valores de produtividade obtidos podem ter sido causadas por falhas de manejo (adubação, controle fitossanitário etc.), não cobertas pelo seguro. Apesar disso, a imagem Landsat, na Figura 10, mostra claramente diferenças no vigor vegetativo da cultura dentro da mesma lavoura, que podem estar relacionadas a diferenças acentuadas na data de semeadura ou no manejo, que implicariam em diferenças nos níveis de produtividade entre as 3 lavouras. De qualquer forma, esta situação chama a atenção para possíveis falhas durante a vistoria de campo, que pode não ter levado em conta a variabilidade espacial dos níveis de produtividade em uma mesma lavoura, subestimando a produtividade e resultando em indenizações indevidas.

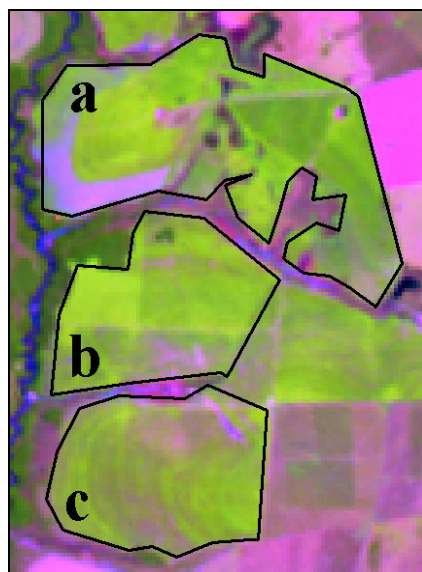


Figura 10. Lavouras de soja delimitadas sobre a imagem do satélite Landsat, adquirida em 18/02/2005 em que, segundo os produtores segurados, os valores de produtividade foram de 867, 2.324 e 1.661 kg.ha⁻¹ e as datas de semeadura foram de 05/11/04, 12/11/04 e 13/11/04 para as lavouras a, b e c, respectivamente.

Outro fato a ser ressaltado é a presença de diferentes lavouras pertencendo à mesma proposta de seguro, sendo que a seguradora exige uma proposta para cada lavoura. Das 80 propostas analisadas, 11 delas são representadas por duas ou mais lavouras, conforme exemplifica a Figura 11. Neste caso, as 4 lavouras fazem parte da proposta nº 8.711.112, sinistro nº 2.200.500.713, com área segurada total de 350 ha.



Figura 11. Lavouras de soja referentes à proposta nº 8.711.112, sinistro nº 2.200.500.713, delimitadas sobre a imagem do satélite Landsat, adquirida em 18/02/2005.

4.2. Monitoramento das condições da vegetação por meio das imagens MODIS

A Tabela 1 exibe os valores de produtividade média (kg ha^{-1}), fornecidos pelo IBGE (2005), e os percentuais de perda por estiagem para os estados do Mato Grosso do Sul, Paraná e São Paulo, safras 2002/03 e 2004/05. Nota-se na Tabela 1 que as maiores perdas em 2004/05 (ano seco) em relação a 2002/03 (ano bom) ocorreram no Mato Grosso do Sul (37%). Perdas menores foram observadas no Paraná (25%), mas com maior impacto para o seguro devido ao elevado número de contratos. Já em São Paulo a redução na produtividade foi bem menor quando comparada aos outros dois estados, mesmo assim houve um considerável número de sinistros por seca.

Tabela 1. Produtividade média oficial (kg ha^{-1}) e os percentuais de perda por estiagem para cultura da soja nos estados do Mato Grosso do Sul, Paraná e São Paulo, safras 2002/03 e 2004/05.

Estado/ safra	Produtividade média em kg ha^{-1}	
	2002/ 03	2004/ 05
Mato Grosso do Sul	2.890	1.817 (37) *
Paraná	3.025	2.271 (25) *
São Paulo	2.643	2.261 (14) *

Fonte: IBGE (2005).

*Percentual de perda da produtividade média em relação à safra 2002/ 03.

A Figura 12 apresenta as imagens do MODIS, sob a forma do EVI, sobre parte dos estados do Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul, para as safras de 2002/03 e 2004/05. Também é apresentada a diferença entre as imagens da safra seca (2004/05) em relação à safra normal (2002/03), para a primeira e segunda quinzenas de fevereiro, quando a maioria das áreas de soja se encontrava na fase de enchimento de grãos e a seca exerceu forte influência negativa sobre a produtividade. As linhas vermelhas representam regiões onde a soja tem maior expressão. Pela escala de cores da imagem diferença observa-se que as áreas com tonalidades que tendem para o marrom sofreram maior impacto pela seca, pois quanto mais negativo o valor da imagem diferença, maior o impacto negativo da estiagem em relação à safra normal.

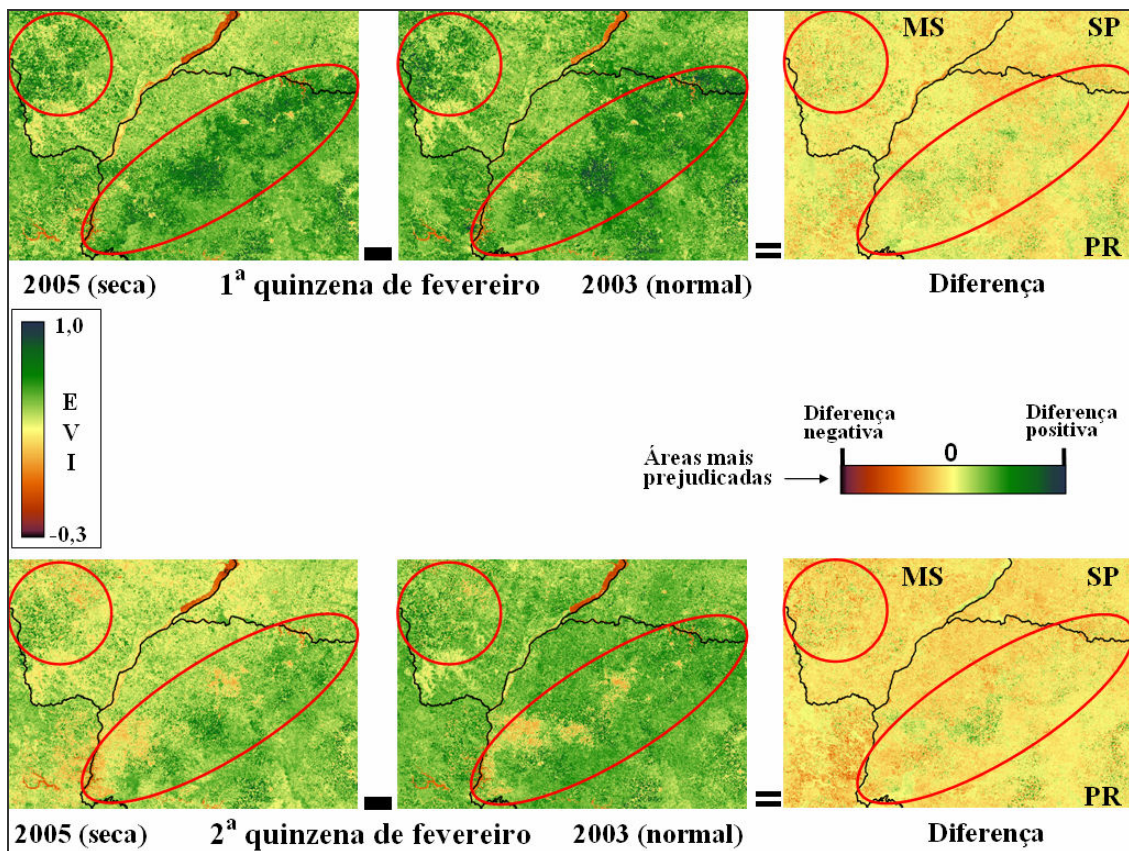


Figura 12. Imagens EVI do sensor MODIS sobre parte do estado do Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul, safras 2002/03 e 2004/05, e a imagem diferença entre a safra seca (2004/05) e a safra normal (2002/03), para a primeira e segunda quinzenas de fevereiro. Quanto mais negativo o valor da imagem diferença, maior o impacto negativo da estiagem sobre a vegetação.

Fica evidente o impacto da estiagem em 2004/ 05, principalmente durante a segunda quinzena de fevereiro. Destacam-se o estado do Mato Grosso do Sul, e as porções sudoeste e noroeste do Paraná como as áreas mais atingidas pela estiagem. Em São Paulo, as imagens diferença não indicam uma queda muito acentuada do vigor da vegetação, no que se refere à área de maior concentração das lavouras de soja. Além disso, percebe-se maior perda de vigor vegetativo no estado do Mato Grosso do Sul em relação aos demais. Isto condiz com os valores de produtividade alcançados para os estados nas duas safras (Tabela 1). Isto é, os estados em que as imagens indicaram como sendo os mais prejudicados na safra seca em relação à safra normal foram também os que apresentaram as maiores quedas nos níveis de produtividade e vice-versa.

Observam-se, entretanto, algumas áreas cuja diferença entre as imagens é positiva (tonalidades esverdeadas). Ou seja, a vegetação na safra seca se apresenta mais vigorosa que na safra normal. Isto pode ser justificado, em parte, pela implantação de áreas de soja sobre áreas anteriormente com pastagem natural. Uma vez que a soja, mesmo sob o efeito da estiagem, apresenta uma vegetação mais vigorosa do que a pastagem natural.

Além disso, as imagens diferença mostram que a estiagem não ocorreu em regiões isoladas, mas atingiu com maior ou menor intensidade toda a região considerada no estudo. Dado que, de uma forma geral, toda a vegetação mostra estar prejudicada pela estiagem na safra seca, seja esta predominada ou não por áreas de soja. Portanto, a visão sinótica e repetitiva das imagens MODIS permitiu apontar tanto as regiões quanto os períodos mais afetados pelas adversidades meteorológicas, podendo indicar claramente as áreas prioritárias a serem atendidas pelas vistorias *in loco* das lavouras sinistradas e assim tornar o processo de avaliação do sinistro mais eficiente.

Além de fornecer um quadro geral sobre a magnitude do impacto da seca sobre a soja e possibilitar um monitoramento, a partir do espaço aéreo, em diversas épocas ao longo da safra da soja, as imagens MODIS também permitiram analisar o impacto da estiagem sobre lavouras individualizadas. Cabe lembrar que estas análises devem, preferencialmente, envolver lavouras maiores, em função da limitação na resolução espacial das imagens MODIS, que faz com que lavouras menores e/ ou com formato muito irregular estejam sujeitas à maior predominância de pixels contaminados pelos alvos em torno destas lavouras. A Figura 13 exibe lavouras de soja delimitadas sobre imagens Landsat e MODIS. Observa-se que as lavouras menores (lavouras 1, 2 e 3, com 19, 15 e 8 ha) são representadas por pixels muito contaminados por outros alvos, o que faz com que a variação do nível de cinza em tais pixels não se deva apenas a variações do vigor vegetativo de tais lavouras. Já para as lavouras maiores (lavouras 4, 5 e 6, com 50, 53 e 206 ha) apenas os pixels localizados nas bordas sofrem alguma contaminação de outros alvos. No caso da lavoura 7 (66 ha), apesar de possuir um tamanho considerável, o seu formato irregular faz com que quase a totalidade dos pixels sofra o efeito da contaminação por outros alvos, o que prejudica a avaliação das condições do vigor vegetativo da cultura.

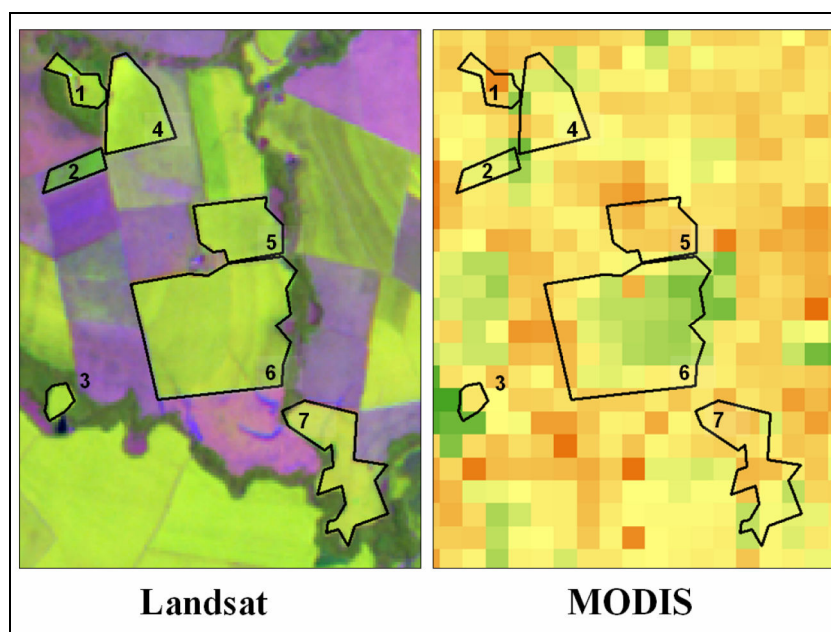


Figura 13. Lavouras de soja delimitadas sobre imagens Landsat e MODIS.

Nada obstante, esta não parece ser uma limitação muito crítica, pois são as lavouras maiores que concentram a maior parcela da importância monetária segurada e em caso de fraude são as maiores responsáveis por indenizações indevidas. Somado a isto, a fiscalização *in loco* de grandes lavouras e dispersas em amplas regiões, é muito mais onerosa e difícil de ser realizada do que para as lavouras menores e menos dispersas. Durante o trabalho a campo realizado neste projeto, alguns dos técnicos responsáveis pela vistoria *in loco* revelaram, em conversa informal, que as tentativas de suborno por parte dos produtores são bem mais freqüentes para grandes lavouras do que para pequenas. Neste sentido, a disponibilidade de um procedimento independente e objetivo para auxiliar as atividades de vistoria do seguro agrícola pode ser de grande valia para inibir e até mesmo impedir tentativas de fraude tanto daquele que vistoria quanto daquele que é vistoriado.

A Figura 14 mostra três lavouras de soja localizadas no Mato Grosso do Sul, com aproximadamente 440 (1), 470 (2) e 110 (3) hectares e delimitadas sobre imagens diferença do EVI entre a safra de 2004/05 (seca) e a de 2002/03 (normal), desde novembro até março. A data de semeadura da cultura para as três lavouras foi muito próxima, variando entre 25 e 29/10/2004.

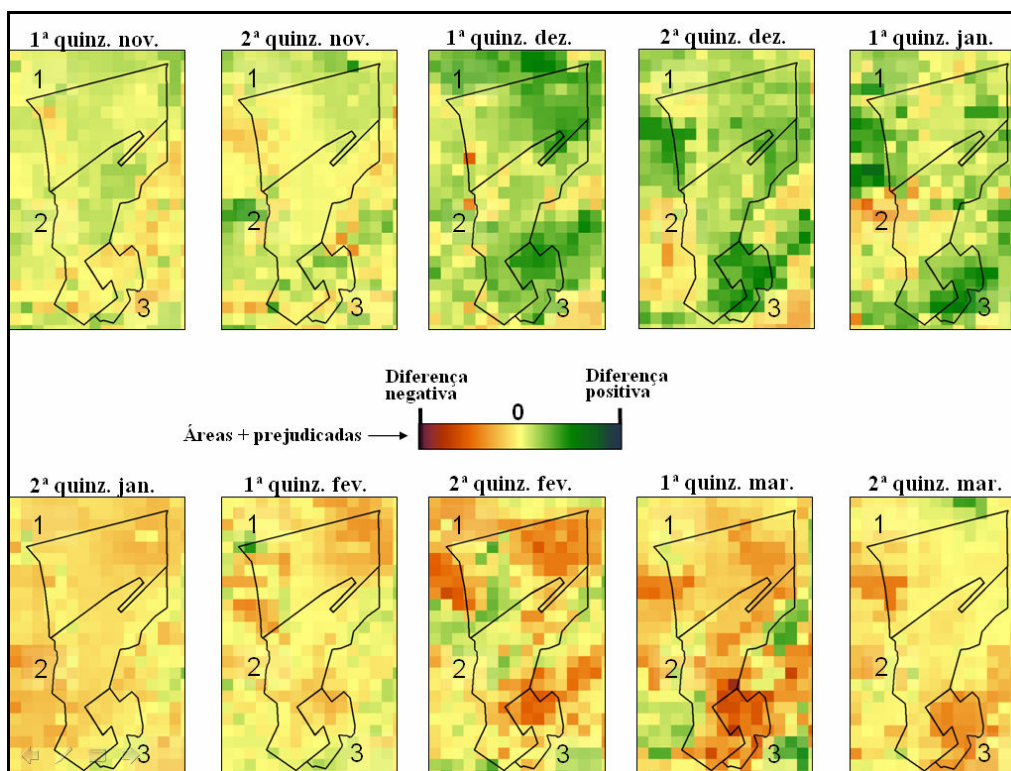


Figura 14. Lavouras de soja delimitadas sobre imagens diferença do EVI entre a safra de 2004/05 (seca) e a de 2002/03 (normal), desde novembro até março.

Nota-se que os valores das imagens diferença do EVI para a 1ª e 2ª quinzenas do mês de novembro para as três lavouras apresentadas na Figura 14 estão muito próximos de zero, conforme mostra a escala de cores, indicando que o vigor vegetativo da soja se manteve equivalente nestas duas safras. Além disso, durante a 1ª e 2ª quinzena do mês de dezembro as imagens diferença indicam que a soja estava mais vigorosa em dezembro de 2004 (safra seca) do que em dezembro de 2002 (safra normal) para estas três lavouras (Figura 14) criando até uma expectativa de superação dos bons resultados alcançados na safra 2002/03.

No entanto, durante a primeira quinzena de janeiro de 2005 a porção central da lavoura 2 já apresenta sinais de menor vigor vegetativo, quando comparada ao mesmo período da safra 2002/03, o que pode ser observado na imagem diferença da Figura 14. Nas quinzenas restantes, todas as lavouras exibem um aumento gradativo do impacto da estiagem sobre a soja, com destaque para a porção leste da lavoura 1 e para toda a lavoura 3. Contudo, o aviso do sinistro para as lavouras 1 e 2 deu-se somente em 24/02/2005 apesar do impacto da estiagem já estar se evidenciando desde a segunda quinzena de janeiro, de acordo com a análise comparativa das imagens diferença do MODIS (Figura 14). Para a lavoura 3 o aviso de sinistro foi feito

em 11/03/2005 e o técnico da vistoria teve que retornar à região embora ele pudesse ter resolvido esta vistoria por ocasião da visita às lavouras 1 e 2, realizada duas semanas antes, quando a lavoura 3 já apresentava, nas imagens, sintomas evidentes de perda de produtividade por seca.

Convém mencionar que no contrato do seguro consta que a partir da data do aviso do sinistro, a seguradora tem apenas 48 horas para efetuar uma vistoria em campo para avaliar o estado da lavoura e quantificar as possíveis perdas. Desta forma, como a imagem MODIS referente à segunda quinzena de janeiro já estava disponível no início de fevereiro, o técnico responsável pela vistoria poderia ter-se antecipado e programado esta vistoria, juntamente com outras possíveis vistorias, a fim de economizar tempo e dinheiro. É comum uma vistoria ser realizada numa lavoura num determinado dia e em outra lavoura próxima alguns dias depois. Por não se dispor ainda de um sistema de monitoramento adequado das lavouras seguradas, via imagens de satélite, conforme apresentado e proposto neste capítulo, e nem de um SIG, que permite fazer consultas relativas ao posicionamento geográfico das lavouras seguradas sobre mapas temáticos diversos, independentemente da disponibilidade de imagens de satélites de SR.

Além das imagens MODIS serem úteis para verificar a diferença entre safras e entre lavouras de uma mesma safra, elas também se mostraram muito úteis para indicar diferenças de vigor da soja dentro de uma mesma lavoura. Por exemplo, na Figura 4 podemos observar que a lavoura 1 em sua porção leste apresenta uma diferença negativa maior do que no restante da lavoura por ocasião da 2ª quinzena de fevereiro e da 1ª quinzena de março. Isto sugere que a estiagem não afetou de maneira uniforme toda a lavoura de soja, o que pode ocorrer com frequência, principalmente em áreas extensas e sujeitas a diferenças de topografia, solos, manejos culturais etc. que, conseqüentemente, sofrem o impacto da estiagem de forma diferenciada. Neste caso, cabe ao técnico responsável pela quantificação da perda uma vistoria muito criteriosa, levando em conta a variação espacial da produtividade dentro da lavoura. Esta variação é claramente visualizada nas imagens MODIS obtidas a partir de uma visada vertical do espaço aéreo e dificilmente pode ser visualizada a partir da visão panorâmica horizontal no campo.

As diferenças de vigor vegetativo entre duas ou mais áreas em uma mesma lavoura podem indicar ainda diferenças acentuadas na data de semeadura da cultura. Isto também implica na planta estar mais ou menos suscetível à estiagem, de acordo

com o estágio fenológico em que se encontra ou se o produtor segurado seguiu ou não as regras definidas pelo zoneamento agrícola. No caso específico da lavoura 1 da Figura 14, a proposta de seguro informa apenas uma data de semeadura, embora dificilmente uma lavoura com extensão de 440 ha seja implantada em um único dia.

Outro ponto a ser levantado se refere à produtividade média obtida por ocasião da vistoria de campo. No caso das lavouras 1, 2 e 3 da Figura 14 as produtividades observadas na safra 2004/05 foram de 1.134, 1.359 e 772 kg ha⁻¹, respectivamente. Além de todas as lavouras terem apresentado valores bem abaixo da produtividade esperada, definida no ato da proposta de seguro (3.154 kg ha⁻¹ para as lavouras 1 e 2 e 2.900 kg ha⁻¹ para a lavoura 3), a lavoura 3 apresentou produtividade muito inferior às demais. Isto está coerente com o que se observa nas imagens diferença, pois a lavoura 3 apresenta valores bem mais negativos a partir da 2ª quinzena de fevereiro em relação às outras duas lavouras. Ou seja, a lavoura 3 mostra ter sido bastante prejudicada pela estiagem, conforme constatado na vistoria em campo.

Considera-se, ainda, que as análises das imagens diferença para lavouras devem ser realizadas quando se tem conhecimento prévio de que a lavoura na safra de referência, que no caso deste estudo foi a safra 2002/03, tenha sido necessariamente cultivada com soja, além de ter sido implantada numa data próxima àquela cuja lavoura está sendo analisada. Do contrário, as variações observadas no vigor vegetativo, nas imagens diferença, podem estar relacionadas a diferenças no uso do solo ou a diferenças no estágio fenológico e não a diferenças no vigor vegetativo em resposta ao regime hídrico a que foi submetida a cultura. Nestes casos, deve ser dada atenção somente às imagens MODIS referentes à safra corrente, as quais podem também identificar diferenças no vigor vegetativo da cultura dentro de uma mesma lavoura, por meio da análise direta dos valores do EVI. Percebe-se que quanto mais informação se dispõe sobre determinada lavoura agrícola, melhor será o diagnóstico obtido das imagens e menores serão as chances de possíveis fraudes. Boa parte destas informações podem ser adquirida ao longo das safras com a implementação de um sistema robusto de monitoramento da atividade do seguro agrícola.

Uma questão a ser enfatizada no seguro agrícola é que a ocorrência dos sinistros é probabilisticamente dependente. Isto significa que quando uma lavoura segurada sofre o impacto de certo evento climático (seca, granizo, geada etc.) a probabilidade de que as lavouras vizinhas também venham a sofrer do mesmo evento

na mesma época é alta (ROSSETTI, 2001). Isto posto, de posse da localização geográfica das lavouras seguradas, quando as imagens mostrarem que determinada região está sofrendo o impacto da estiagem ou quando um produtor segurado efetua o aviso da ocorrência do sinistro, põem-se em alerta as demais lavouras localizadas na mesma região e implantadas no mesmo período. O monitoramento destas lavouras por meio de imagens MODIS permitirá avaliar se o efeito do evento climático sobre o vigor da cultura está sendo agravado ou se a cultura conseguiu recuperar parte das perdas sofridas.

Além disso, o aviso de sinistro pode ocorrer em determinada região ou em uma lavoura em que as imagens não mostram perda de vigor vegetativo. Neste caso, deve ser despendida atenção para prováveis fraudes, devendo a vistoria *in loco* ser muito criteriosa. Por conseguinte, a informação do vigor vegetativo observado na imagem pode nortear o técnico responsável pela vistoria *in loco* a respeito de prováveis variações nos níveis de produtividade das lavouras ou a respeito de possíveis fraudes.

Afora as assertivas anteriores relativas às análises das lavouras sob as imagens MODIS, este tipo de diagnóstico exige apenas a disponibilidade das coordenadas geográficas referentes aos limites das lavouras agrícolas. Tais coordenadas podem ser obtidas por meio de um receptor GPS de navegação, que possui uma exatidão aceitável para este fim.

É importante ressaltar que tanto as imagens, quanto a localização geográfica das lavouras seguradas estão contidas em um banco de dados espacial de um SIG. Em função disso, podem ser associadas, ainda, diversas informações inerentes à lavoura e ao próprio produtor contratante da proposta de seguro. Tais informações envolvem data da semeadura, cultivar, tipo de semeadura, produtividade esperada, produtividade segurada, produtividade observada, classe e textura do solo etc., podendo ser intrínsecas à safra corrente e/ou às anteriores. Com o armazenamento e análise de tais informações ao longo de diversas safras, pode ser traçado o desempenho de cada produtor segurado e também a identificação de regiões com potencial produtivo maior.

Além disso, com o conhecimento dos limites geográficos das lavouras seguradas, evita-se que o produtor informe diferentes áreas como sendo aquela segurada. Ou seja, como o produtor rural pode possuir várias lavouras e somente algumas cobertas pelo seguro, evita-se que seja informada uma lavoura como

segurada no ato da contratação da proposta e outra lavoura, mais prejudicada pela intempérie, no momento da vistoria de campo.

4.3. Obtenção das coordenadas GPS dos limites das lavouras seguradas

No que tange a localização geográfica das lavouras, a quantidade necessária de coordenadas adquiridas via GPS para cada proposta de seguro deve ser suficiente para poder representar com clareza todos os limites da lavoura segurada. Cabe lembrar que é imprescindível a delimitação apenas da lavoura segurada, ou seja, somente a área que se refere à proposta de seguro deve ser delimitada e não toda a propriedade rural.

No caso da proposta conter duas ou mais áreas seguradas, todas devem ser representadas por coordenadas de GPS. Por exemplo, uma lavoura com formato triangular deve ser representada por no mínimo 3 coordenadas. Uma lavoura com formato retangular deve ser representada por no mínimo 4 coordenadas. Uma lavoura com formato irregular, ou seja, quando seus limites são formados por muitos vértices ou são sinuosos, delimitados por mata, rios, córregos etc., deve ser representada por tantas coordenadas quantas forem necessárias para reproduzir fielmente o seu formato. Neste caso é difícil estabelecer um número mínimo de coordenadas, pois o mesmo pode variar muito de lavoura para lavoura.

4.3.3. Formato das coordenadas

As coordenadas adquiridas via GPS devem, preferencialmente, estarem no formato lat/long, Grau Minuto Segundo (GMS), conforme o exemplo abaixo. O receptor GPS permite “setar” as coordenadas no seguinte formato:

latitude = -20° 58' 59" ou S 20° 58' 59"

longitude = -62° 32' 49" ou W 62° 32' 49"

Note que neste formato os números que representam os minutos (M) e os segundos (S) nunca podem ultrapassar o valor “60”. Pelo mesmo motivo que não temos horas com mais de 60 minutos nem minutos com mais de 60 segundos.

No caso do Brasil, as latitudes são sempre negativas ou Sul (S), com exceção das porções norte dos estados do Pará, Amazonas, Roraima e Amapá, que estão localizadas acima da linha do equador, onde a latitude é positiva ou Norte (N). As

longitudes do território brasileiro são sempre negativas ou Oeste (W=west ou O=oeste), por estar inteiramente localizado a oeste do meridiano de Greenwich (Inglaterra).

Além disso, as coordenadas devem informar o DATUM horizontal e devem, preferencialmente, estar no DATUM SAD69 (South American Datum), que é o DATUM oficial do Brasil. O receptor GPS também permite “setar” as coordenadas neste formato. Ressalta-se que, tais coordenadas podem ser coletadas utilizando-se um receptor GPS de “navegação”, que possui uma exatidão aceitável para este fim.

Ademais, as coordenadas da lavoura segurada podem ainda ser adquiridas sob imagens de satélite de média resolução espacial (padrão Landsat/TM/ETM+ ou CBERS/CCD). Desde que, ao analisar a imagem, o produtor rural ou o técnico responsável pela proposta de seguro consiga reconhecer todos os limites da lavoura segurada (MACEDO e RUDORFF, 2003). De posse das coordenadas pode se inferir, ainda, se a área da lavoura segurada (hectares) corresponde à área informada na proposta de seguro.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio do modelo agrometeorológico-espectral e das imagens MODIS foi possível identificar períodos e regiões onde o impacto das condições meteorológicas adversas foi mais significativo, apontando regiões prioritárias para a concentração de esforços nas vistorias *in loco*, o que, sem sombra de dúvida, pode otimizar o processo de vistoria de campo das lavouras seguradas.

Além disso, este trabalho demonstrou que as imagens MODIS podem ser utilizadas para monitorar a safra da soja em termos do vigor vegetativo da cultura e assim fornecer informações-chaves ao processo de avaliação das perdas e suas possíveis causas em lavouras sinistradas.

Pela primeira vez na história das aplicações do sensoriamento remoto agrícola está sendo possível propor o uso operacional de imagens de sensoriamento remoto para o monitoramento de grandes culturas durante a safra de verão. As imagens do MODIS reúnem um conjunto de características propícias para o monitoramento quinzenal de culturas agrícolas, o que vem de encontro com as necessidades do seguro agrícola. Uma das grandes limitações para o crescimento da atividade securitária no Brasil é a indefinição do risco associado à lavoura segurada. Neste sentido, não só as imagens do MODIS podem contribuir no fornecimento de informações, mas também o uso adequado de um SIG, integrando uma série de dados espaciais (p.ex. mapas de solo, modelo de produtividade) e tabulares (p.ex. produtividade histórica da lavoura) e do GPS de navegação.

Cabe salientar que os procedimentos aqui apresentados não visam substituir a vistoria *in loco* das lavouras seguradas, mas fornecer subsídios objetivos para otimizar e tornar mais eficiente o atual método de visita a campo, por meio de um direcionamento prioritário às áreas a serem vistoriadas, tanto em nível regional quanto em nível da lavoura. Além disso, este procedimento impõe um caráter objetivo às vistorias para inibir a possibilidade de fraude e, conseqüentemente, proporcionar um melhor equilíbrio entre o prêmio, pago pelo agricultor, e a indenização, paga pela seguradora. Caso este equilíbrio não seja alcançado a atividade securitária corre o risco de se tornar inviável ou então o governo terá que voltar a arcar com elevados subsídios o que será um retrocesso na história do seguro agrícola.

6. REFERÊNCIAS

- Andrade Júnior, A. S. de; Sentelhas, P. C.; Lima, M. G. de; Aguiar, M. de J. N.; Leite, D. A. S. R. Zoneamento agroclimático para as culturas de milho e de soja no estado do Piauí. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, n. 3, p. 544-550, dez. 2001. Número especial.
- Berka, L. M. S.; Rudorff, B. F. T.; Shimabukuro, Y. E. Soybean yield estimation by an agrometeorological model in a GIS. **Scientia Agricola**, v. 60, n. 3, p. 433-440, july/sept. 2003.
- Câmara, G.; Souza, R. C. M.; Freitas, U. M.; Garrido, J. C. P. SPRING: Integrating Remote Sensing and GIS with Object-Oriented Data Modeling. **Computers and Graphics**, v.15, n.6, p.13-22, 1996.
- Choudhury, B. J.; Ahamed, N. U.; Idso, S. B.; Reginato, R. J.; Daughtry, C. S. T. Relations between evaporation coefficients and vegetation indices studied by model simulations. **Remote Sensing of Environment**, v. 50, n. 1, p. 1-17, oct. 1994.
- Cunha, G. R. da; Assad, E. D. Uma visão geral do número especial da RBA sobre o zoneamento agrícola no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 377-385, dez. 2001. Número especial.
- Cunha, G. R. da; Barni, N. A.; Haas, J. C.; Maluf, R. T.; Matzenauer, R.; Pasinato, A.; Pimentel, M. B. M.; Pires, J. F. Zoneamento agrícola e época de semeadura para soja no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 446-459, dez. 2001. Número especial.
- D'Arco, E.; Rizzi, R.; Rudorff, B. F. T. Análise de combinações dos índices de vegetação EVI e NDVI derivadas do sensor MODIS para identificação de áreas de arroz irrigado. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12. (SBSR), 16-21 abr. 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. Comunicações, p. 91-94. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00018-8. Publicado como: INPE-12575-PRE/7868. Disponível na biblioteca digital URLib:<<http://marte.dpi.inpe.br:80/rep-/tid.inpe.br/sbsr/2004/11.20.20.16>>. Acesso em: 12 ago. 2005.
- Dang, A.; Wang, X.; Wu, H. GIS based study on the potential grain productivity of China. [CD-ROM]. In: International Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS 2000, Honolulu, 2000. **Proceedings**. Piscataway: IEEE Publications, 2000.
- Doorenbos, J.; Kassam, A. H. **Yield response to water**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1979. 193 p. (FAO-Irrigation and Drainage Paper n. 33).
- 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.
- Farias, J. R. B.; Assad, E. D.; Almeida, I. R. de; Evangelista, B. A.; Lazarotto, C.; Neumaier, N.; Nepomuceno, A. L. Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 415-421, dez. 2001. Número especial
- Frère, M.; Popov, G. F. Pronóstico de cosechas basado en datos agrometeorológicos. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1980. 66 p. (FAO-Producción y Protección Vegetal Cuaderno Técnico n. 17).

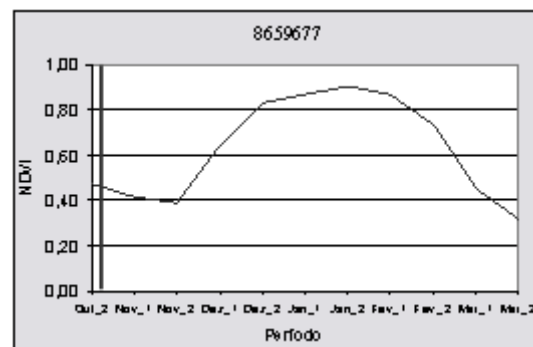
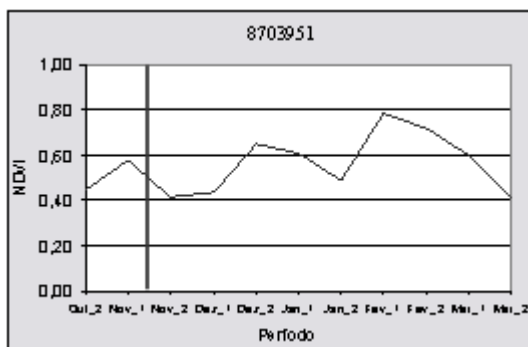
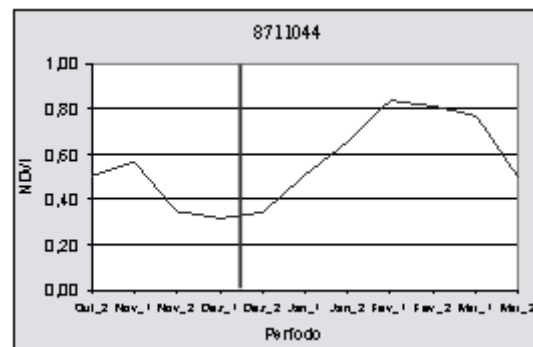
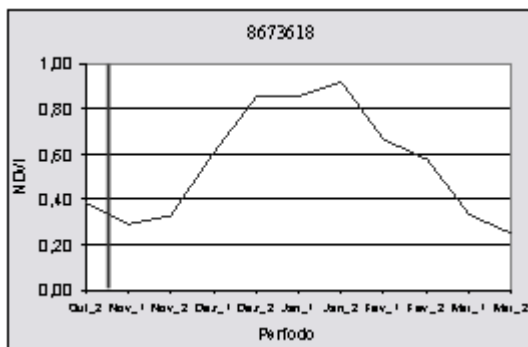
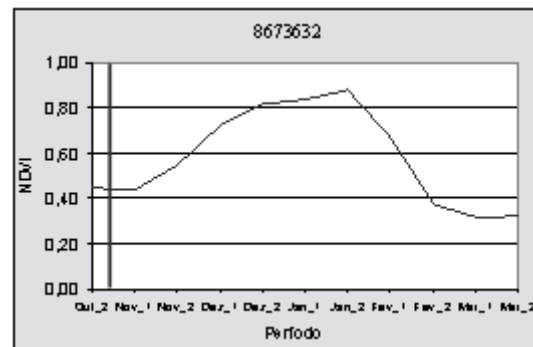
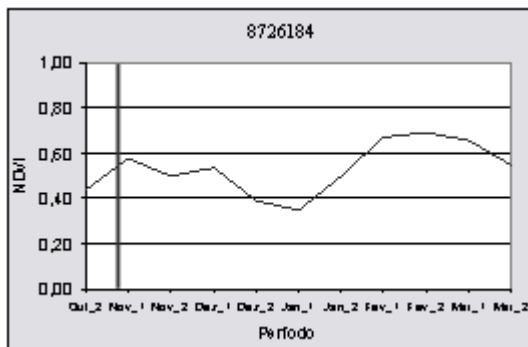
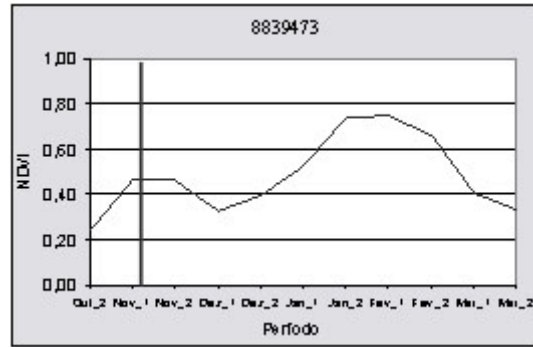
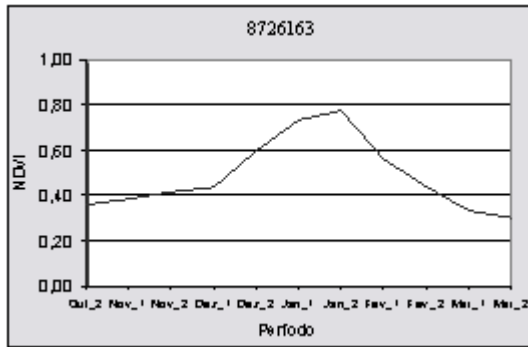
- Gausman, H. W.; Rodriguez, R. R.; Richardson, A. J. Infinite reflectance of dead compared with live vegetation. **Agronomy Journal**, v 68, n.2, p. 295-296, 1976.
- Hartkamp, A. D.; White, J. W.; Hoogenboom, G. Interfacing geographic information systems with agronomic modelings: A review. **Agronomy Journal**, v. 91, n. 5, p. 761-772, sep.- oct. 1999.
- Huete, A.; Didan, K.; Miura, T.; Rodriguez, E. P.; Gao, X.; Ferreira, L. G. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. **Remote Sensing of Environment**, v. 83, n. 1-2, p. 195-213, nov. 2002.
- Huete, A.; Justice, C.; Leeuwen, W. V. **Modis vegetation index (MOD 13) algorithm theoretical basis document**, 1999. Disponível em: <modis.gsfc.nasa.gov/data/atbd/atbd_mod13.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2004.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. 2005. Disponível em: www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/>. Acesso em: 15 ago. 2005.
- Liu, W. T.; Kogan, F. Monitoring Brazilian soybean production using NOAA/AVHRR based vegetation condition indices. **International Journal of Remote Sensing**, v. 23, n. 6, p. 1161-1179, 2002.
- Macedo, M. A.; Rudorff, B. F. T. Geotecnologias no seguro agrícola do milho safrinha. **Agricultura em São Paulo**, v.50, n.1, p. 43-52. 2003.
- Macedo, M. A.; Rudorff, B. F. T. **Relatório da fase I do Projeto Tecnologias Geoespaciais no Seguro Agrícola do Milho Safrinha**. São José dos Campos: INPE, 2002. 138 p. (INPE-9091-RPQ/733).
- Melo, R. W.; Fontana, D. C.; Berlato, M. A. Modelo agrometeorológico-espectral de estimativa de rendimento da soja para o estado do Rio Grande do Sul. In: XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2003, Belo Horizonte. **Anais XI SBSR**. São José dos Campos: INPE, 2003. p.173–179.
- Mota, F. S. **Meteorologia Agrícola**. São Paulo: Nobel, 1979. 376 p.
- Norman, J. M.; Anderson, M. C.; Kustas, W. P.; French, A. N.; Mecikalski, J.; Torn, R.; Diak, G. R.; Schmugge, T. J. Remote sensing of evapotranspiration for precision-farming applications. **International Geoscience and Remote Sensing Symposium**, Toulouse, France, July 21-25, 2003.
- Rizzi, R. Geotecnologias em um sistema de estimativa da produção de soja: estudo de caso no Rio Grande do Sul. 2004-04-30. 214 p. (INPE-12271-TDI/983). Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2004. Disponível em: iris.sid.inpe.br:1913/rep-/sid.inpe.br/jeferson/2004/07.02.14.17.
- Rosseti, L. A. Zoneamento agrícola em aplicações de crédito e securidade rural no Brasil: aspectos atuariais e de política agrícola. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 386-399, dez. 2001. Número especial.
- Rouse, J.W. JR.; Haas, R.H.; Deering, D.W.; Schell, J.A.; Harlan, J.C. **Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of natural vegetation**, NASA/GSFC type III final report: Greenbelt, Maryland, NASA, 371p. 1974.

Rudorff, B. F. T. *Dados Landsat na estimativa da produtividade agrícola da cana-de-açúcar*. São José dos Campos. 114p. (INPE-3744-TDL/202). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1985.

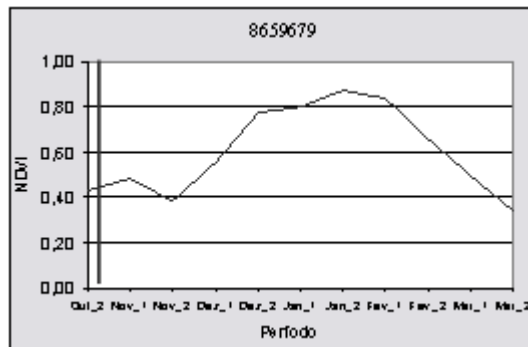
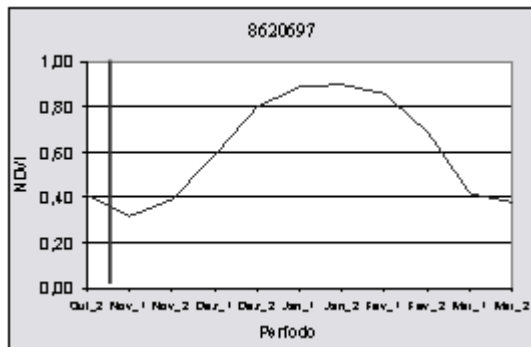
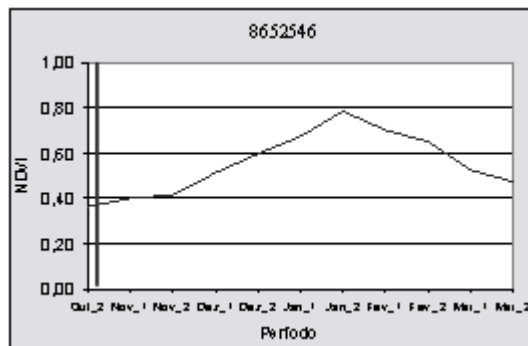
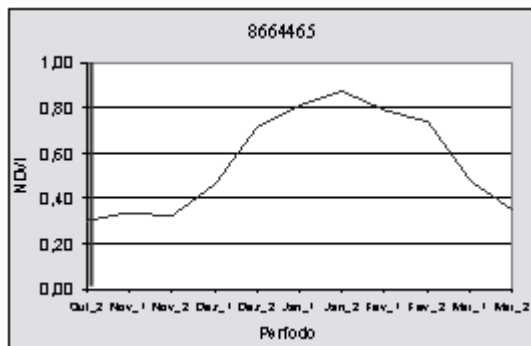
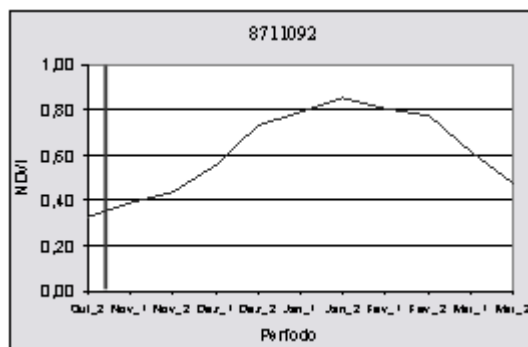
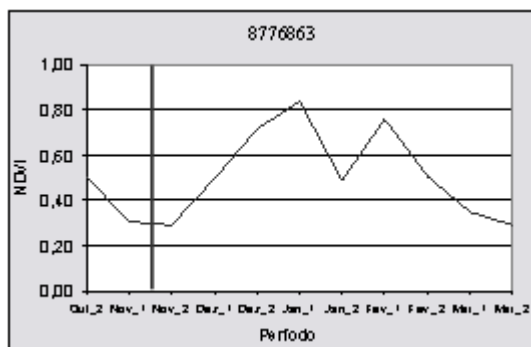
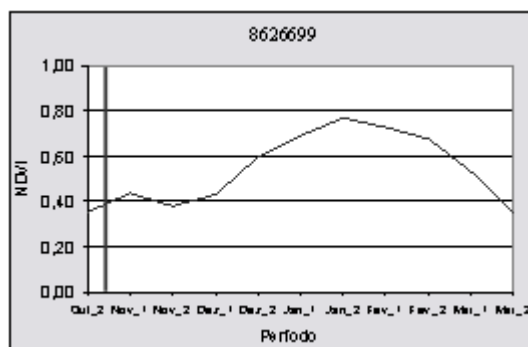
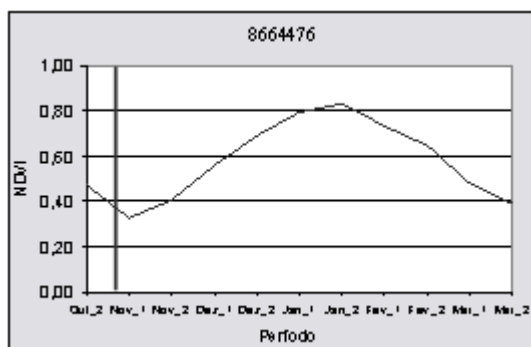
Rudorff, B. F. T.; BATISTA, G. T. Yield estimation of sugarcane based on agrometeorological-spectral models. **Remote Sensing of Environment**, v. 33, n. 3, p. 183-192, Sept. 1990.

7. ANEXOS

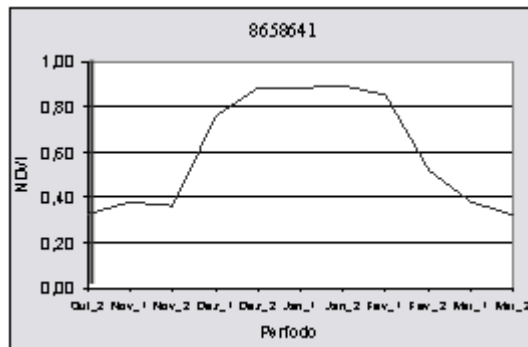
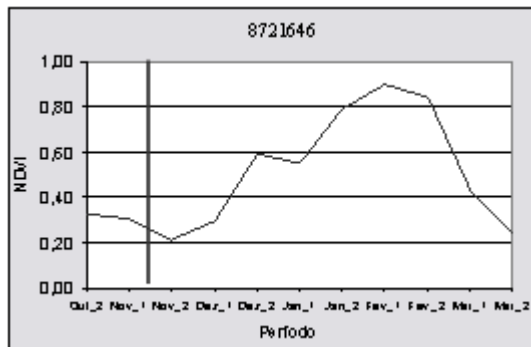
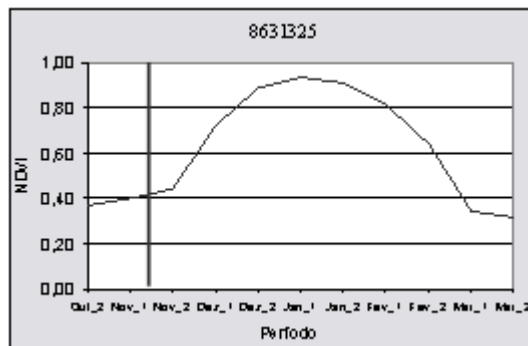
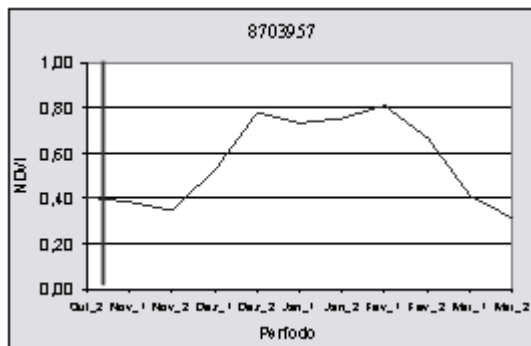
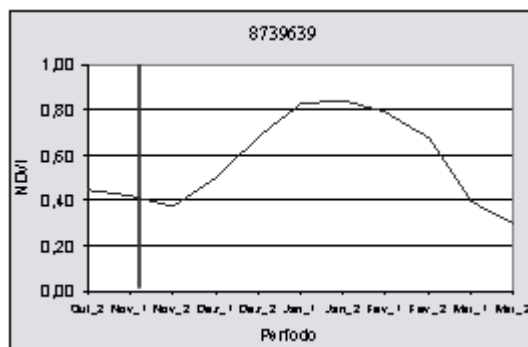
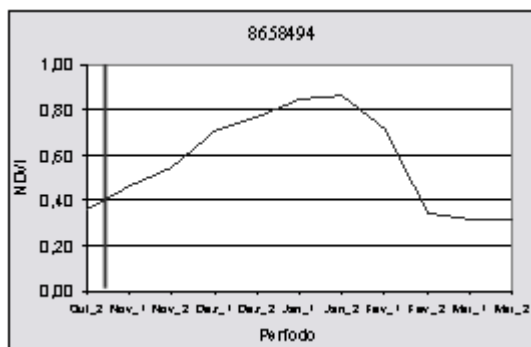
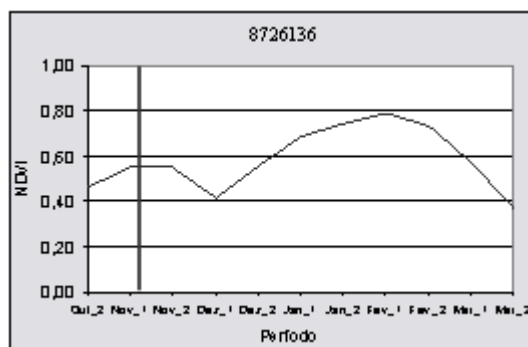
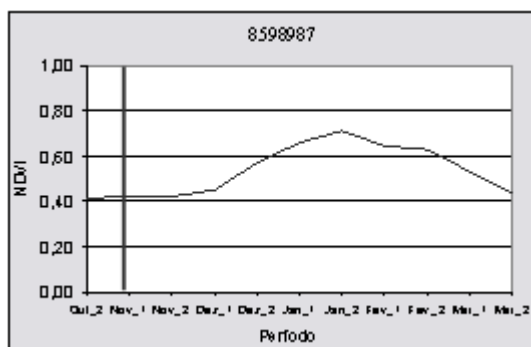
ANEXO A - Perfil temporal do NDVI e data de plantio informada pelo agricultor segurado (barra vertical), para cada proposta de seguro.



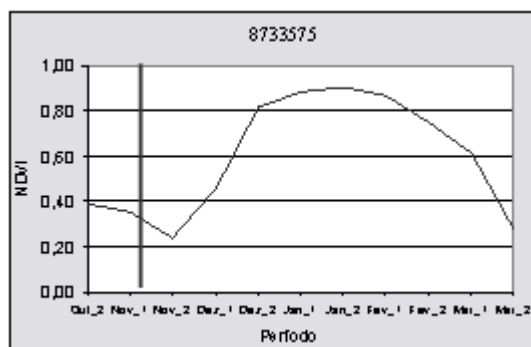
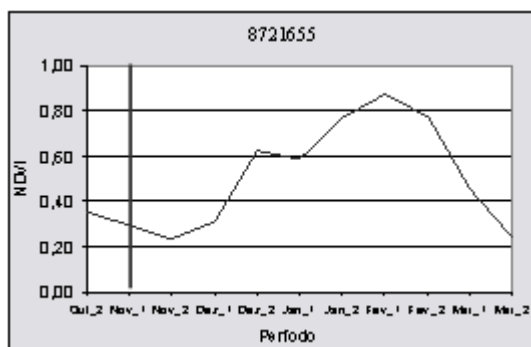
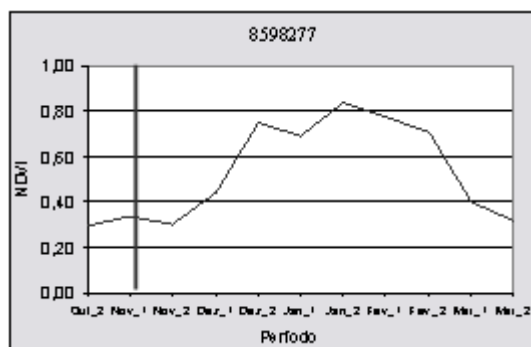
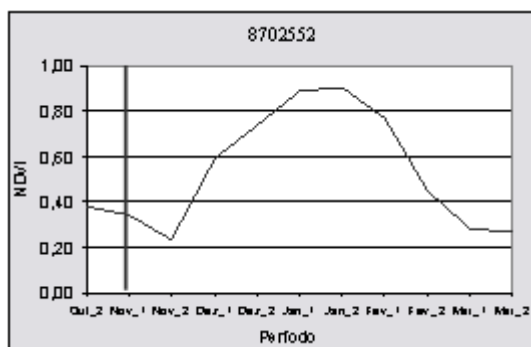
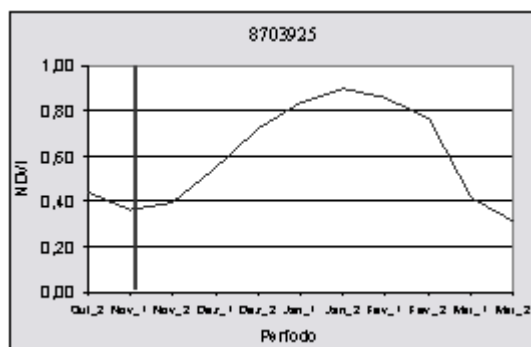
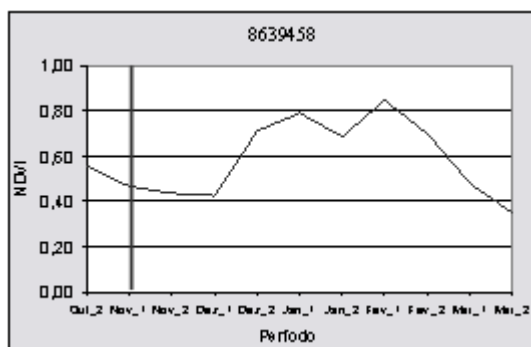
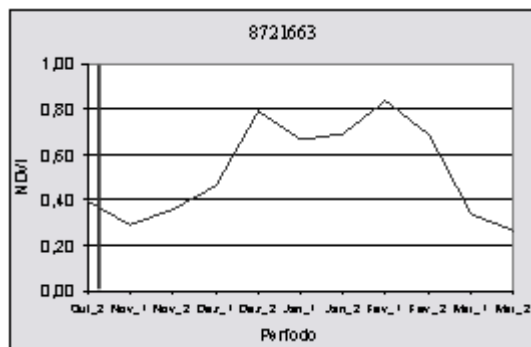
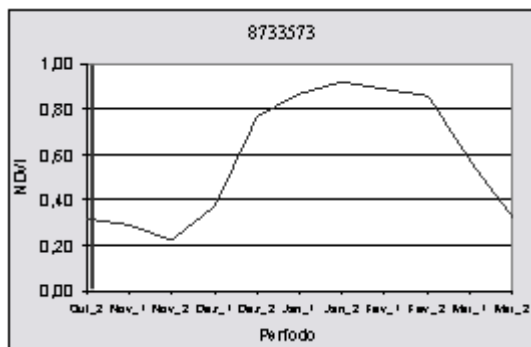
ANEXO A – Continuação.



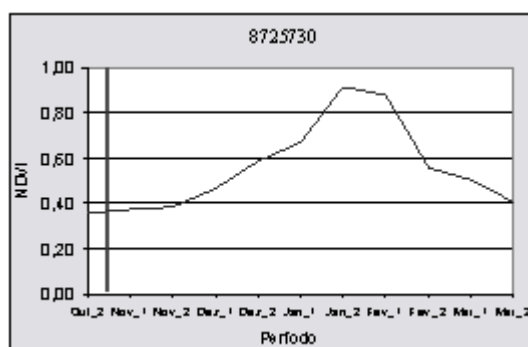
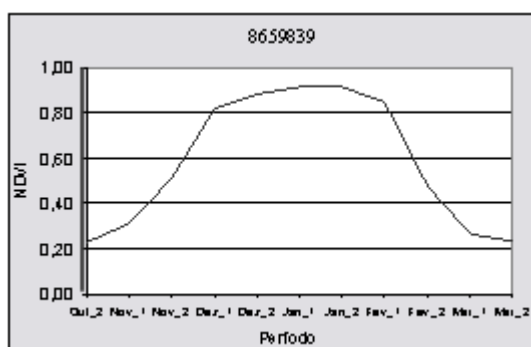
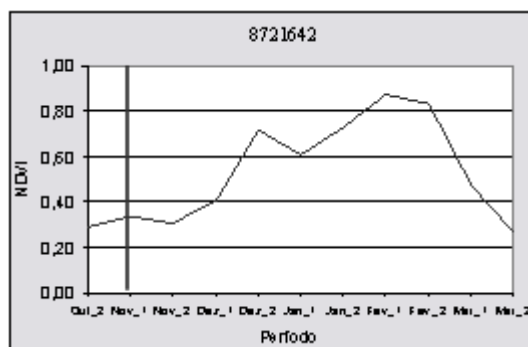
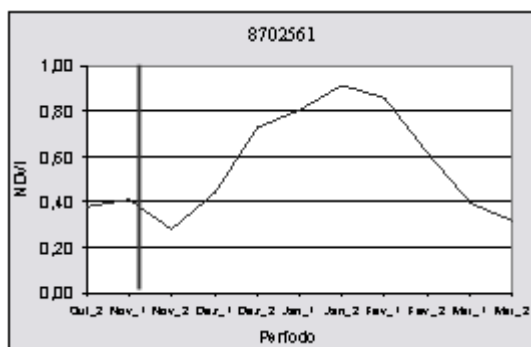
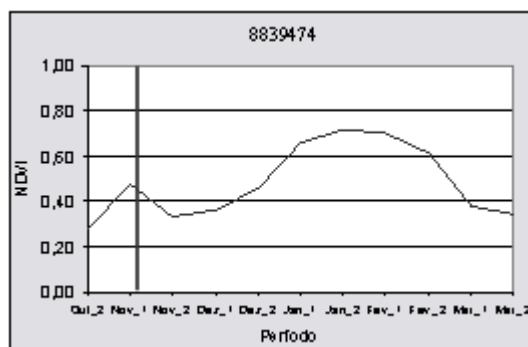
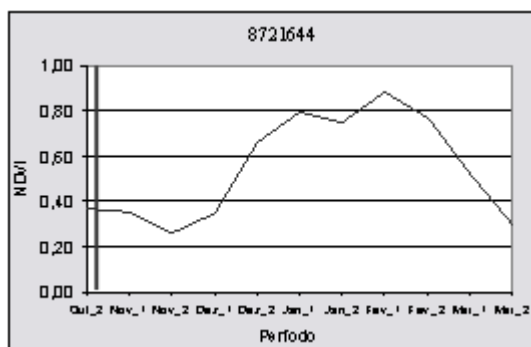
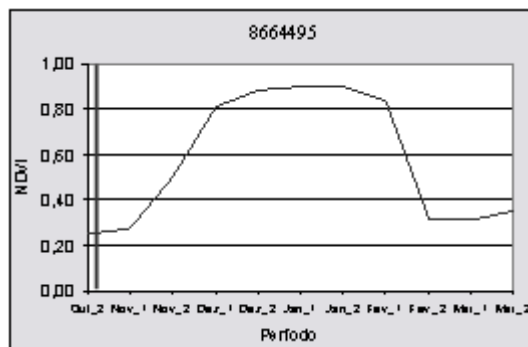
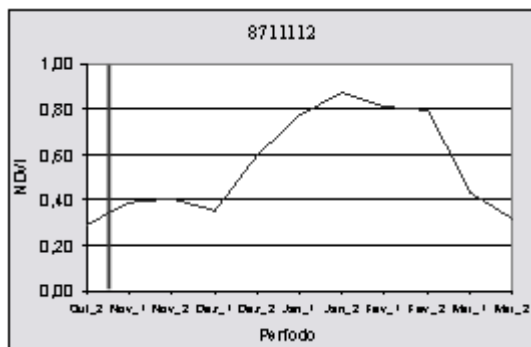
ANEXO A – Continuação.



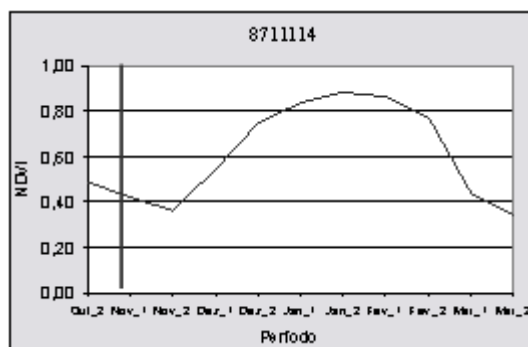
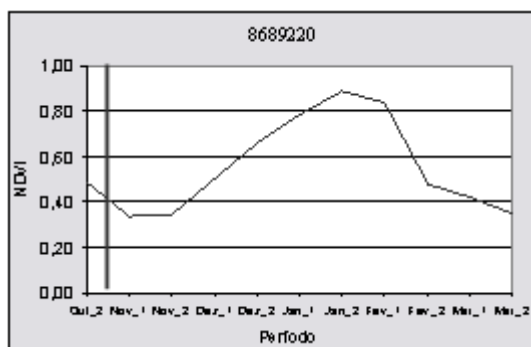
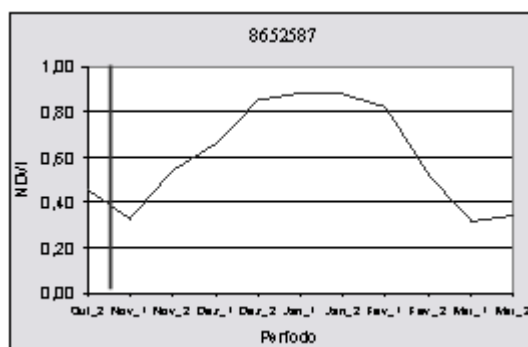
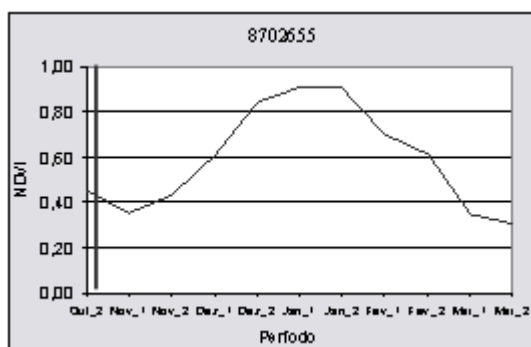
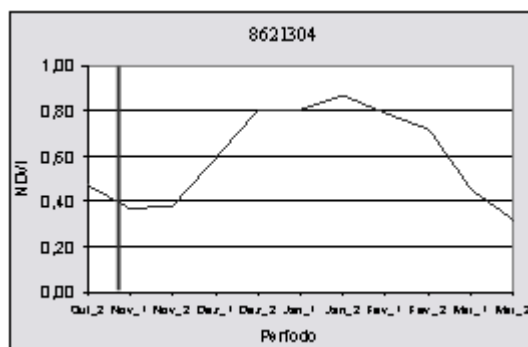
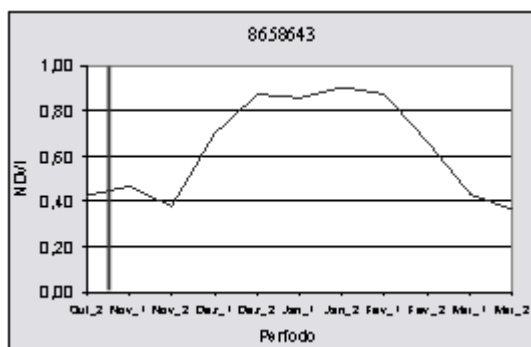
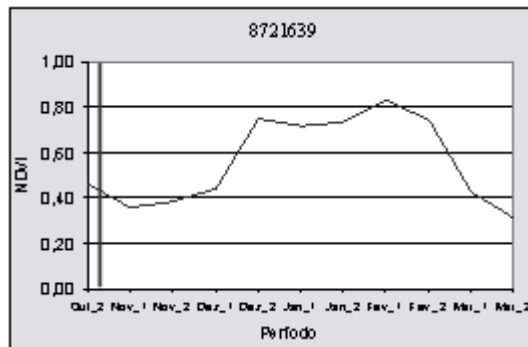
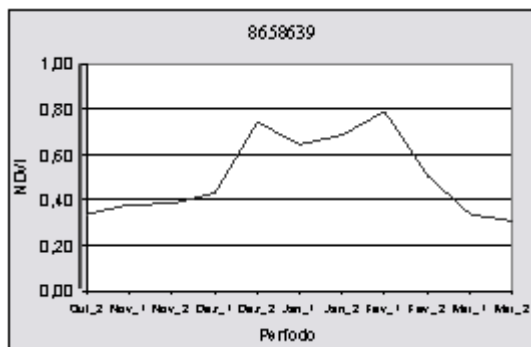
ANEXO A – Continuação.



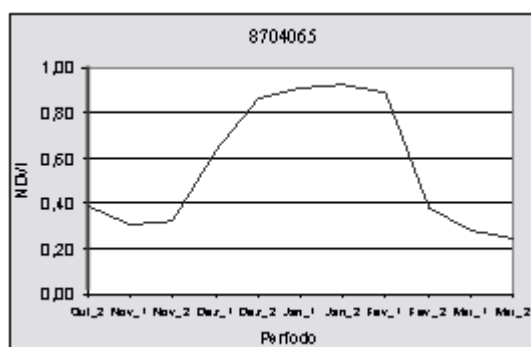
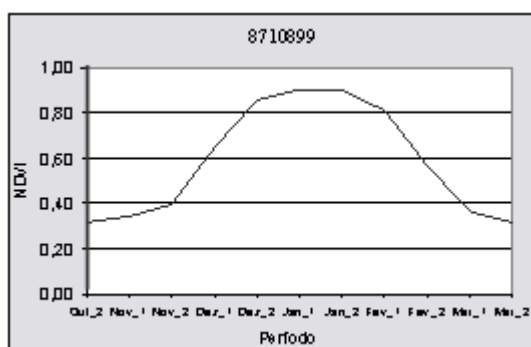
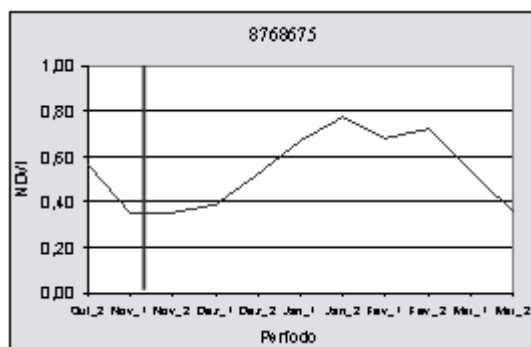
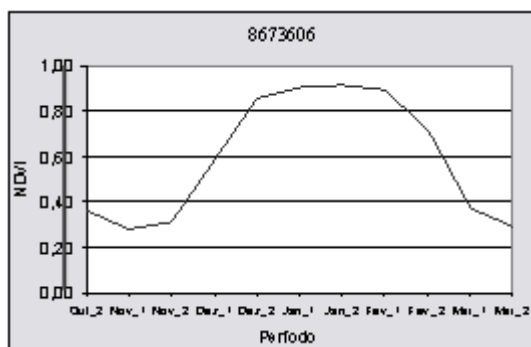
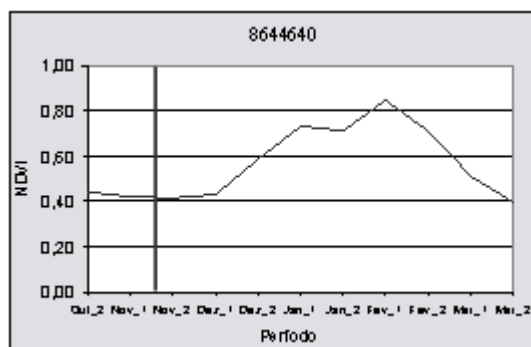
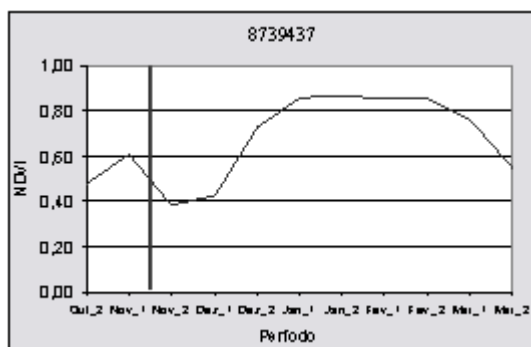
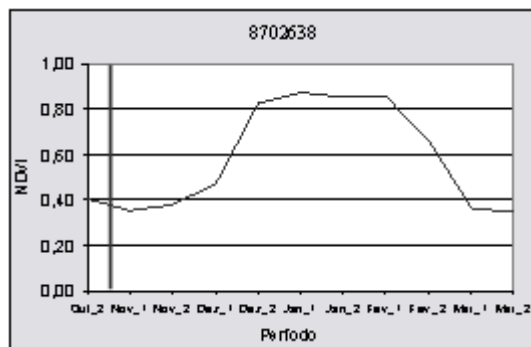
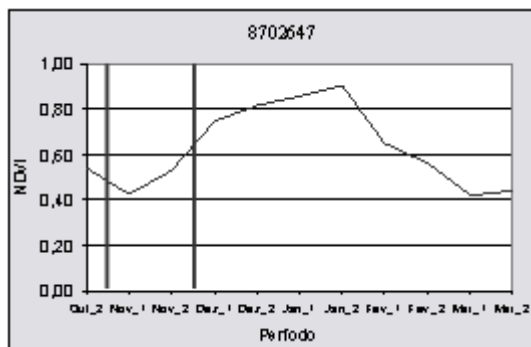
ANEXO A – Continuação.



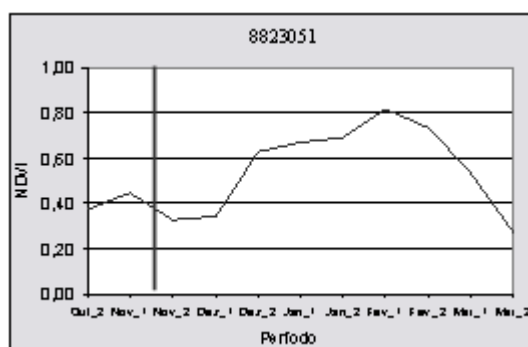
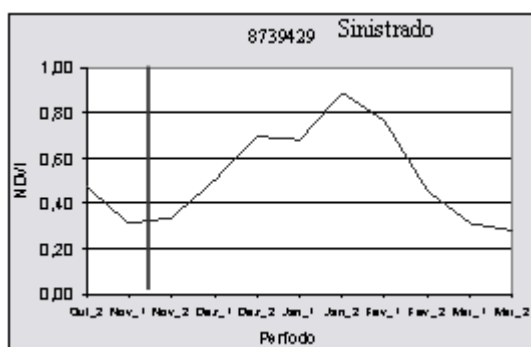
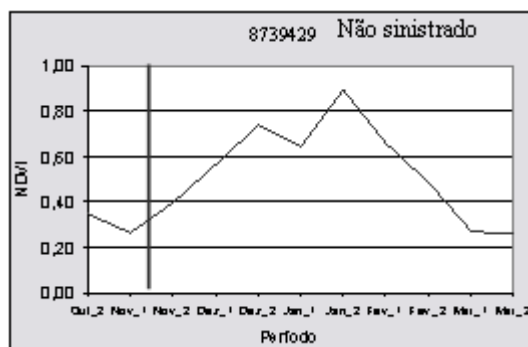
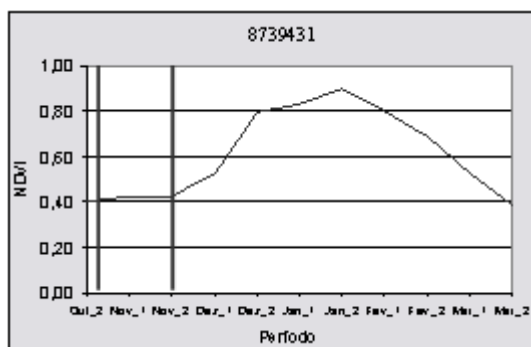
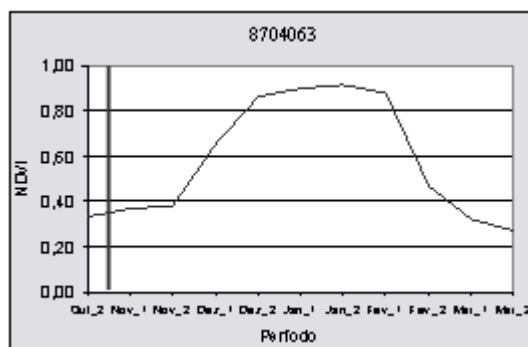
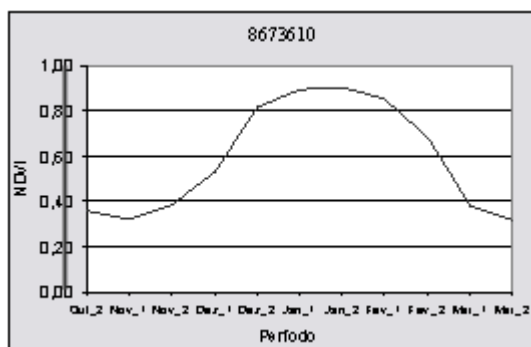
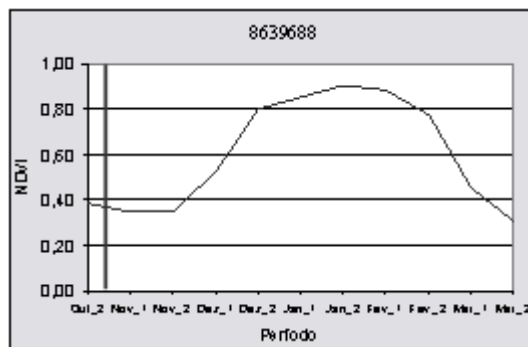
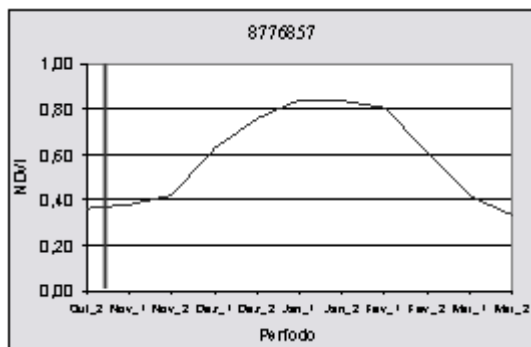
ANEXO A – Continuação.



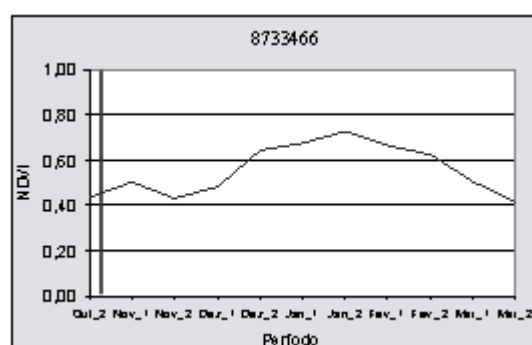
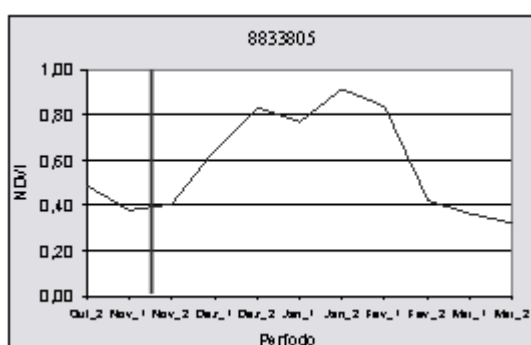
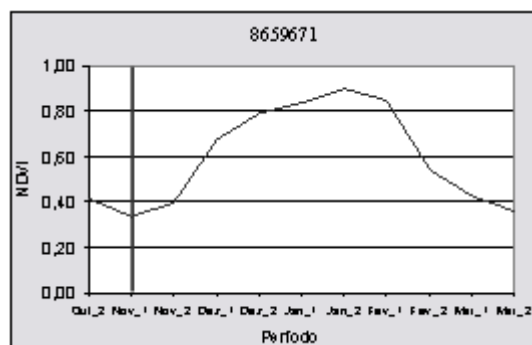
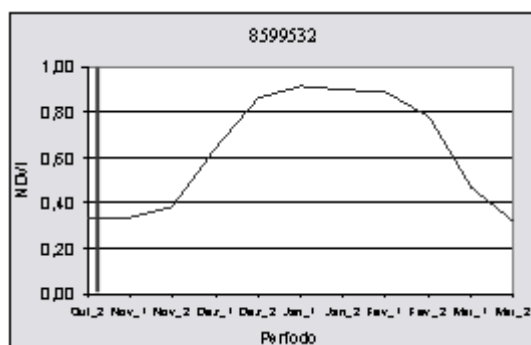
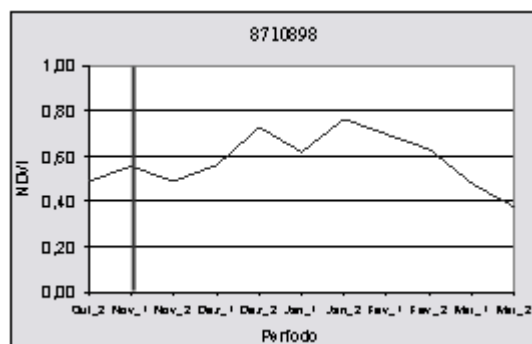
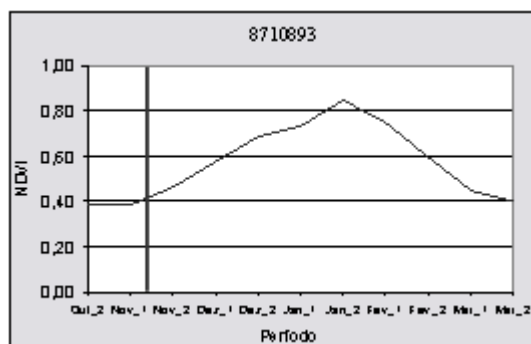
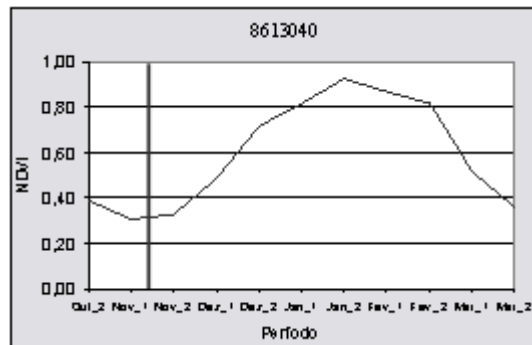
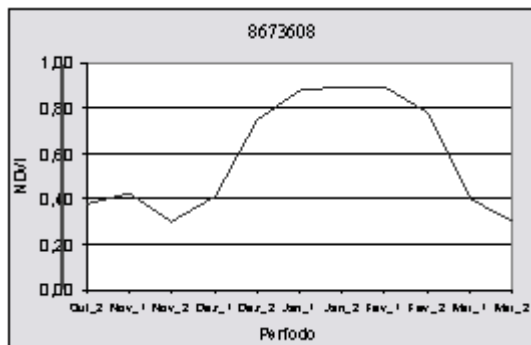
ANEXO A – Continuação.



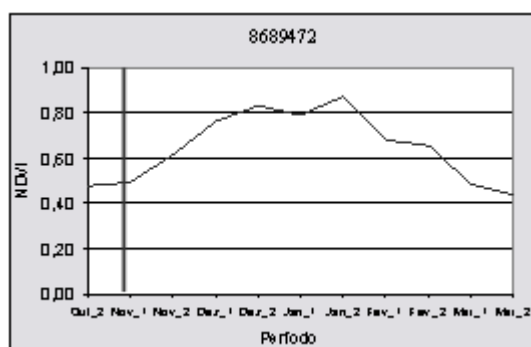
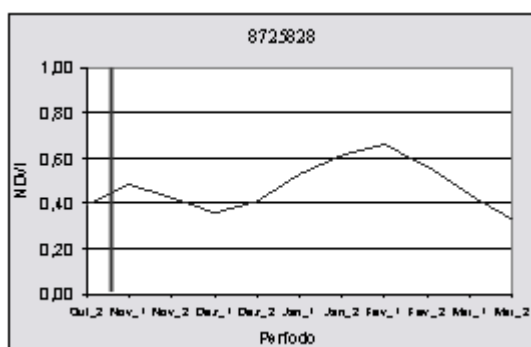
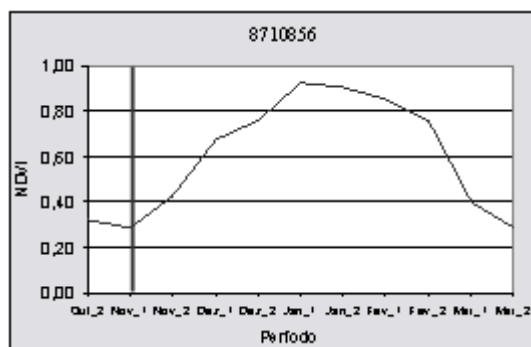
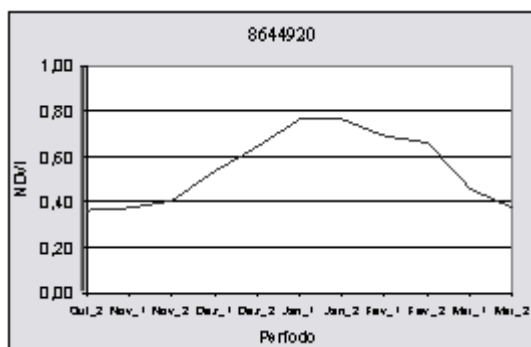
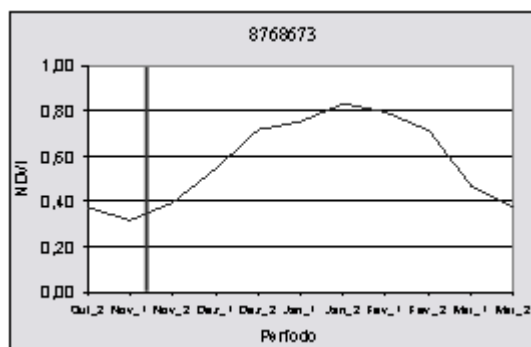
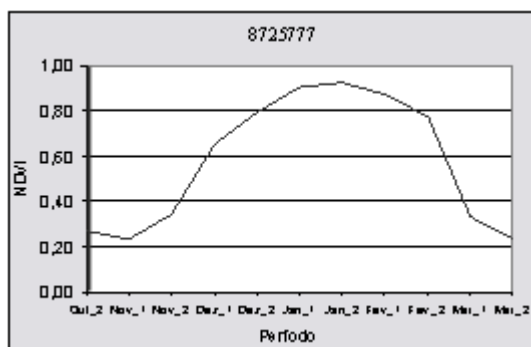
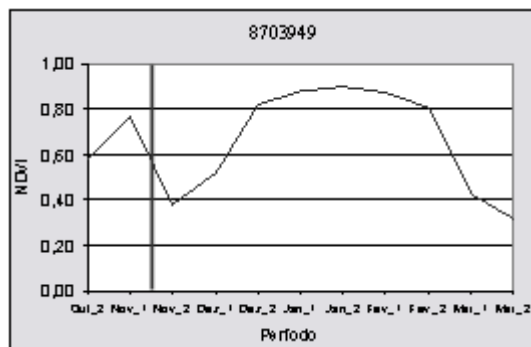
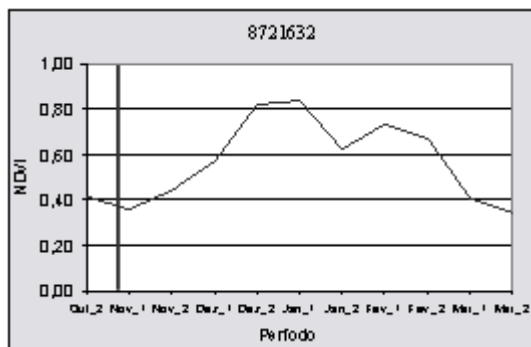
ANEXO A – Continuação.



ANEXO A – Continuação.



ANEXO A – Continuação.



ANEXO B - Número da proposta, área segurada, produtividade segurada, data de plantio, data do aviso do sinistro, produtividade obtida, produtividade modelada pelo AGROGEO e índice de penalização modelado pelo AGROGEO para as lavouras abrangidas no estudo.

Nº proposta	Área segurada	Produtiv. segurada	Data de plantio	Data aviso do sinistro	Produtiv. obtida	Produtiv. AGROGEO	IP AGROGEO
8726163	363	2.030	20/10/2004	09/02/2005	206	1.425	0,37
8839473	232	1.981	10/11/2004	25/02/2005	288	1.456	0,38
8726184*	300	2.231	05/11/2004	22/12/2004	446	1.625	0,41
8673632	112	2.128	28/10/2004	21/02/2005	507	1.719	0,44
8673618	200	2.241	01/11/2004	18/02/2005	601	1.620	0,41
8711044	151	2.100	17/12/2004	07/03/2005	697	1.476	0,38
8703951	150	2.536	24/11/2004	24/02/2005	738	1.494	0,38
8659677	284	2.030	26/10/2004	11/3/2005	772	1.623	0,41
8664476	105	2.450	05/11/2004	07/03/2005	867	1.332	0,34
8626699	240	2.067	28/10/2004	23/02/2005	870	1.252	0,32
8776863	160	1.981	17/11/2004	28/02/2005	882	1.631	0,42
8711092*	145	2.101	02/11/2004	12/11/2004	976	1.498	0,38
8664465	270	2.214	24/10/2004	28/02/2005	978	1.540	0,39
8652546	194	2.489	26/10/2004	21/02/2005	1.004	1.667	0,42
8620697	175	2.149	2/11/2004	24/02/2005	1.010	1.453	0,37
8659679	284	2.030	26/10/2004	11/03/2005	1.022	1.624	0,41
8598987	108	1.890	02-09/11/2004	15/02/2005	1.048	1.252	0,32
8726136	296	1.750	11/11/2004	30/03/2005	1.049	1.455	0,38
8658494	169	2.666	01/11/2004	18/02/2005	1.056	1.727	0,44
8739639	310	2.420	10/11/2004	24/02/2005	1.104	1.456	0,37
8703957	350	2.536	02/11/2004	24/02/2005	1.115	1.400	0,35
8631325	244	2.098	15/11/2004	03/03/2005	1.122	1.389	0,36
8721646	110	2.260	13/11/2004	04/03/2005	1.128	1.627	0,41
8658641	436	2.209	25/10/2004	24/02/2005	1.134	1.623	0,41
8733573	139	2.268	25/10 e 5/11/2004	09/03/2005	1.134	1.620	0,41
8721663	177	2.260	28/10/2004	04/03/2005	1.140	1.627	0,41
8639458	202	2.151	08/11/2004	21/02/2005	1.144	1.806	0,46
8703925	240	2.123	10/11/2004	22/2/2005	1.145	1.656	0,42
8702552	258	1.990	10/11/2004	01/03/2005	1.161	1.729	0,44
8598277	100	2.123	06/11/2004	03/03/2005	1.172	1.666	0,42

ANEXO B - Continuação.

Nº proposta	Área segurada	Produtiv. segurada	Data de plantio	Data aviso do sinistro	Produtiv. obtida	Produtiv. AGROGEO	IP AGROGEO
8721655	215	2.260	08/11/2004	04/03/2005	1.180	1.627	0,41
8733575	144	2.268	09/11/2004	09/03/2005	1.182	1.623	0,41
8664495	118	2.045	27/10/2004	11/02/2005	1.184	1.814	0,47
8711112	350	2.130	01/11/2004	22/02/2005	1.184	1.626	0,41
8721644	237	2.260	28/10/2004	04/03/2005	1.200	1.627	0,41
8839474	232	1.981	10/11/2004	25/02/2005	1.219	1.456	0,38
8702561	258	2.100	10/11/2004	01/03/2005	1.247	1.729	0,44
8721642	100	2.260	07/11/2004	04/03/2005	1.256	1.627	0,41
8659839	112	2.519	21/10/2004	24/02/2005	1.288	1.814	0,47
8725730	266	1.827	02/11/2004	16/02/2005	1.315	1.734	0,44
8658639	318	1.925	19/10/2004	24/02/2005	1.320	1.630	0,41
8721639	145	2.260	29/10/2004	04/03/2005	1.320	1.627	0,41
8658643	436	2.207	25/10 e 05/11/2004	24/02/2005	1.359	1.623	0,41
8621304	222	2.429	03/11/2004	01/03/2005	1.401	1.477	0,37
8702655	380	2.100	25/10/2004	28/02/2005	1.406	1.619	0,41
8652587	202	2.135	01/11/2005	21/02/2005	1.415	1.803	0,46
8689220	363	1.944	02/11/2004	01/03/2005	1.459	1.645	0,42
8711114	238	1.831	05/11/2004	28/02/2005	1.476	1.619	0,41
8702647	260	2.396	01-30/11/04	18/02/2005	1.482	1.422	0,37
8702638	191	2.107	01/11/2004	07/03/2005	1.525	1.456	0,38
8739437	237	2.135	15/11/2004	11/03/2005	1.525	1.654	0,42
8644640	399	2.037	18/11/2004	07/03/2005	1.542	1.482	0,39
8673606	234	2.345	16/10/2004	22/02/2005	1.558	1.454	0,37
8768675	175	2.338	13/11/2004	07/03/2005	1.661	1.273	0,32
8710899	250	2.310	21/10/2004	01/03/2005	1.677	1.783	0,45
8704065	351	2.455	21/10/2004	21/2/2005	1.677	1.719	0,44
8776857	256	1.995	30/10/2004	04/03/2005	1.746	1.475	0,38
8639688	150	2.200	29/10/2004	21/02/2005	1.749	1.622	0,41
8673610	152	2.149	16/10/2004	22/02/2005	1.756	1.201	0,31
8704063	278	2.646	03/11/2004	18/02/2005	1.799	1.719	0,44
8739431	237	2.135	31/10 e 21/11/2004	01/03/2005	1.824	1.654	0,42
8739429	195	2.193	15/11/2004	09/03/2005	1.852	1.542	0,39
8739429	195	2.193	15/11/2004	09/03/2005	1.852	1.293	0,33
8823051	218	1.862	10-18/11/2004	16/02/2005	1.860	1.627	0,41

ANEXO B - Continuação.

Nº proposta	Área segurada	Produtiv. segurada	Data de plantio	Data aviso do sinistro	Produtiv. obtida	Produtiv. AGROGEO	IP AGROGEO
8673608	152	2.149	16/10/2004	22/02/2005	1.870	1.454	0,37
8613040	169	1.836	18/11/2004	28/02/2005	1.901	1.828	0,47
8710893	271	2.100	14/11/2004	22/02/2005	1.929	1.605	0,40
8710898	145	2.310	09/11/2004	01/03/2005	2.042	1.736	0,44
8599532	200	2.169	25/10/2004	23/02/2005	2.053	1.656	0,42
8659671	165	2.135	08/11/2004	02/03/2005	2.110	1.717	0,44
8833805	185	1.950	18/11/2004	21/02/2005	2.138	1.830	0,47
8733466	200	2.141	27/10/2005	15/02/2005	2.140	1.499	0,38
8721632	105	2.055	04/11/2004	22/02/2005	2.160	1.627	0,41
8703949	340	2.536	17/11/2004	24/02/2005	2.166	1.644	0,42
8725777	143	1.899	24/10/2004	22/02/2005	2.280	1.612	0,41
8644920	180	2.338	20/10/2004	28/02/2005	2.324	1.273	0,32
8768673	180	2.338	12/11/2004	28/02/2005	2.324	1.273	0,32
8710856	85	1.899	08/11/2004	22/02/2005	2.460	1.612	0,41
8725828	350	2.119	03/11/2004	07/03/2005	2.521	1.478	0,38
8689472	186	2.420	06/11/2004	22/02/2005	2.580	1.614	0,41

*Granizo.

PUBLICAÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS EDITADAS PELO INPE

Teses e Dissertações (TDI)

Teses e Dissertações apresentadas nos Cursos de Pós-Graduação do INPE.

Manuais Técnicos (MAN)

São publicações de caráter técnico que incluem normas, procedimentos, instruções e orientações.

Notas Técnico-Científicas (NTC)

Incluem resultados preliminares de pesquisa, descrição de equipamentos, descrição e ou documentação de programa de computador, descrição de sistemas e experimentos, apresentação de testes, dados, atlas, e documentação de projetos de engenharia.

Relatórios de Pesquisa (RPQ)

Reportam resultados ou progressos de pesquisas tanto de natureza técnica quanto científica, cujo nível seja compatível com o de uma publicação em periódico nacional ou internacional.

Propostas e Relatórios de Projetos (PRP)

São propostas de projetos técnico-científicos e relatórios de acompanhamento de projetos, atividades e convênios.

Publicações Didáticas (PUD)

Incluem apostilas, notas de aula e manuais didáticos.

Publicações Seriadas

São os seriados técnico-científicos: boletins, periódicos, anuários e anais de eventos (simpósios e congressos). Constam destas publicações o Internacional Standard Serial Number (ISSN), que é um código único e definitivo para identificação de títulos de seriados.

Programas de Computador (PDC)

São a seqüência de instruções ou códigos, expressos em uma linguagem de programação compilada ou interpretada, a ser executada por um computador para alcançar um determinado objetivo. São aceitos tanto programas fonte quanto executáveis.

Pré-publicações (PRE)

Todos os artigos publicados em periódicos, anais e como capítulos de livros.