

USO DE IMAGENS MULTITEMPORAIS DO IVDN PARA A ANÁLISE DA DINÂMICA DE USO AGRÍCOLA DA TERRA UTILIZANDO GVSIG, MUNICÍPIO DE DERRUBADAS, RS,

*Antonio Carlos Leite de Borba

**Volnei Marin Righi

***Fábio André Eickhoff

RESUMO

Este trabalho apresenta uma metodologia para análise da dinâmica de uso agrícola das terras, especialmente a rotação das lavouras de inverno, como as culturas de trigo (*Triticum aestivum* L.), aveia (*Avena sativa* L.) e azevém (*Lolium perenne* L.) e lavouras de verão, como soja (*Glycine max* L.) e milho (*Zea mays* L.). A área de estudo compreende o município de Derrubadas, localizado na região fisiográfica do Alto Uruguai no Rio Grande do Sul. A interpretação da dinâmica das lavouras de inverno e verão foi realizada utilizando uma composição colorida multitemporal do Índice de Vegetação de Diferença Normalizada (IVDN), com todo pré-processamento e processamento realizados no software livre gvSIG 1.9. As imagens do sistema Landsat 5 TM obtidas para as datas de 20/08/2010, 08/11/2010 e 27/01/2011, correspondentes a diferentes fases de desenvolvimento das lavouras de soja e milho, e parte do ciclo das lavouras de inverno, possibilitaram gerar uma grade interpretativa da dinâmica de sucessão agrícola das áreas. As imagens foram registradas ao sistema cartográfico UTM 22S – WGS 84 e então geradas as imagens do IVDN. Com os índices de vegetação processados, foi elaborada uma composição colorida multitemporal, associando cada imagem do IVDN nas três datas a cada uma das três cores primárias. Este método permitiu diferenciar visualmente as áreas ocupadas pelas lavouras de inverno (trigo e pastagens de inverno), soja e milho, permitindo observar a dinâmica de sucessão na ocupação das áreas agrícolas e contribuindo para qualificar a estimativa de áreas plantadas com as culturas de milho e soja para o município de Derrubadas, RS.

Palavras chaves: Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (IVDN); composição colorida multitemporal; lavouras de inverno e verão.

*Engenheiro Florestal, Msc. Sensoriamento Remoto e Meteorologia, Técnico Científico da EMATER/RS-ASCAR

**Engenheiro Agrônomo, Assistente Técnico de Geoprocessamento da EMATER/RS-ASCAR, Regional Ijuí

***Engenheiro Agrônomo, Extensionista Rural da EMATER/RS-ASCAR, Escritório Municipal de Derrubadas

1. INTRODUÇÃO

A previsão de safra e de áreas de plantio de culturas utilizando ferramentas como os sistemas de informação geográfica (SIG) e imagens de sensoriamento remoto apresentam um histórico de desenvolvimento no Brasil de aproximadamente três (3) décadas.

Inicialmente com a cultura da cana-de-açúcar na safra 1979/80 (MENDONÇA, et al., 1981 apud RUDORFF & MOREIRA, 2002), onde o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) através da interpretação visual de imagens do sistema Landsat MSS gerou estimativas de área plantada para o Estado de São Paulo.

Em seguida para a cultura do arroz irrigado o Instituto Riograndense do Arroz (IRGA) através de convênio firmado com o INPE em 1980, iniciaram estudos de previsão de áreas para essa cultura, também utilizando imagens do sistema Landsat MSS abrangendo

os principais municípios produtores no RS segundo RUDORFF & MOREIRA, 2002.

Na última década podemos citar o trabalho da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) junto ao Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia (CEPSRM) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) na previsão de safra e de área de efetivo plantio de soja na maior região produtora da leguminosa no Rio Grande do Sul entre 1998 e 1999, cujo trabalho foi estendido para uma área compreendendo cerca de 50 % da área cultivada de soja no Brasil a partir da safra 1999/2000 (FONTANA et. al., 2000).

A EMATER/RS-ASCAR, empresa de assistência técnica e extensão rural oficial do Estado do Rio Grande do Sul, que presta serviços nestas áreas para a Secretaria Estadual da Agricultura, Pecuária e Agronegócio (SEAPA/RS), desenvolve o levantamento da área plantada em cada safra agrícola através de entrevistas com entidades representativas da cadeia

produtiva, como cooperativas, sindicatos de trabalhadores rurais e agricultores.

Neste trabalho estamos propondo o mapeamento da dinâmica de uso agrícola das terras na safra 2010/2011 no município de Derrubadas, RS, utilizando imagens de sensoriamento remoto e SIG, com ênfase para a análise da dinâmica de sucessão de lavouras de inverno e verão e a diferenciação das áreas plantadas com soja e milho utilizando imagens do satélite Landsat 5 TM e SIG.

Deve-se destacar o problema da disponibilidade de imagens livre de nuvens, com vistas a permitir a avaliação da evolução das culturas anuais, necessitando de uma série temporal em um curto período de tempo desde o plantio, desenvolvimento, maturação, senescência e colheita das culturas.

O objetivo específico deste trabalho é avaliar a utilização de uma composição colorida multitemporal do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (IVDN) para avaliar a dinâmica de uso agrícola das terras e a diferenciação das lavouras de soja e milho no município de Derrubadas no Rio Grande do Sul, para a safra 2010/11, utilizando o software livre gvSIG 1.9.

2. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo se localiza na região fisiográfica do Alto Uruguai do Rio Grande do Sul, no município de Derrubadas. Esta região se caracteriza por apresentar duas paisagens distintas e que condicionam dois modos de agricultura. A paisagem de encosta e margem do Rio Uruguai, caracterizada por pequenas propriedades e agricultura familiar, altamente diversificada. E a paisagem de planalto, com propriedades maiores e agricultura com foco nas *commodities* e maior especialização (2 ou 3 produtos, soja, milho e trigo).

O município de Derrubadas apresenta uma população de 3.190 habitantes segundo o IBGE, ocupando uma área de 361 Km² localizada na área do bioma Mata Atlântica (IBGE, 2011).

Na Figura 1 apresentamos o mapa de localização do município de Derrubadas.

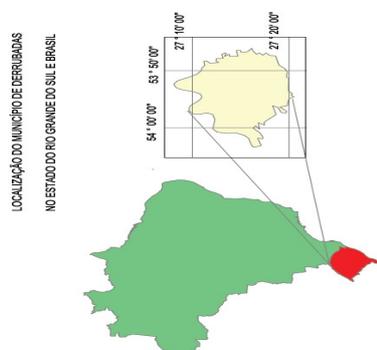


Fig. 1 – Localização do município de Derrubadas - RS

As áreas destinadas a lavouras temporárias

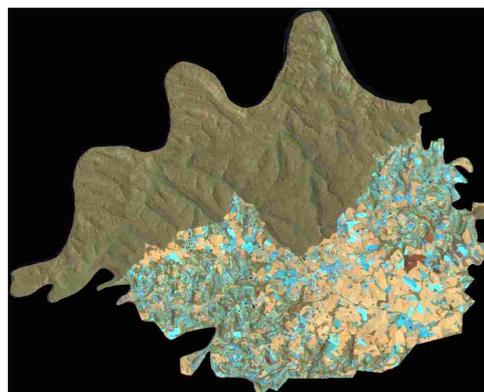
somam 9.200 hectares perfazendo um total de 879 propriedades rurais (IBGE, 2011). No ano de 2007 a área plantada com a cultura do milho era de 1.900 hectares e a cultura da soja apresentava 8.800 hectares (IBGE, 2011).

Os solos predominantes no município são derivados do basalto, principalmente Latossolo Vermelho Distrófico e Nitossolo Vermelho, ambos com boa aptidão agrícola, nas áreas de planalto com relevo ondulado a suave ondulado. Nas áreas de encosta ocorrem solos da associação Neossolo Regolítico Eutrófico, Chernossolo Argilúvico e Cambissolo Háplico Eutrófico e ainda nas áreas marginais do Rio Uruguai Luvisso Háplico (EMBRAPA, 2006).

Segundo a classificação climática de Köppen a região apresenta clima do tipo “Cfa” mesotérmico úmido, caracterizando-se por apresentar a temperatura média do mês mais quente superior a 22°C e a temperatura média do mês mais frio superior a 3°C, com chuvas bem distribuídas durante todos os meses do ano. A precipitação média anual é de 1800 mm, havendo a ocorrência de geadas no inverno (MORENO 1961).

O sistema de produção se baseia na rotação de culturas com cereais como trigo (*Triticum aestivum* L.) e pastagens de inverno como aveia (*Avena sativa* L.) e azevém (*Lolium perenne* L.), para a bovinocultura de leite, e no verão o cultivo de soja e milho principalmente, através do sistema de plantio direto sobre a palha nas áreas.

Na Figura 2 a seguir, recorte da imagem do município de Derrubadas no Rio Grande do Sul, a grande área contínua em tom marrom é o parque Estadual do Turvo, maior área florestal contínua do



estado do RS.

Fig. 2 – Composição colorida Landsat 5 TM da data de 27/01/2011 das bandas 4, 5 e 7 - RGB

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para melhor entender a metodologia utilizada para análise da dinâmica de uso agrícola das terras através de imagens multitemporais do IVDN, no município de Derrubadas, RS, dividimos esta seção em três etapas: Seleção das imagens Landsat 7 ETM + e Landsat 5 TM; Montagem do projeto no gvSIG,

registro das imagens e processamento digital e interpretação das imagens.

3.1 Seleção das imagens

Inicialmente realizamos a coleta das imagens do sistema Landsat 7 ETM + órbita ponto 223/079 com data de passagem do satélite de 15 de março de 2002, utilizada como base para a referência espacial. Obtida junto ao Global Land Cover Facility, que disponibiliza imagens ortorretificadas do sistema Landsat (GLCF, 2011).

Estas imagens serviram de base para o registro das imagens atuais da região de estudo.

A aquisição das imagens do satélite Landsat 5 TM no Catálogo de Imagens do INPE (INPE, 2011) ocorreu diretamente no site permitindo uma cobertura ao das principais fases de desenvolvimento das culturas de soja e milho, e parte da cultura do trigo e pastagens plantadas de inverno.

Com a finalidade de avaliar as datas possíveis para a aquisição das imagens Landsat 5 TM foi considerado o Zoneamento Agrícola do Ministério da Agricultura e Abastecimento (MAPA, 2010) e o histórico de plantio das culturas de milho e soja para a região.

Para o município de Derrubadas, de acordo o Zoneamento Agrícola o início do período para plantio da cultura do milho ocorre a partir do 2º descêndio do mês de agosto até o 2º descêndio do mês de janeiro, para as diferentes cultivares e tipos de solos.

Entretanto, do histórico regional se observa que entre os meses de agosto a outubro ocorre a semeadura de grande parte das lavouras de milho na região do Alto Uruguai.

Para a cultura da soja o Zoneamento Agrícola estabelece uma amplitude de épocas para plantio a partir do 1º descêndio do mês de outubro até o 3º descêndio de dezembro.

No entanto, o histórico mostra que a maior parte das lavouras são semeadas em novembro e início de dezembro, dependendo das condições climáticas e das cultivares plantadas.

Para discriminar as culturas de milho e soja através do método proposto e avaliar a dinâmica de uso agrícola da terra, foram selecionadas imagens com datas de passagem do satélite que cobrissem as diferentes fases de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo das culturas de verão, soja e milho.

Através da seleção de três imagens do satélite Landsat 5 TM correspondentes às datas de 20 de agosto de 2010 (data 1), 08 de novembro de 2010 (data 2) e 27 de janeiro de 2011 (data 3), identificadas pela órbita ponto 223/029 de acordo a grade Landsat TM.

3.2 Montagem do projeto e registro das imagens

De posse das imagens Landsat 7 ETM +, utilizada como referência cartográfica, e as imagens do satélite Landsat 5 TM das três datas, foi criado um

projeto no software gvSIG 1.9.

Procedendo-se primeiro a carga da imagem do Landsat 7 ETM + no formato Geotiff, usando o sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM), datum horizontal WGS84, para a zona 22 Sul, ou código EPSG 32722.

Logo as imagens do sistema Landsat 5 TM foram registradas com base na imagem do Landsat 7, coletando-se 15, 12 e 17 pontos de controle, respectivamente, para as imagens correspondentes as datas de 20/08/10, 08/11/10 e 27/01/11, com Erros Médios Quadráticos (EMQ) de 0.788, 0.775 e 0.879, respectivamente.

Foram importadas todas as bandas disponíveis do satélite Landsat 5 TM, exceto as imagens da banda 6. Sendo processadas o registro para cada uma das bandas e posteriormente utilizadas somente as bandas 3 e 4 de cada imagem para processamento do IVDN.

3.3 Processamento e interpretação visual das imagens

Com o projeto no gvSIG formado, contendo as imagens de três datas da área de estudo do sistema Landsat 5 TM, além da imagem de referência do Landsat 7 ETM +, foi realizado o processamento do índice de vegetação.

O IVDN considera o comportamento espectral da vegetação nas faixas do vermelho (TM3) e do infravermelho (TM4) do espectro eletromagnético (EEM) para a determinação do vigor da vegetação (ROUSE et. al., 1974). Através da razão entre a diferença e a soma das imagens no infravermelho próximo e no vermelho, resultam numa imagem onde as tonalidades mais claras (números digitais mais elevados, próximos a 255 em imagens de 8 bit) denotam uma maior densidade de biomassa verde e maior área foliar na vegetação e as áreas mais escuras (números digitais mais baixos, próximos a 0) mostram áreas sem vegetação ou com menor densidade de biomassa verde e área foliar.

Na fórmula abaixo podemos visualizar a equação de cálculo do IVDN para o sistema Landsat 5 TM:

$$IVDN = \frac{(TM4 - TM3)}{(TM4 + TM3)} \quad (1)$$

Para cada imagem nas diferentes datas, correspondentes a diferentes estágios das culturas, foram gerados os IVDN1 (20/08/10), IVDN2 (08/11/10) e IVDN3 (27/01/11).

Para o processamento dos índices de vegetação foi utilizada o software Sextante em Vegetation Indices de forma a obter a imagem do IVDN.

Em seguida, foi aplicado um realce de contraste nas imagens de IVDN correspondentes às diferentes datas de imageamento e empregadas na elaboração da composição colorida.

A imagem IVDN1, da imagem obtida em 20/08/2010 associada a cor Azul (Blue), IVDN2 obtida em 08/11/2010 associada a cor Verde (Green), e IVDN3 obtida em 27/01/2011 associada a cor Vermelha (Red), para o município de Derrubadas como apresentado na Figura 3.

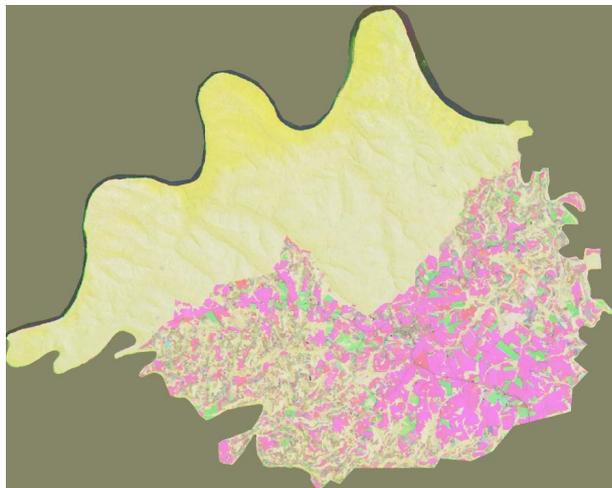


Fig. 3 – Composição colorida IVDN multitemporal (B - IVDN1; G - IVDN2; R - IVDN3) município de Derrubadas

A partir da composição colorida IVDN multitemporal foi realizada a interpretação da imagem buscando correlacionar as cores resultantes da composição com o estágio de desenvolvimento vegetativo das culturas de milho e soja, e trigo e pastagem de inverno, ao longo das três datas de coleta das imagens.

4. RESULTADOS

4.1 Interpretação do comportamento das culturas e dinâmica de uso da terra na composição multitemporal do IVDN

Para o entendimento dos resultados da fotointerpretação da composição multitemporal do IVDN deve-se identificar o comportamento das culturas de interesse nos índices de vegetação em cada data de obtenção da imagem estudada.

Dessa forma através da observação *in loco* pelos técnicos da EMATER/RS das atividades de manejo, desde a semeadura, tratamentos culturais, até a colheita, observamos que as áreas com os menores valores digitais representam os corpos d'água, as áreas urbanizadas e as áreas de solo exposto para todas as imagens de índices de vegetação, IVDN1, IVDN2 e IVDN3.

Para a imagem do IVDN1, data de 20/08/2010, as áreas apresentando o solo exposto representam as áreas onde ocorre o plantio do milho, considerando o Zoneamento Agrícola e o histórico de implantação da cultura na região.

As áreas com valores digitais mais elevados

mostram áreas onde as culturas de inverno, como trigo e pastagens de inverno, estão na fase reprodutiva. Também as áreas de vegetação perene, como áreas de fruticultura, reflorestamento, áreas de pastagens perenes (“potreiros”), e matas nativas, apresentam valores digitais intermediários e aparecem com tons médios no IVDN1, mostrando o momento de retomada do crescimento após período de estacionalidade, onde o crescimento se reduziu ou mesmo cessou.

A Figura 4 mostra em detalhe a imagem do IVDN1, correspondente a data de 20/08/2010.

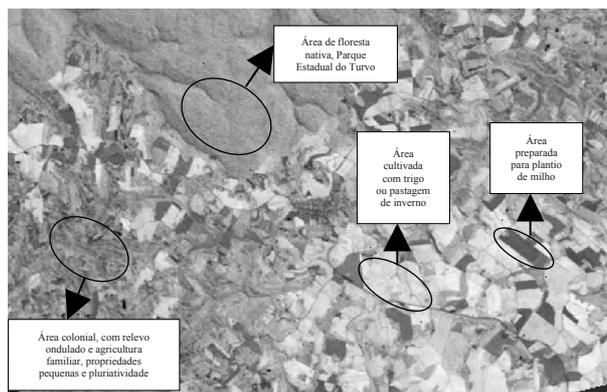


Fig. 4 – Detalhe da imagem do IVDN1 – 20/08/2010

A imagem do IVDN2 corresponde à data de 08/11/2010 e apresenta as áreas com tonalidades claras e médias correspondendo às áreas de milho estabelecidas e em desenvolvimento vegetativo, além das áreas com vegetação perene, como as florestais nativas, reflorestamento, fruticultura e as áreas de potreiros (pastagens perenes).

As áreas com tonalidade variando de clara a média correspondem a diferentes estágios de desenvolvimento da cultura do milho.

As áreas com tonalidade escura, na imagem do IVDN2, correspondem às áreas onde o solo está sendo preparado para o plantio da soja.

A Figura 5 mostra em detalhe a imagem do IVDN2, correspondente a data de 08/11/10.

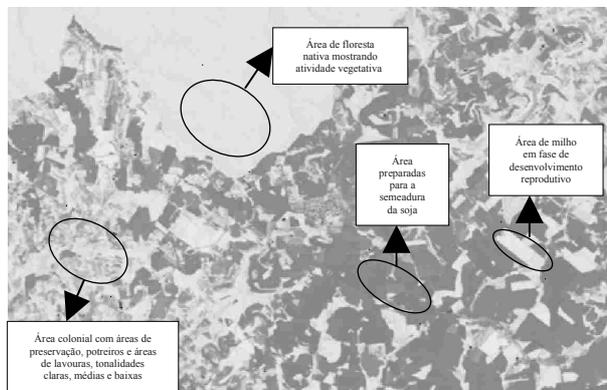


Fig. 5 – Detalhe da imagem do IVDN2 – 08/11/2010

A imagem do IVDN3 corresponde à data de 27/01/2011 na qual as áreas claras apresentam as lavouras de soja em estágio reprodutivo, com o enchimento de grão, apresentando maior verdor e também as áreas de vegetação perene florestal, frutíferas e potreiros.

A tonalidade escura nesta imagem indica áreas onde já se inicia a colheita do milho.

A Figura 6 mostra em detalhe a imagem do IVDN3, correspondente a data de 27/01/2011.

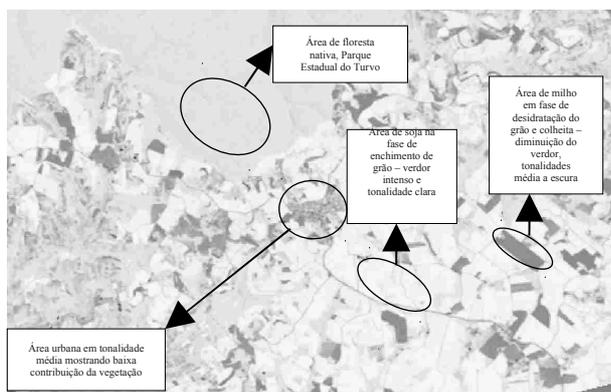


Fig. 6 – Detalhe da imagem do IVDN3 – 27/01/2011

A imagem colorida associando às imagens IVDN1 a cor azul (B), a IVDN2 a cor verde (G) e a IVDN3 a cor vermelha (R), possibilita a distinção visual entre as culturas e indica a dinâmica das culturas de inverno e verão, devido às cores formadas na composição colorida multitemporal dos índices de vegetação.

Dessa forma as áreas que aparecem em tonalidades de vermelho, até o magenta, são áreas de lavouras de soja, visto que a imagem de 27/01/2011 apresenta a soja no máximo de vigor vegetal. Dessa forma o índice de vegetação gerado para esta data e associado à cor vermelha (R) na composição colorida multitemporal, evidencia as áreas dessa cultura.

As áreas na cor vermelha mostram que a dinâmica de sucessão de lavouras nessa área foi de pousio (área sem cobertura vegetativa) e em seguida soja. Na imagem IVDN1 de 20/08/2010, estas áreas apresentam uma aparência de tonalidade escura.

As áreas na cor magenta (maior parte da imagem) a dinâmica mostra a sucessão da lavoura de inverno, seja trigo ou pastagem (aveia, azevém), para soja.

As áreas na cor magenta mostram que a cultura de inverno na imagem do IVDN1 apresenta-se em estágio de enchimento do grão e posterior sucessão pela lavoura de soja, com a imagem IVDN2 mostrando tonalidade escura devido a sementeira da soja e a imagem IVDN3 com intensa atividade de enchimento de grão.

Já as áreas em tons de verde evidenciam as áreas de lavouras de milho, caracterizadas pelo aspecto de solo exposto, durante a sementeira do milho, na

imagem IVDN1, a cultura estabelecida na época do IVDN2, com as plantas em pleno desenvolvimento reprodutivo, e a cultura em estágio de senescência e desidratação de grãos, pré-colheita ou colheita na imagem IVDN3.

As áreas com vegetação perene florestal, potreiros ou fruticultura apresentam tonalidade cinza claro a médio, evidenciando que a contribuição de reflexão da energia incidente é equilibrada nas três datas da composição da imagem colorida do IVDN, mostrando uma dinâmica conservacionista na utilização das terras.

A Figura 7 mostra em detalhe a imagem colorida multitemporal do IVDN, correspondente as três datas de imageamento.

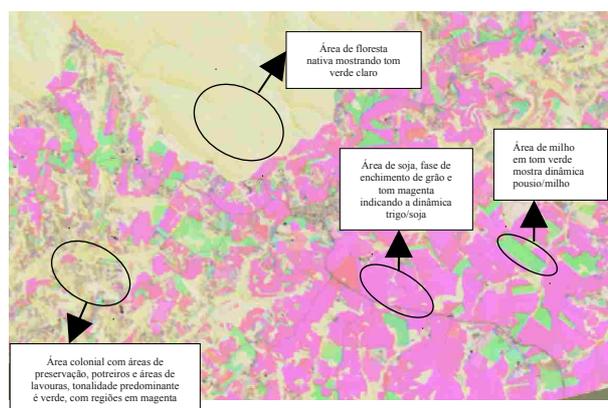


Fig. 7 – Detalhe da imagem colorida do IVDN multitemporal

Dessa forma podemos interpretar da seguinte forma a imagem colorida com os índices de vegetação das três datas:

Tabela 1 – Dinâmica de uso agrícola e tonalidade da imagem colorida multitemporal IVDN

| Dinâmica de uso agrícola das terras | Tonalidade |
|---|-----------------------|
| Pousio / milho | Verde |
| Sem mudança de uso (APP, Parque, Potreiro...) | Verde claro / amarelo |
| Pousio / soja | Vermelho |
| Trigo ou aveia ou azevém / soja | Magenta |
| Recurso hídrico | Azul |

5. CONCLUSÕES

A imagem em falsa cor multitemporal obtida das imagens do IVDN para as datas de início da janela de plantio do milho (agosto e setembro principalmente), a época de finalização da colheita das culturas de inverno e plantio da soja (outubro e novembro) e início da colheita da cultura do milho e pleno desenvolvimento da soja (janeiro a março), apresenta grande potencial para uso na discriminação das principais culturas de verão do Estado do Rio Grande do Sul, e apresenta uma possibilidade de avaliação da dinâmica de uso agrícola das terras.

A estratégia possibilita que seja observada a

distribuição espacial e quantificação das áreas das culturas de milho e soja, permitindo-se avaliar as áreas onde houve a substituição da cultura de inverno (trigo, aveia e azevém) pela cultura de verão (soja), observando-se a dinâmica de uso agrícola das terras.

Apesar de milho e soja serem culturas de verão no sul do Brasil, especialmente no Rio Grande do Sul, a estratégia de obterem-se imagens em três datas diferentes, durante uma mesma safra, coincidindo com as fases de plantio do milho, da soja, e colheita do milho, tornou possível a discriminação entre estas duas culturas de verão.

É importante ressaltar que a estratégia de estimativa de áreas e safras agrícolas através de imagens de sensores remotos apresenta a limitação, no caso de sensores óticos, de depender das condições atmosféricas para a época de passagem do satélite, sendo que para este trabalho as condições foram muito boas com imagens de excelente qualidade quanto à cobertura de nuvens.

Portanto a metodologia apresentada demonstrou uma boa aplicabilidade para a discriminação das culturas de milho e soja usando imagens do sistema Landsat TM 5 gratuitamente distribuídas pelo INPE no Brasil, utilizando para o processamento das informações o software livre gvSIG.

A avaliação realizada neste trabalho através da observação visual das imagens, mostrou que para aprimorar as estimativas de áreas plantadas com estas culturas, assim como compreender a dinâmica de rotação ou substituição das culturas, podem ser utilizados recursos gratuitos de sensoriamento remoto, assim como de software livre.

Faz-se, entretanto, necessário complementar a análise através de um método quantitativo, como uma classificação espectral e confrontar o resultado com as verificações de campo (verdade terrestre) para a validação quantitativa da metodologia proposta. Este trabalho está em curso no Núcleo de Cartografia e Geoprocessamento da Gerência Técnica, Gerências Regionais e Escritórios Municipais da EMATER do Rio Grande do Sul.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro, RJ : EMBRAPA Solos, 2006.306 p.

FONTANA, D. C., WEBER, E., DUCATI, J., FIGUEIREDO, D. C., BERLATO, M. A., BERGAMASCHI, H. **Monitoramento e previsão de safras no Brasil**. Porto Alegre, 2000. Disponível em: <<http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/artigos/safras.pdf>>. Acesso em: 21/03/2010.

GLOBAL LAND COVER FACILITY (GLCF). **Landsat GeoCover**. Maryland, 2009. Catálogo. Disponível em: <

<http://glcf.umiacs.umd.edu/data/landsat/>>. Acesso em: 22/04/2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). IBGE Cidades@. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em 18/08/2011.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Catálogo CBERS CCD. São José dos Campos, 2011. Catálogo. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: 14/06/2011.

MENDONÇA, F. J.; LEE, D.C.L.; TARDIN, A.T.; SHIMABUKURO, Y.E.; CHEN, S.C.; LUCHT, L.A.M.; MOREIRA, M.A.; LIMA, A.M.; MAIA, F.C.S. **Levantamento da área canavieira do Estado de São Paulo utilizando dados do Landsat ano safra 1979/80**. São José dos Campos:INPE, mar. 1981. (INPE-2021-RPE/288). Apud: MOREIRA, M.A., RUDORFF, B.F.T. **Sensoriamento Remoto Aplicado à Agricultura**. São José dos Campos: INPE, 2010. 19p. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/vcsr/pdf/capitulo_9.pdf> Acesso em: 12/12/2009.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUARIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Zoneamento Agrícola de Risco Climático. Brasília, 2009. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/portal/page?_pageid=33,1007023&_dad=portal&_schema=PORTAL>. Acesso em: 15/04/2010.

MOREIRA, M.A., RUDORFF, B.F.T. **Sensoriamento Remoto Aplicado à Agricultura**. São José dos Campos: INPE, 2010. 19 p. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/vcsr/pdf/capitulo_9.pdf> Acesso em: 12/12/2009.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Governo do Estado do Rio Grande do Sul, Secretaria da Agricultura, 1961. 41p.

ROUSE, J.W., HAAS, R.H., SCHELL, J.A., DEERING, D.W., HARLAN, J.C. **Monitoring the vernal advancement of retrogradation (greenwave effect) of natural vegetation**. NASA/GSFC, Type III, Final Report, Greenbelt, MD, 1974, 371 p.