



Imagens orbitais e modelos agrometeorológicos como suporte a programas de previsão de safras em escala estadual

Denise Cybis Fontana
UFRGS



Estatísticas oficiais de safras

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística)

www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa

Coleta de dados:

Municipal

Questionário aplicado a técnicos e representantes de
entidades públicas e privadas

Informações complementares (meteorologia, pragas e
doenças, crédito e demanda de insumos)



Previsão de safras

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento)

www.conab.gov.br/conabweb

Participação nas reuniões mensais do GCEA

(Grupo de Coordenação de Estatísticas Agropecuárias)

Colaboração com IBGE (harmonização das estimativas oficiais)

Visitas a municípios selecionados

Dados têm caráter distinto (estoques e de políticas de preços)

Maior agilidade de obtenção e divulgação



Previsão de safras

Carências do método oficial atual:

- Maior rapidez
- Mais objetividade
- Possibilidade de análise de erros
- Localização espacial da produção



Previsão de safras

Experiência GeoSafras/CONAB

- Desenvolvimento de métodos objetivos, precisos, de fácil aplicação e baixo custo
- Incorporação ao sistema oficial

Hipótese:

- Possibilidade de usar imagens orbitais aliadas à modelagem agrometeorológica → escala regional



Previsão de safras

PRODUÇÃO = área cultivada x rendimento
(ha) (kg/ha)



Identificação de culturas
totalização das áreas de cultivo
IMAGENS ORBITAIS

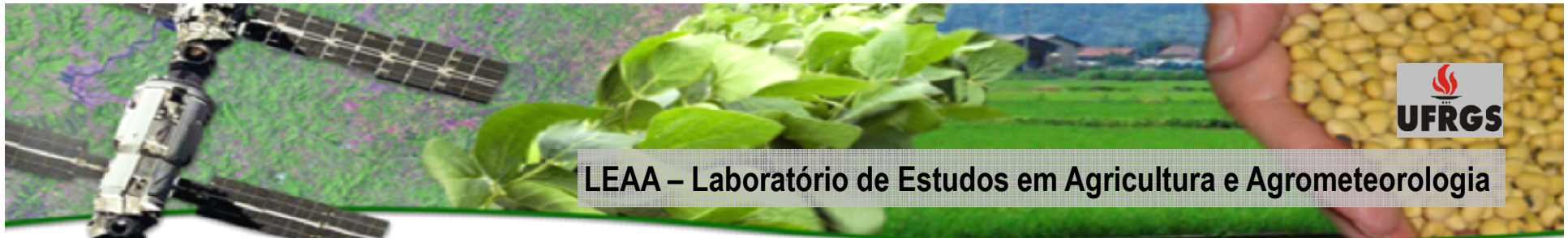
Modelagem agrometeorológica
DADOS METEOROLÓGICOS
IMAGENS ORBITAIS



Imagens Orbitais

*localização e acompanhamento da
evolução dos cultivos*

→ alta resolução temporal ←
→ moderada resolução espacial ←



Imagens MODIS

(Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer)

Sensor a bordo do satélite TERRA – EOS/NASA

Órbita – sol-síncrona, quase-polar

Faixa de varredura: 2.330km

36 bandas espectrais

faixa: 0,405 – 14,385mm

3 Resoluções espaciais

250, 500 e 1,000m

Cobertura global e contínua a cada 1 dia



Adequada resolução espectral
Moderada resolução espacial
Alta resolução temporal



localização e acompanhamento
da evolução dos cultivos



LEAA – Laboratório de Estudos em Agricultura e Agrometeorologia

WIST

+Comments, Questions, or Problems?

+User Support

+Tutorial*

+Help for this page*

Powered by

guest

View all* Alert from NSIDC: The AMSR-E/Aqua Daily L3 12.5 km Brightness Temperatures, Sea Ice Concentrat

Search
 Results
 Granule List
 Folder
 Shopping Cart

Primary Data Search

GDEM Ordering Tutorial: A quick tutorial for ordering ASTER Global DEM data.

Due to a high volume of activity, if you receive a timeout while logging into WIST with Internet Explorer, press the browser's back button and re-login to WIST.

Save/Restore search | Clear search

Login

User Name: Password:

[Create Account](#) |
 [\(For gotten your password?\)](#) |
 [\(For gotten your User Name?\)](#)

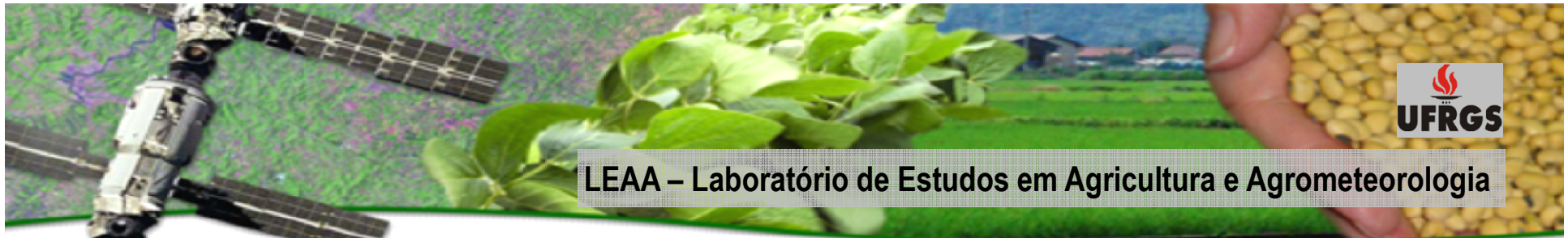
Choose Keywords for One or More Categories

Text Search:

Pick a discipline/topic (for example: Atmosphere: TRMM), then choose from the list of data sets.
 For multiple topics: choose one topic & data sets, then the next topic & data sets.
 To select/deselect more than one data set, use Ctrl-click for PCs; Apple-click for Macintosh.

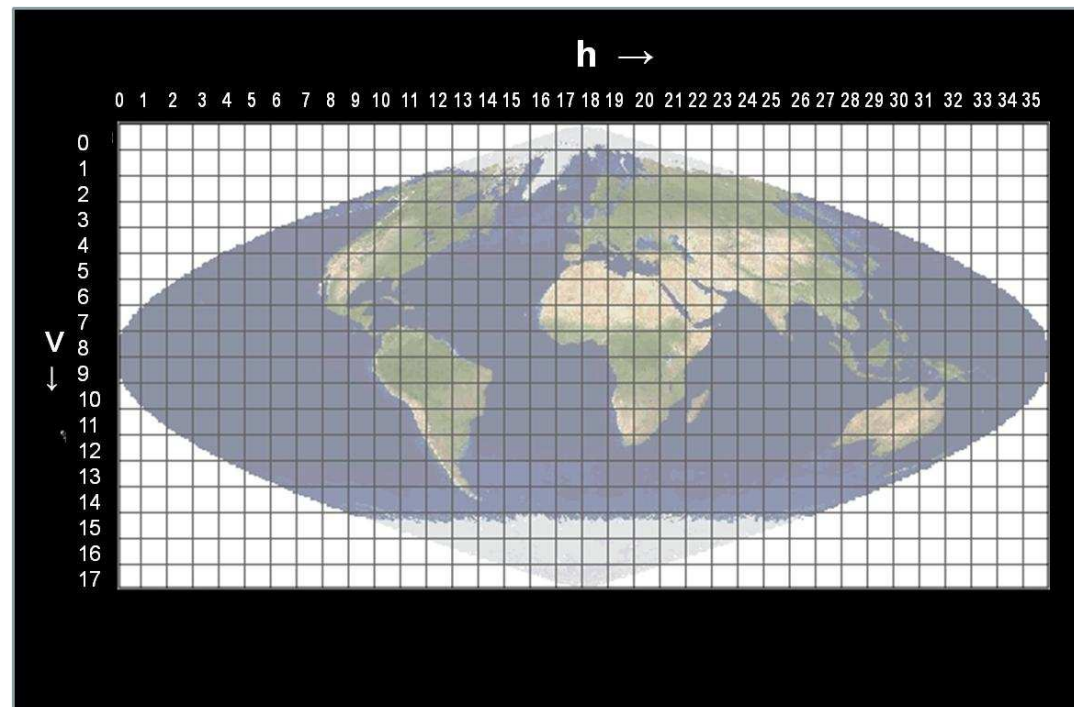
Atmosphere:		Cryosphere:	Land:	Oceans:	Solar/Other:
☐ Aqua AIRS/AMSU-A/HSB	☐ MISR	☐ AMSR/AMSR-E	☐ AMSR/AMSR-E	☐ AMSR/AMSR-E	☐ ACRIM
☐ AMSR/AMSR-E	☐ MLS/Aura	☐ GLAS/ICESat	☐ ASTER	☐ GLAS/ICESat	☐ Field/In Situ
☐ CALIPSO	☐ MODIS/Aqua	☐ MODIS/Aqua	☐ GLAS/ICESat	☐ MODIS/Aqua	☐ Socioeconomic
☐ CERES/Aqua	☐ MODIS/Terra	☐ MODIS/Terra	☐ Landsat 1-5	☐ MODIS/Terra	☐ SORCE
☐ CERES/Terra	☐ MOPITT	☐ SAR	☐ Landsat 7		☐ UARS
☐ CERES/TRMM	☐ NOAA AMSU-A/MSU	☐ SSM/I	☐ MISR		
☐ Field/In Situ	☐ OMI/Aura		☐ MODIS/Aqua		
☐ FSSP	☐ SAGE		☐ MODIS/Terra		
☐ GLAS/ICESat	☐ SSBUV				
☐ GOES	☐ SSM/I				
☐ HIRDLS/Aura	☐ TES/Aura				
☐ HRIR/MRIR/THIR	☐ TOMS				

(<https://wist.echo.nasa.gov/api>)



Imagens MODIS

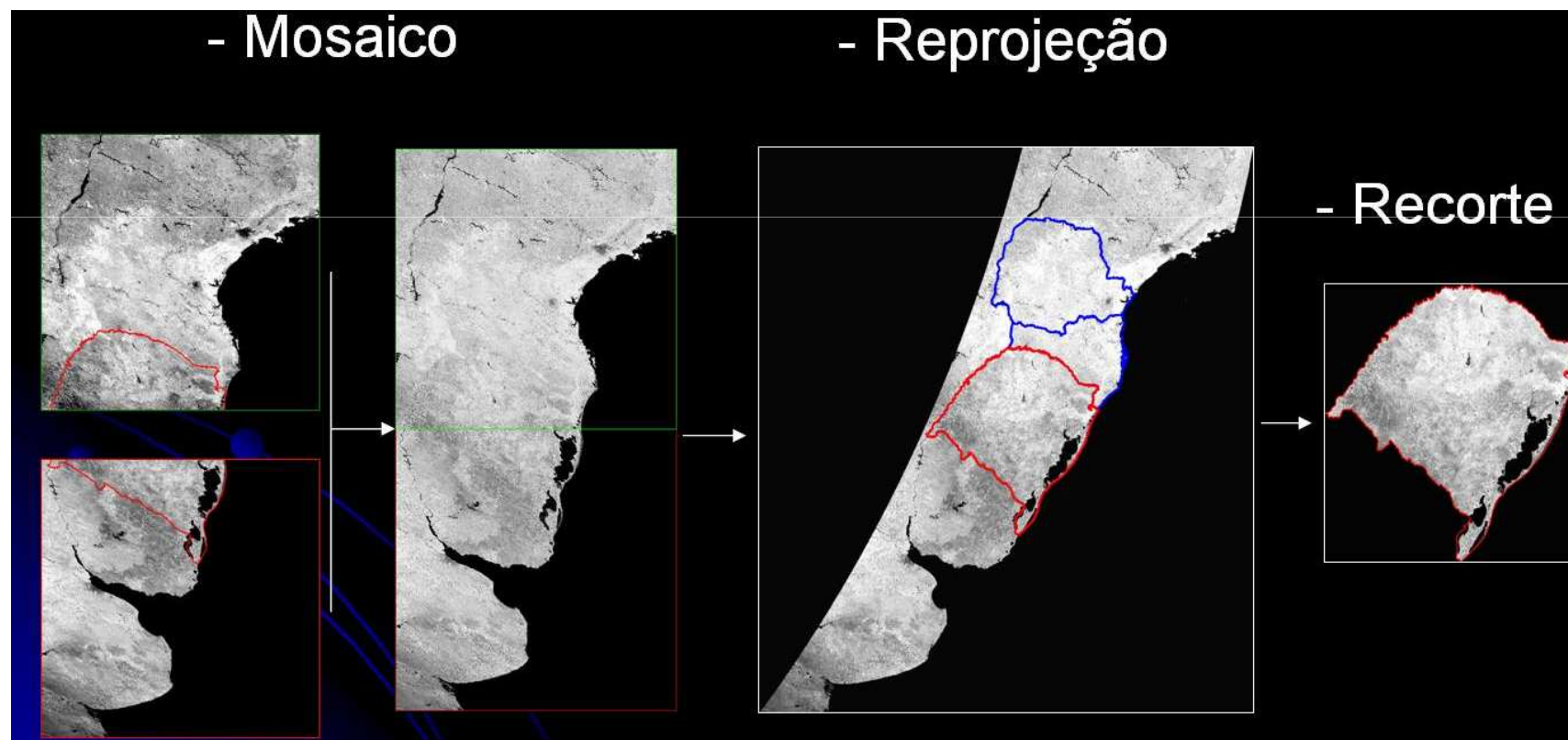
Distribuição:
Tiles de 10 x 10km
coordenada inicial (0,0)
final (35,17)



Aquisição gratuita
(<https://wist.echo.nasa.gov/api>)



Etapas do processamento



Mesa Redonda: Modelagem, Sensoriamento Remoto e GIS na Agrometeorologia, XIII CBA, Setembro de 2009



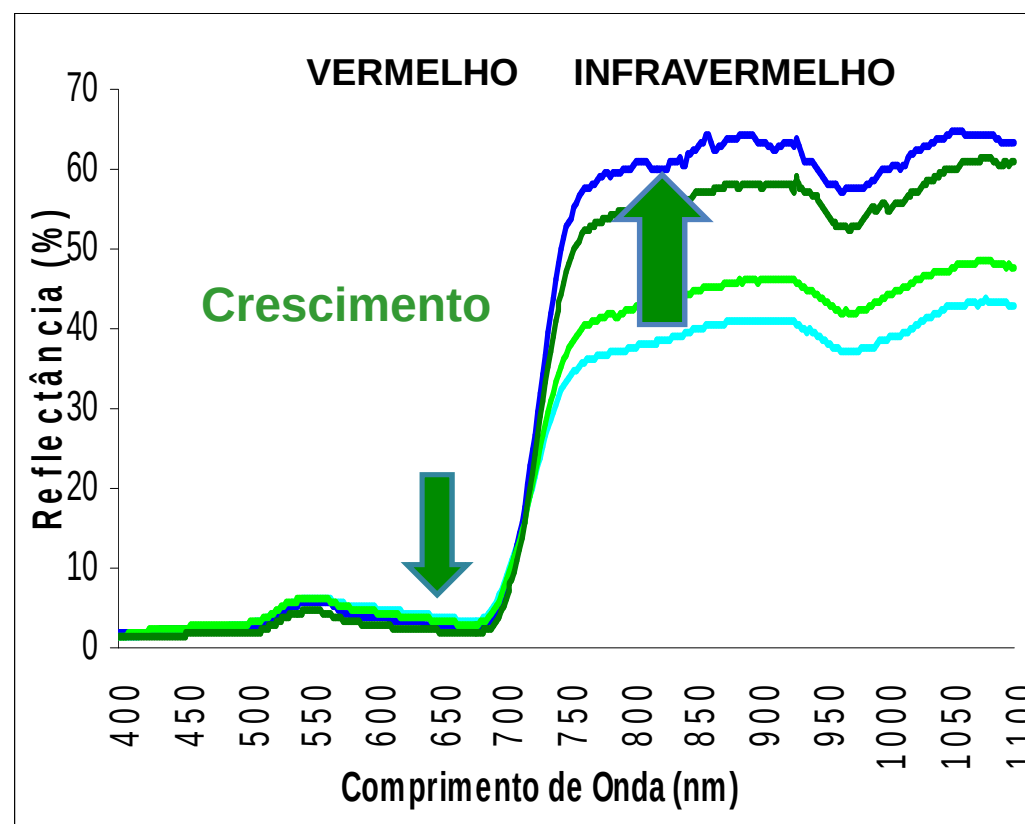
Imagens MODIS

PRODUTO MOD13

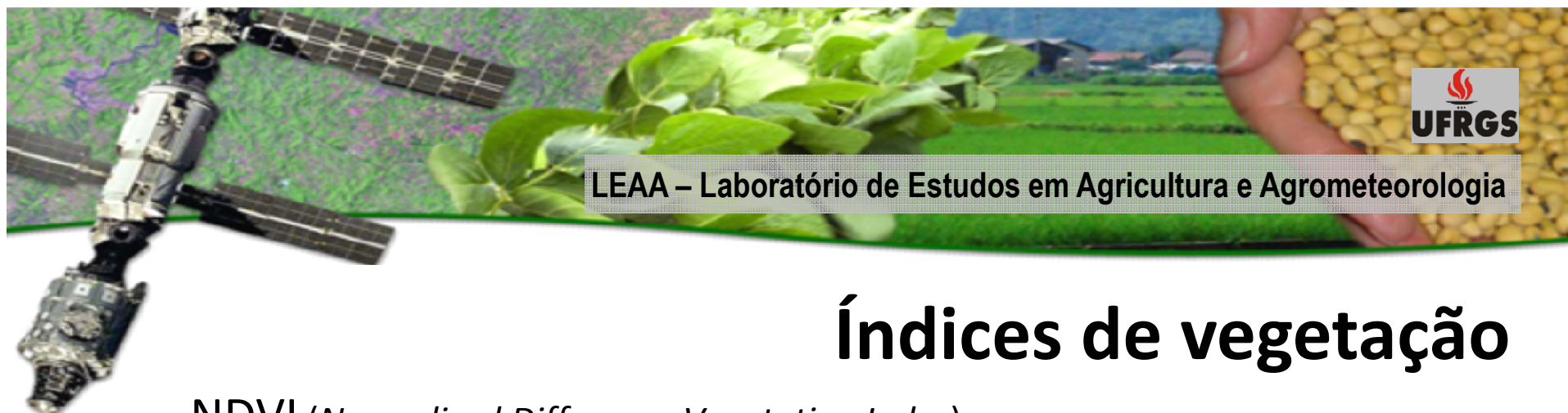
Índices de Vegetação

medida radiométrica da
quantidade, estrutura e condição
da vegetação

Obtidos a partir de
combinações lineares de bandas
espectrais (vermelho e
infravermelho)



Almeida (2008)



Índices de vegetação

NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*)
(Índice de Vegetação por Diferença Normalizada)

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + \rho_{RED}}$$

EVI (*Enhanced Vegetation Index*)
(Índice de vegetação realçado)

$$EVI = G \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{(L + \rho_{NIR} + c_1 \rho_{RED} - c_2 \rho_{BLUE})}$$



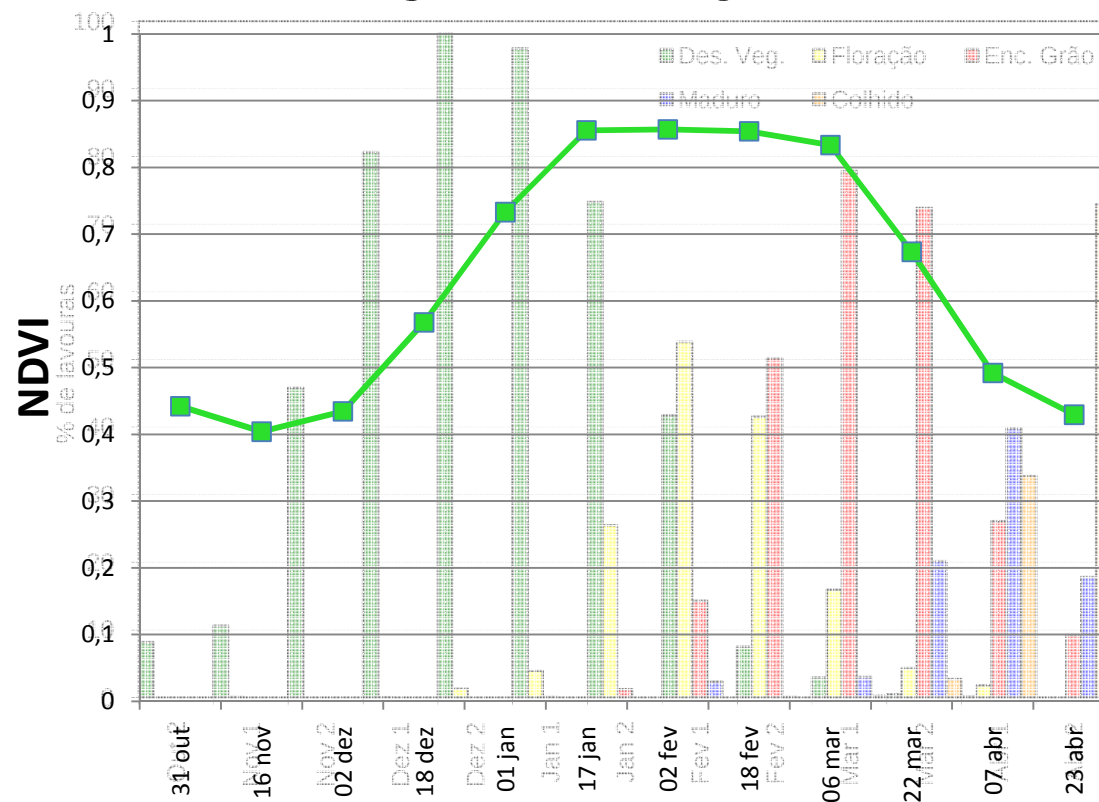
Imagens MODIS

Máscaras de cultivo

Construção baseada na evolução temporal das lavouras, diferenciada de outros tipos de alvos

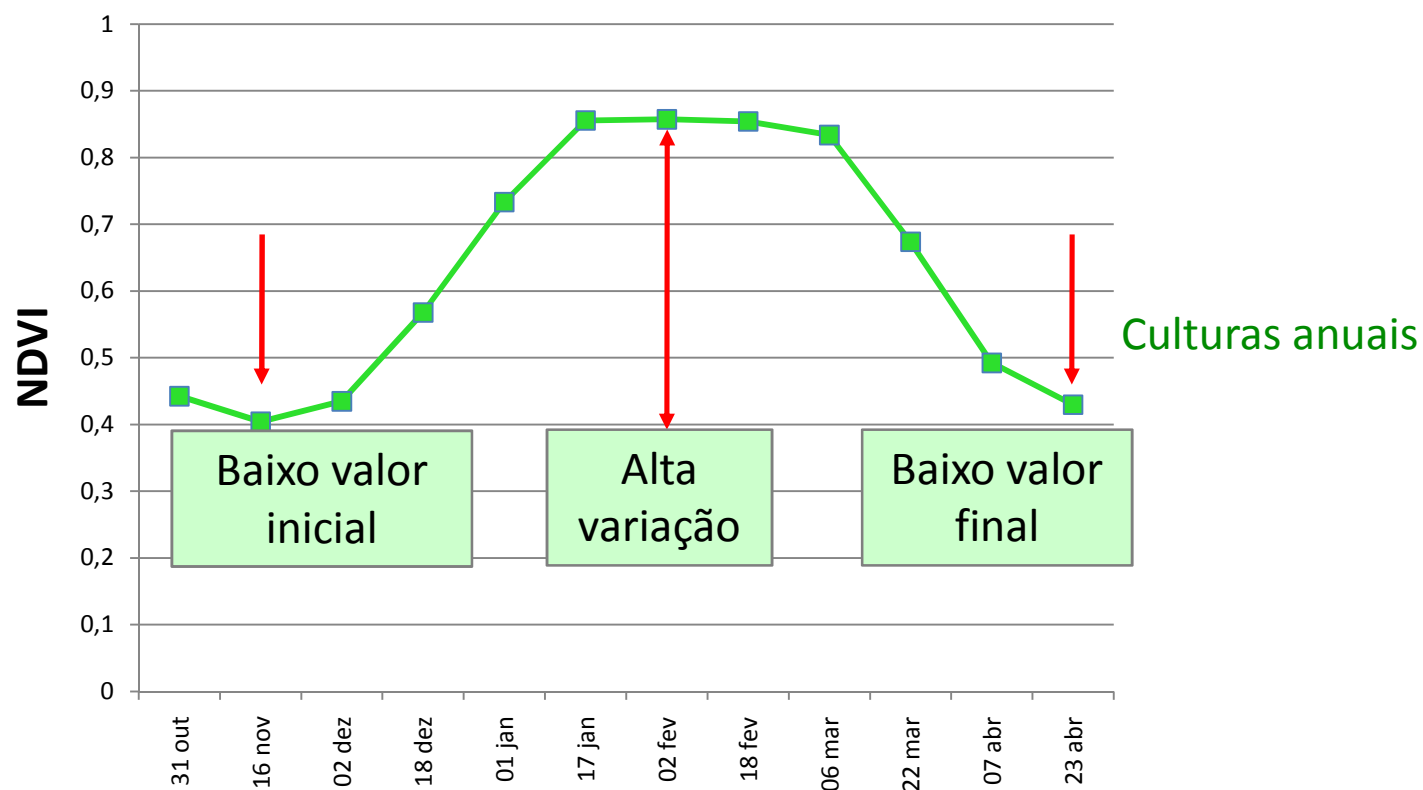


Evolução temporal de cultivos



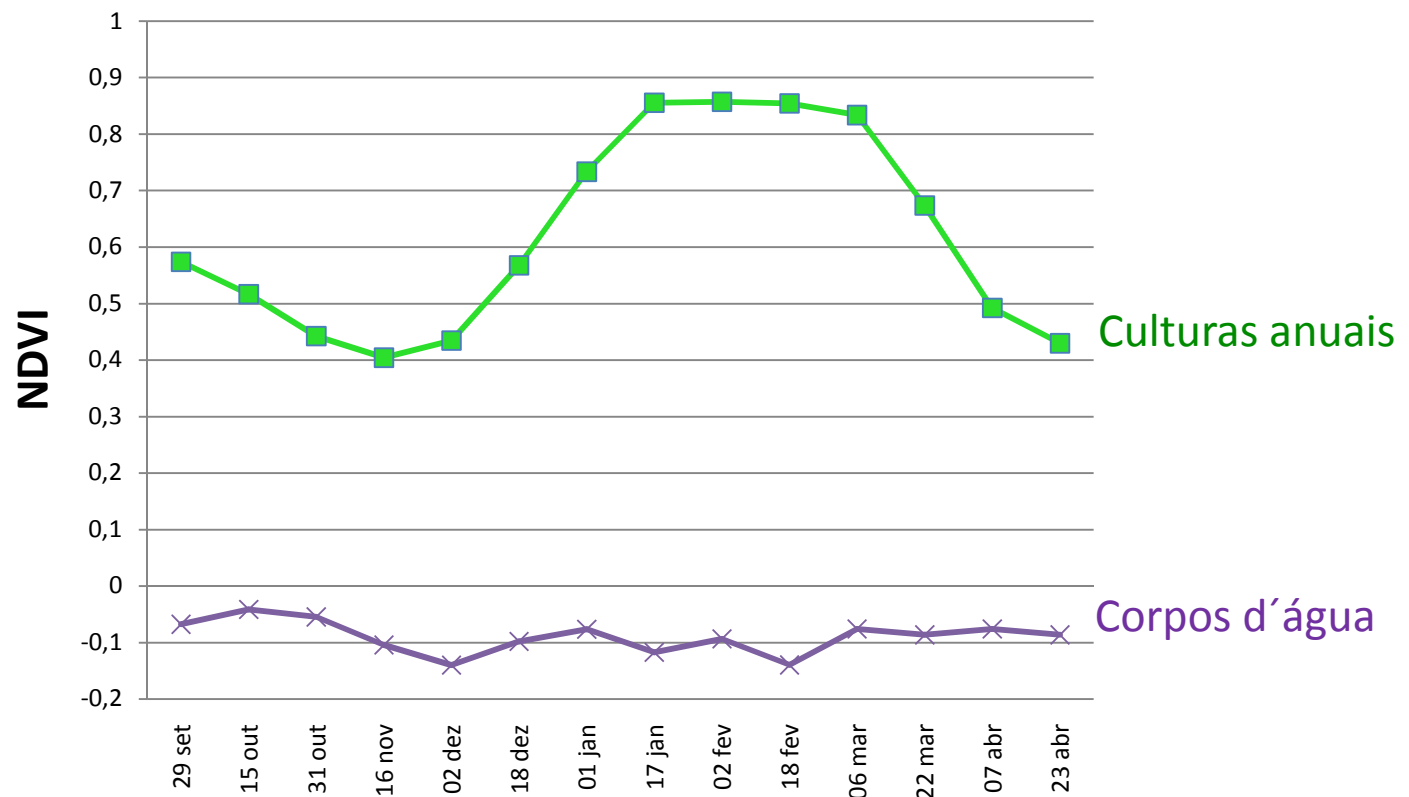
Calendário agrícola da região de Ijuí – EMATER/RS

Máscara de cultivos



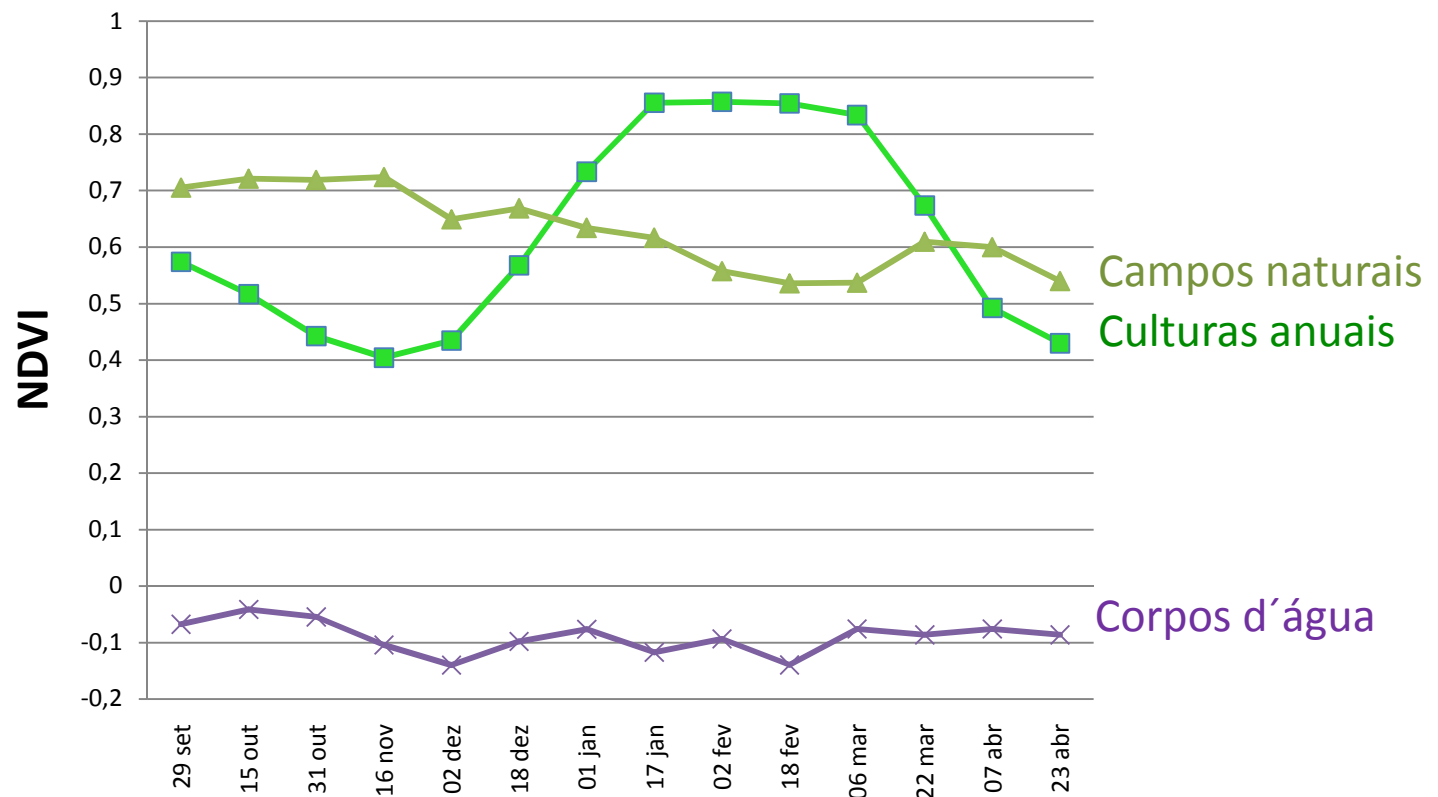


Máscara de cultivos



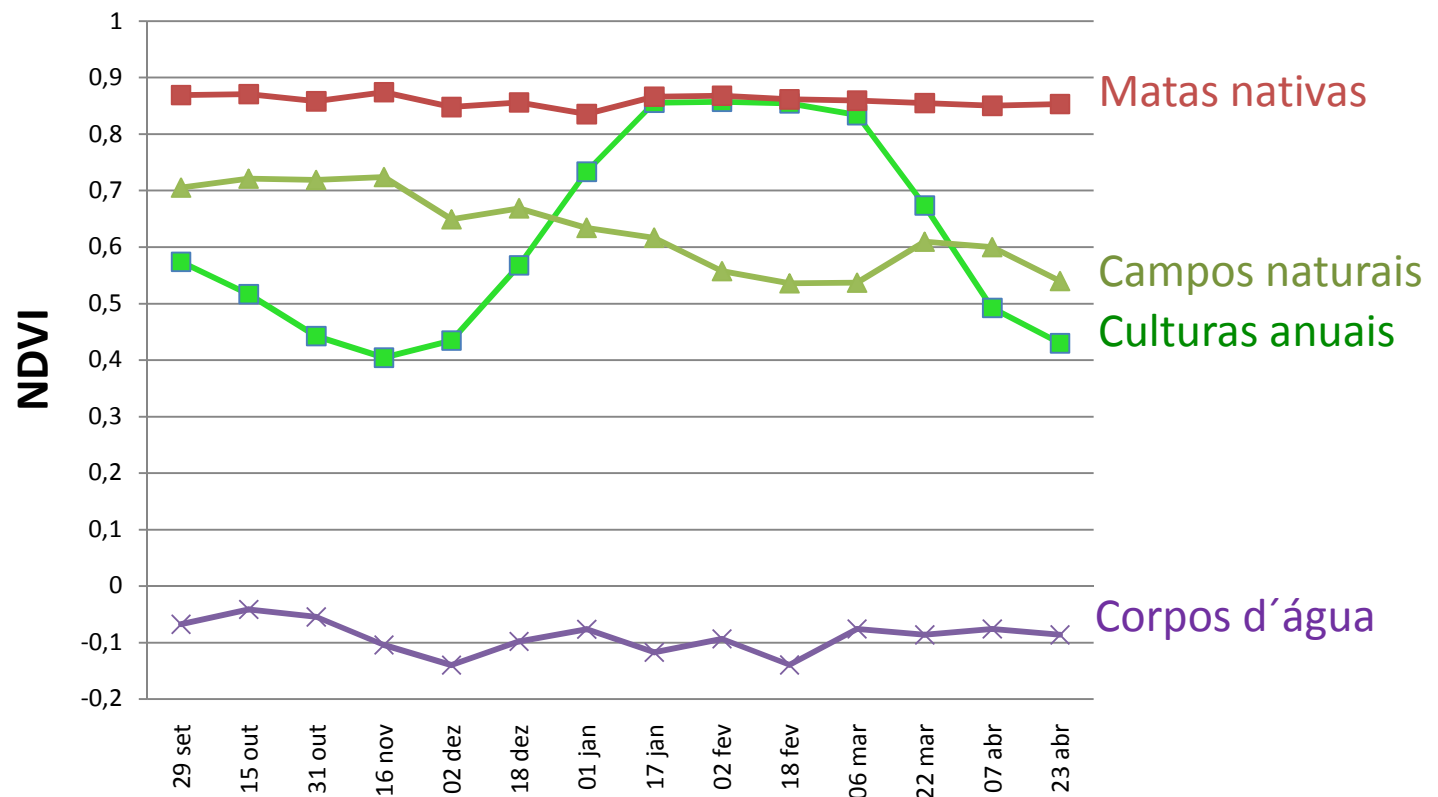


Máscara de cultivos





Máscara de cultivos





Imagens MODIS

Construção das máscaras de cultivo:

Imagem diferença ($IMG_{MAX} - IMG_{MIN}$)
Realce de distribuição (μ e $\sigma \rightarrow$ Landsat)
Classificação digital
Componentes principais

.....

ATRIBUTO TEMPORAL



Previsão de safras

DEFINIDA A MÁSCARA DE CULTIVO:

Quantificar a área de cultivo

Localizar as lavouras

Realizar estudos de dinâmica de cultivos

Acompanhar a evolução dos cultivos → Monitoramento

Estimar rendimento → Modelagem



Avaliação

O que já foi obtido no RS?

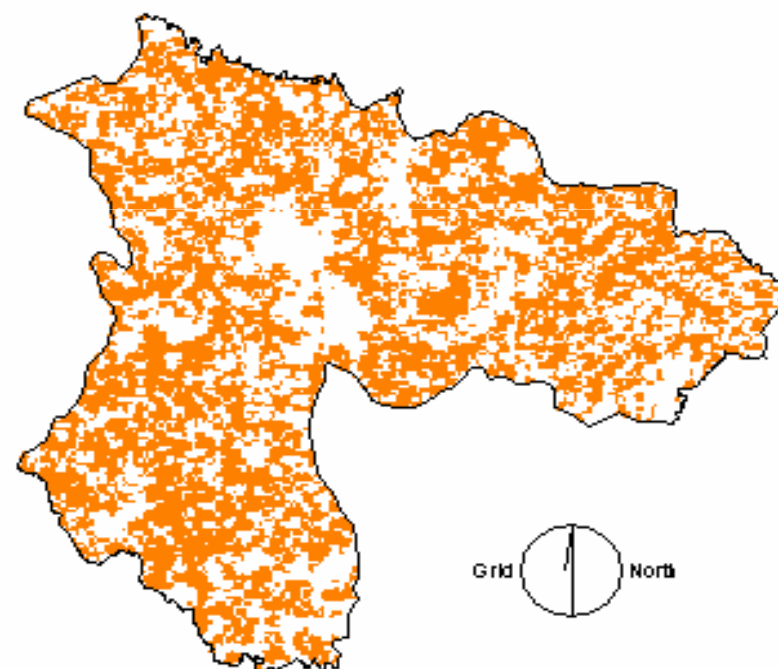
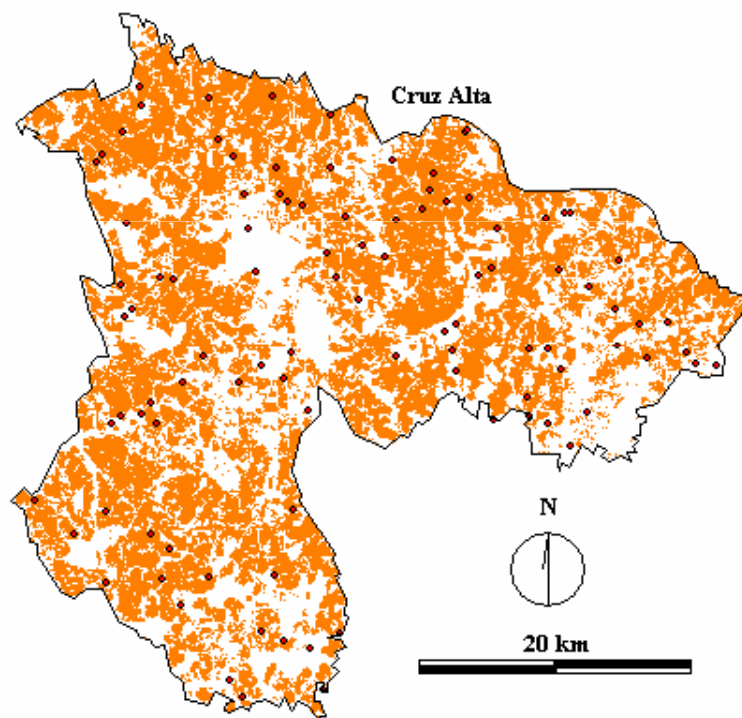
- Máscaras para soja, arroz e cereais de inverno;
- Modelos de rendimento para arroz, trigo e soja.



Máscara de soja:

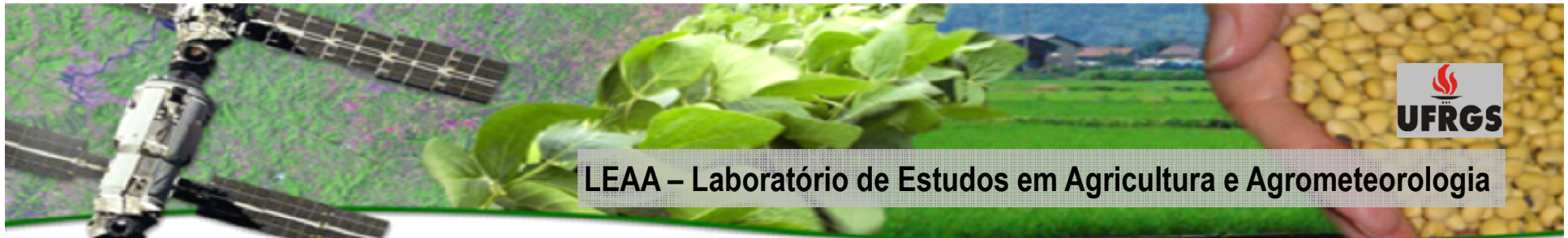
Área cultivada com soja em Cruz Alta - RS

Avaliação



TM-Landsat vs MODIS-Terra

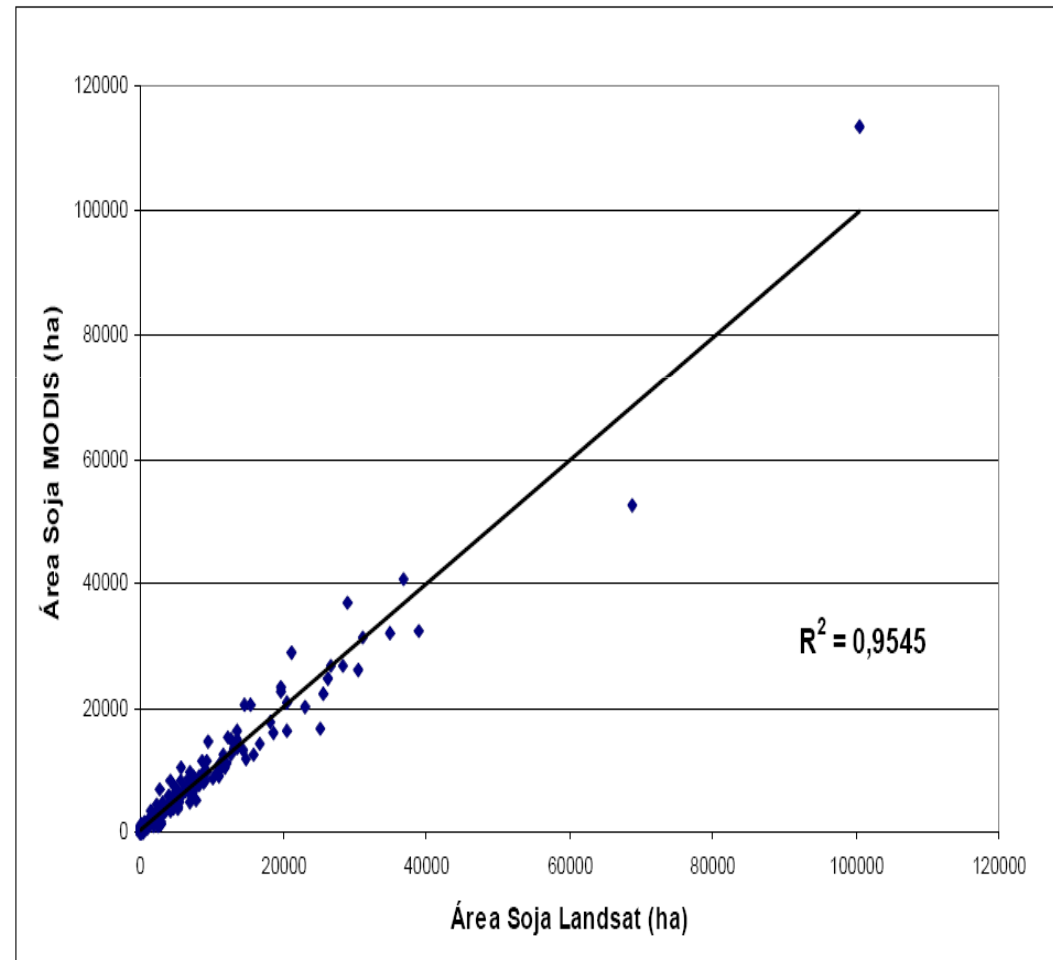
Weber et al. (2005)



Máscara para soja

TM-Landsat vs MODIS-Terra

Wagner et al. (2007)

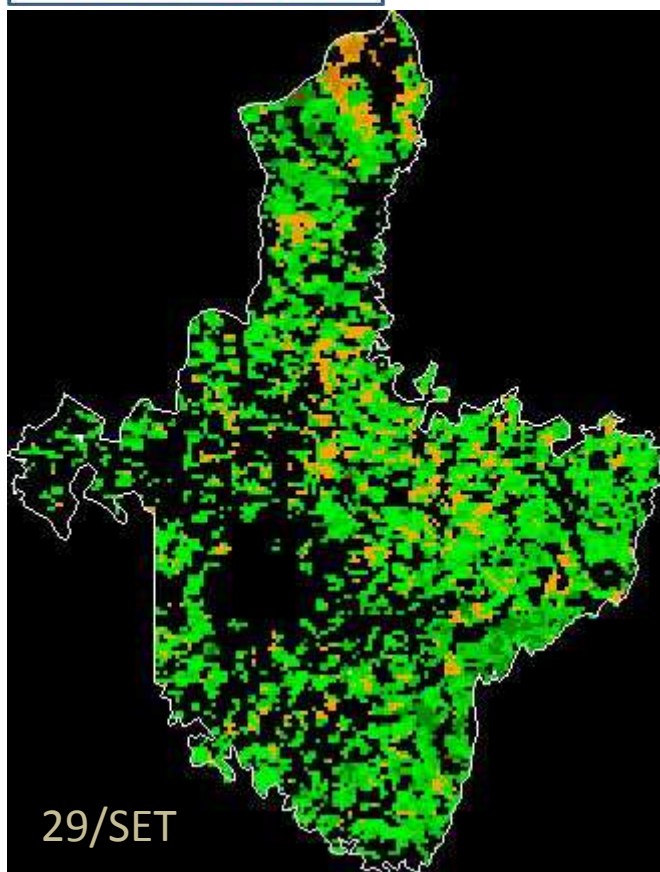


NDVI

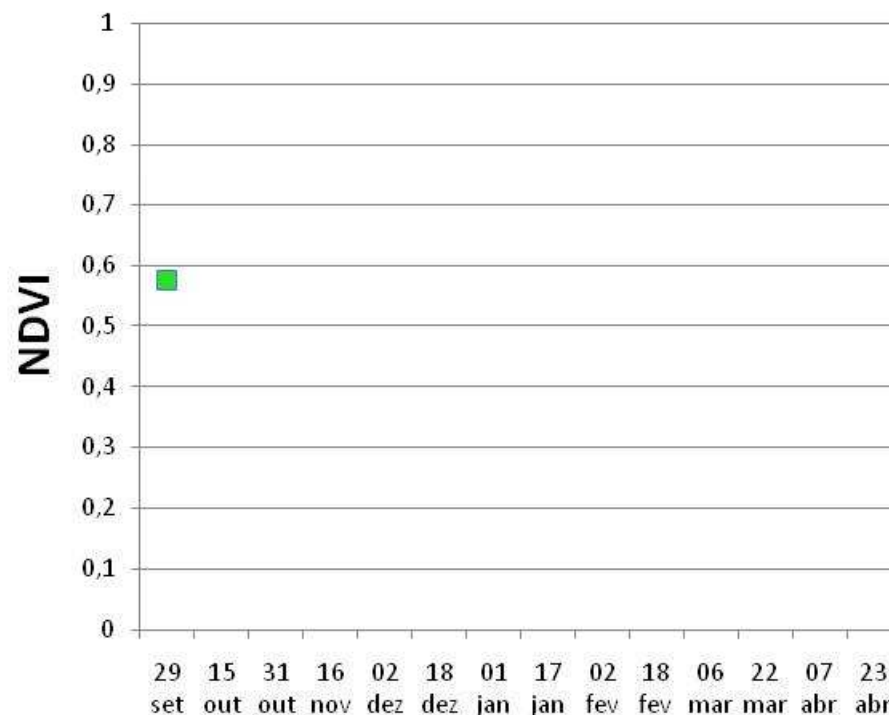
-1 0 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1



Evolução temporal de cultivos



SOJA NO MUNICÍPIO DE IJUÍ/RS

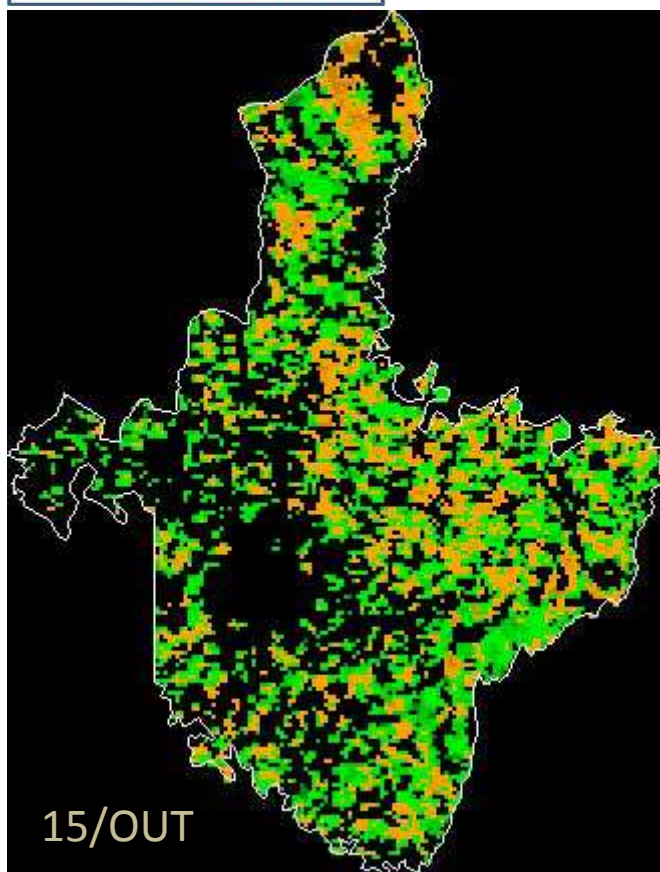


NDVI

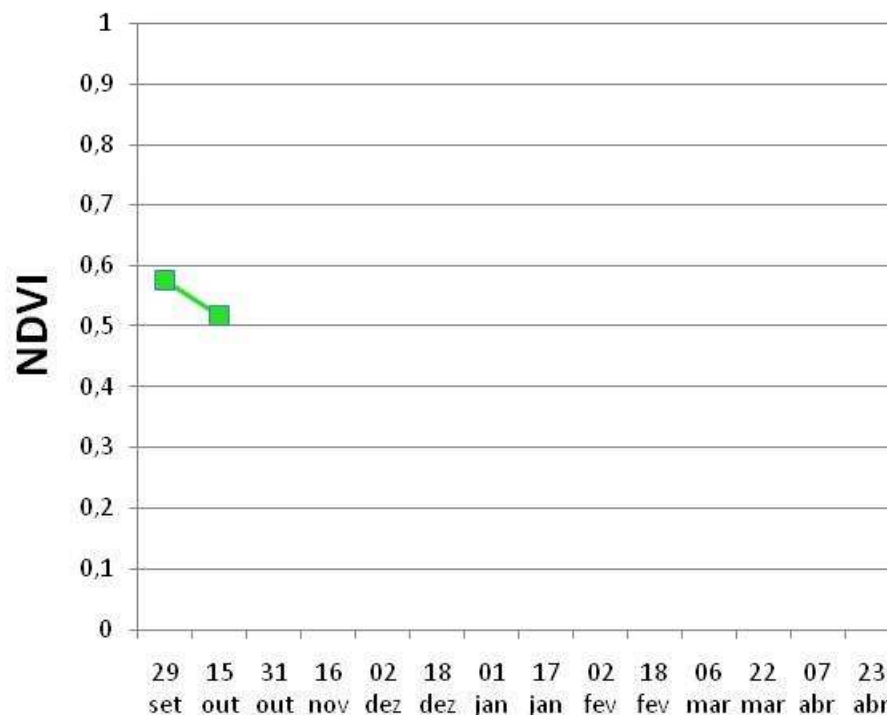
-1 0 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1



Evolução temporal de cultivos



SOJA NO MUNICÍPIO DE IJUÍ/RS

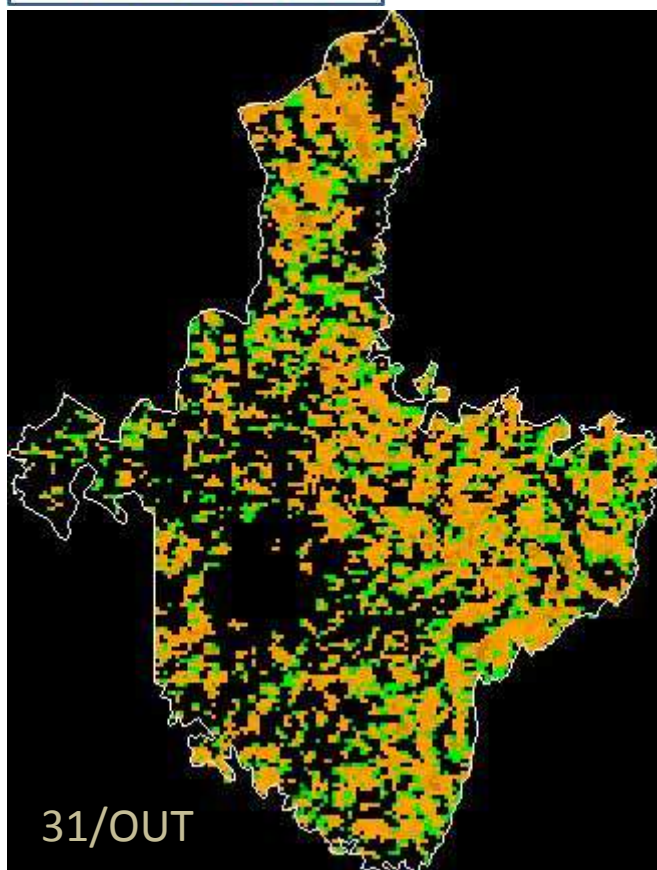


NDVI

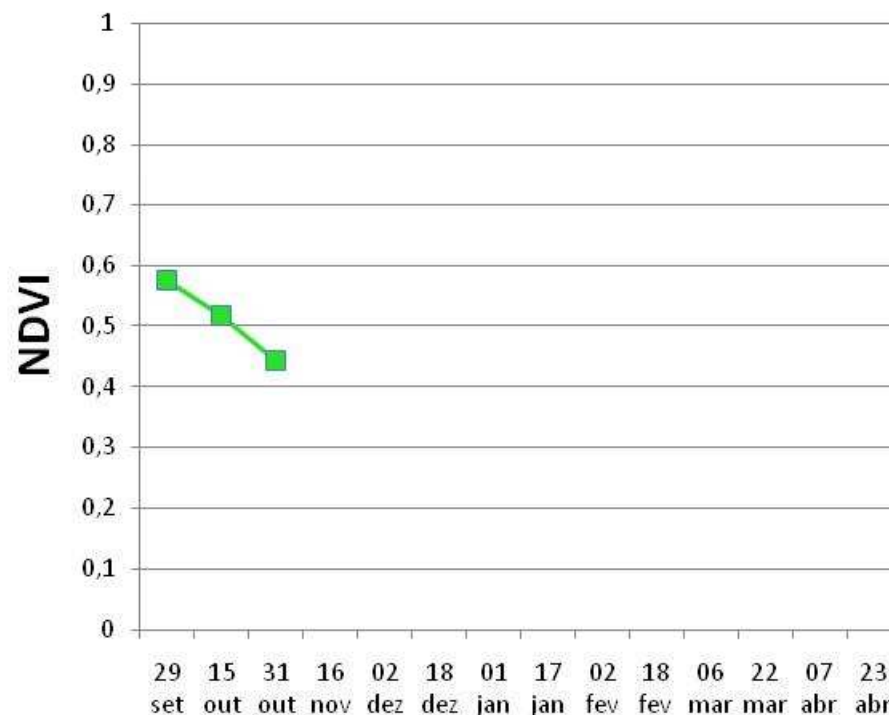
-1 0 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1



Evolução temporal de cultivos



SOJA NO MUNICÍPIO DE IJUÍ/RS

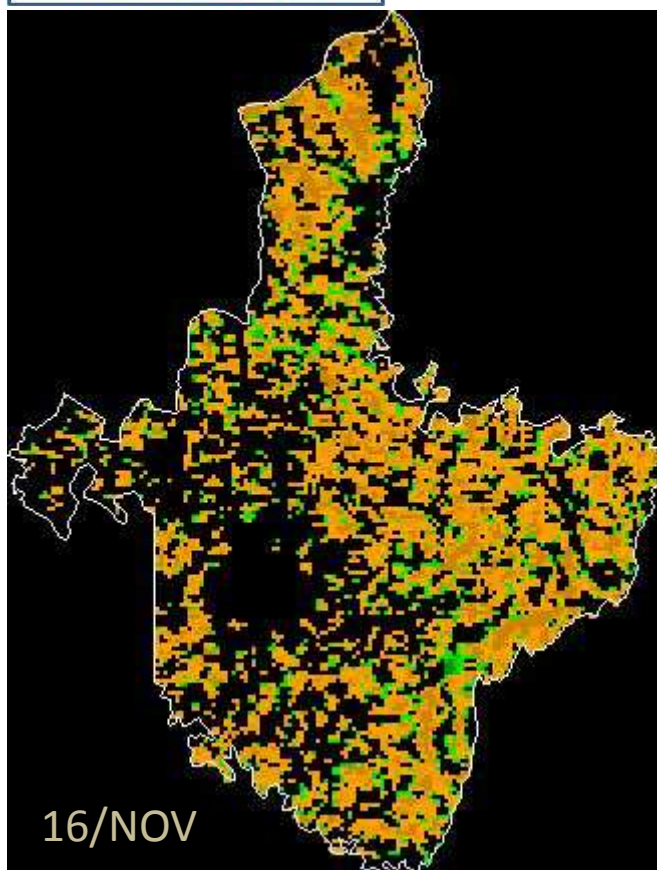


NDVI

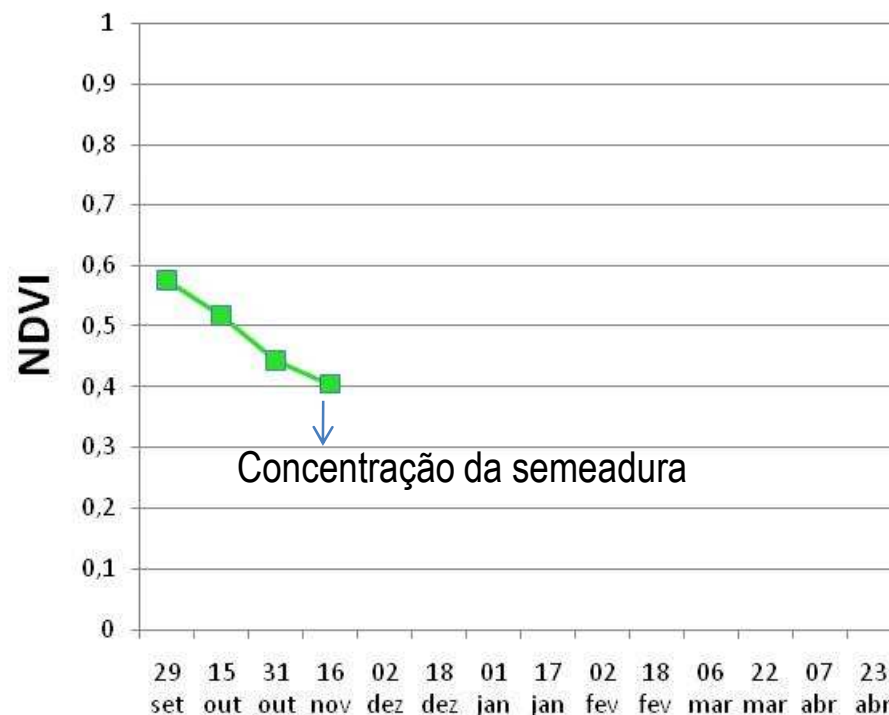
-1 0 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1



Evolução temporal de cultivos



SOJA NO MUNICÍPIO DE IJUÍ/RS

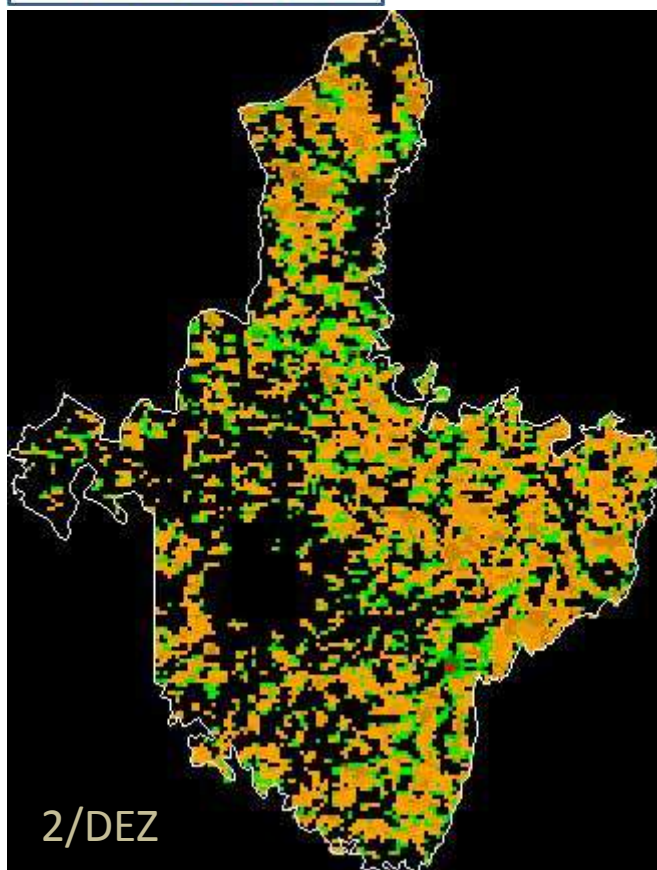


NDVI

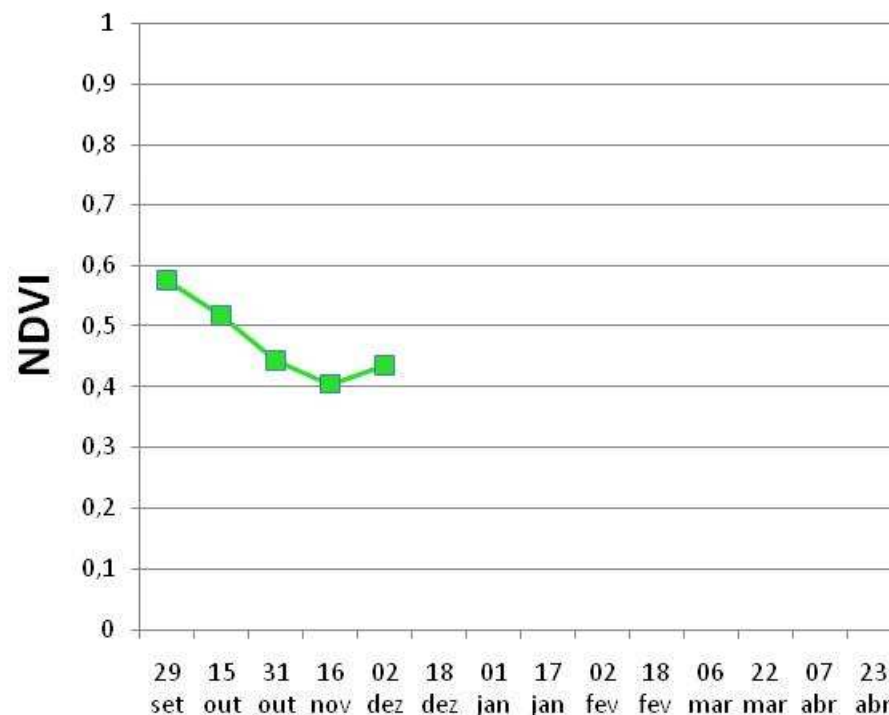
-1 0 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1



Evolução temporal de cultivos



SOJA NO MUNICÍPIO DE IJUÍ/RS

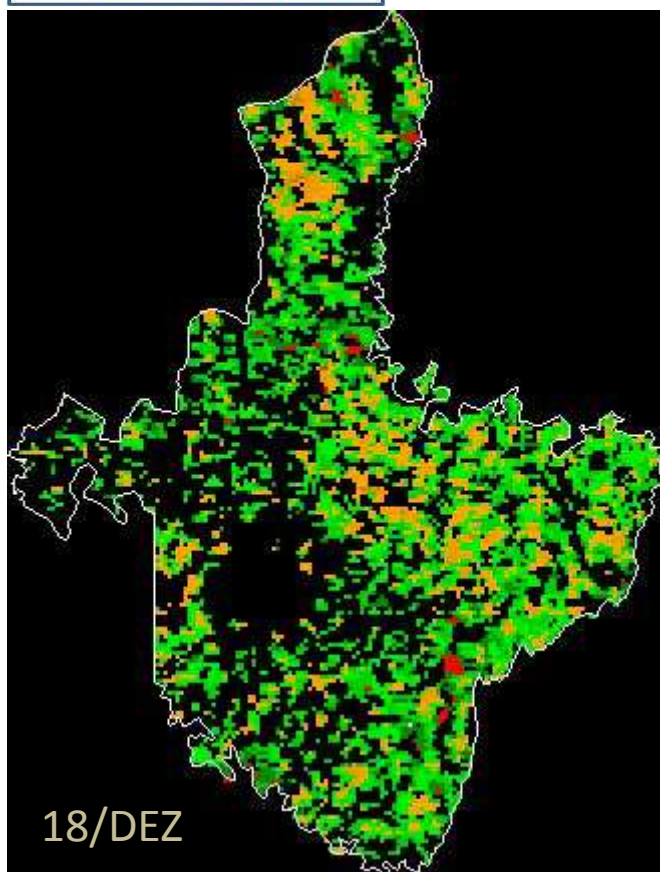


NDVI

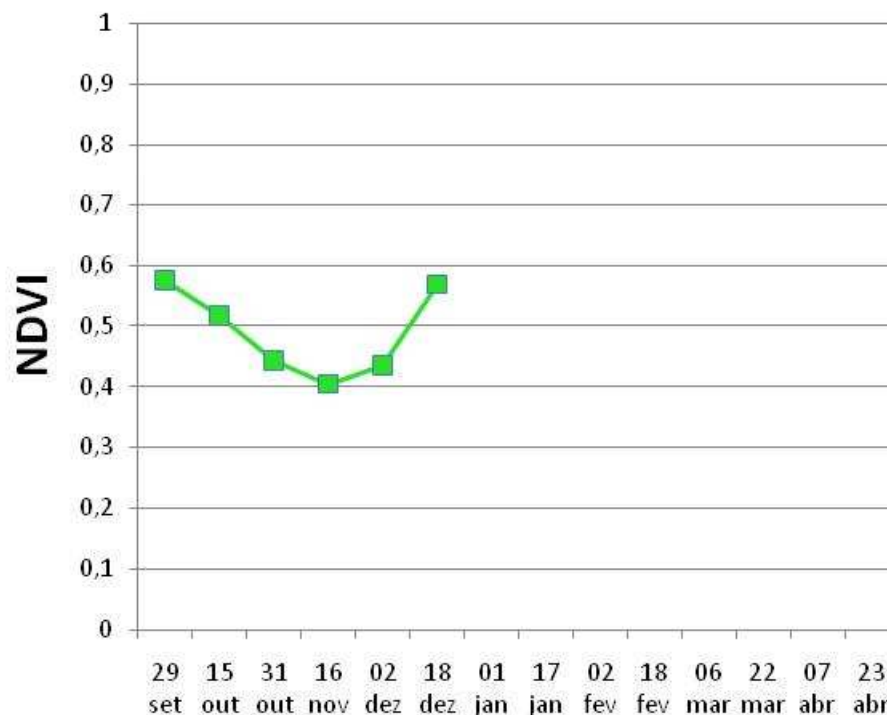
-1 0 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1

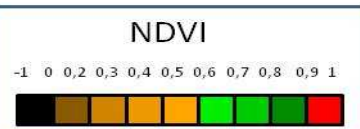


Evolução temporal de cultivos

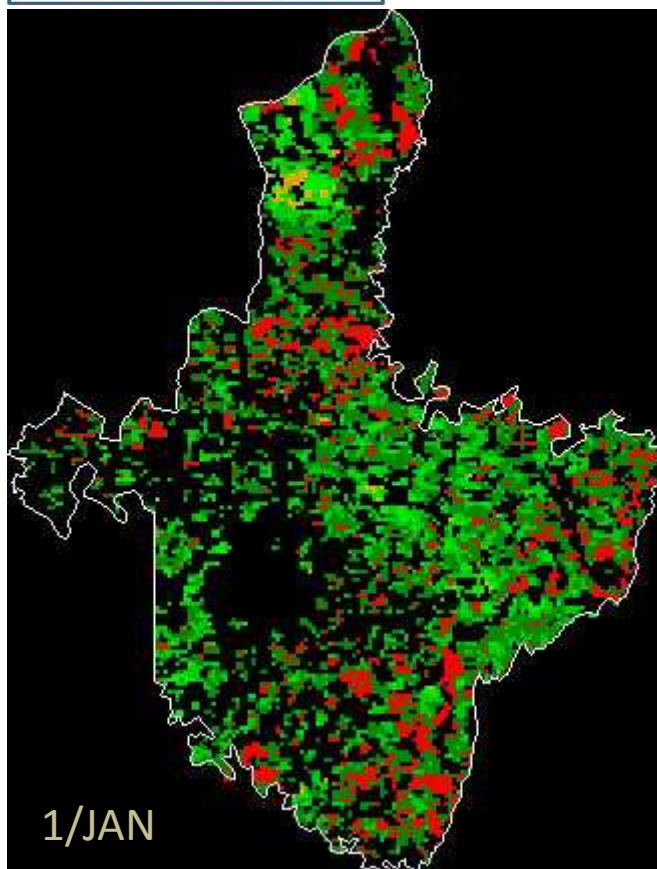


SOJA NO MUNICÍPIO DE IJUÍ/RS





Evolução temporal de cultivos

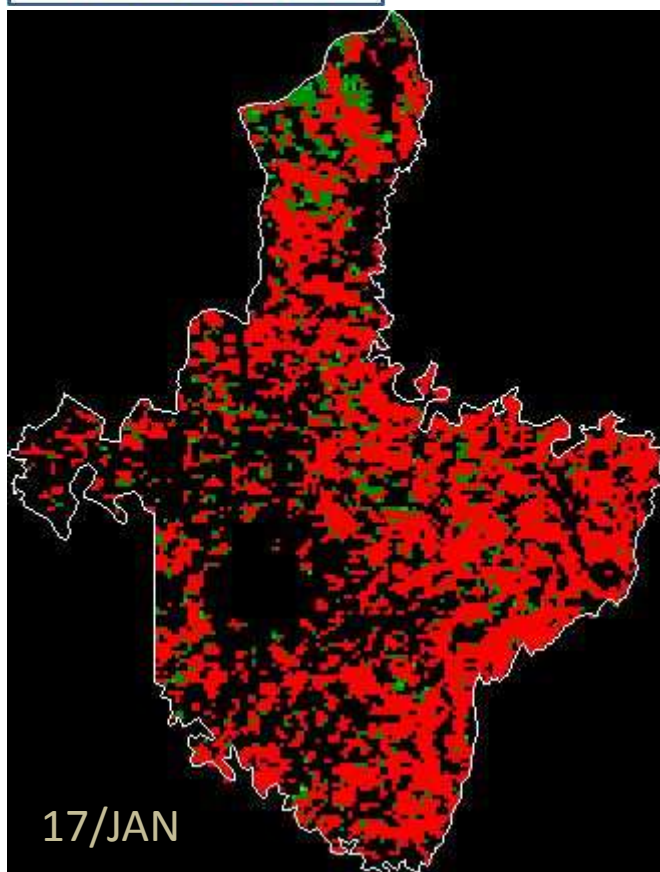


NDVI

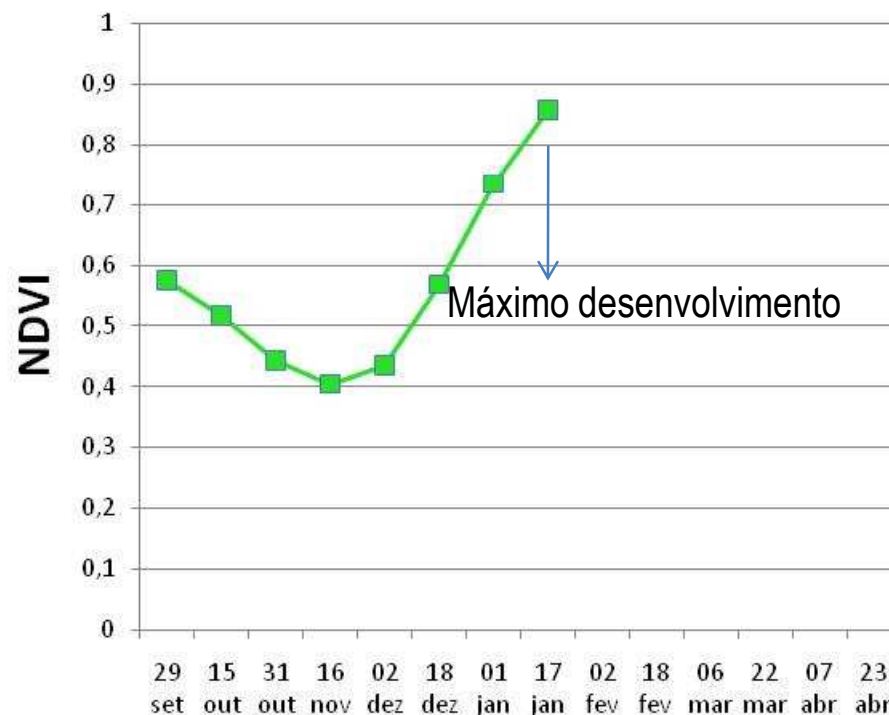
-1 0 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1

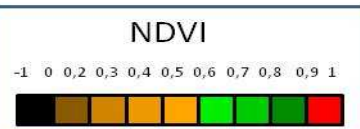


Evolução temporal de cultivos

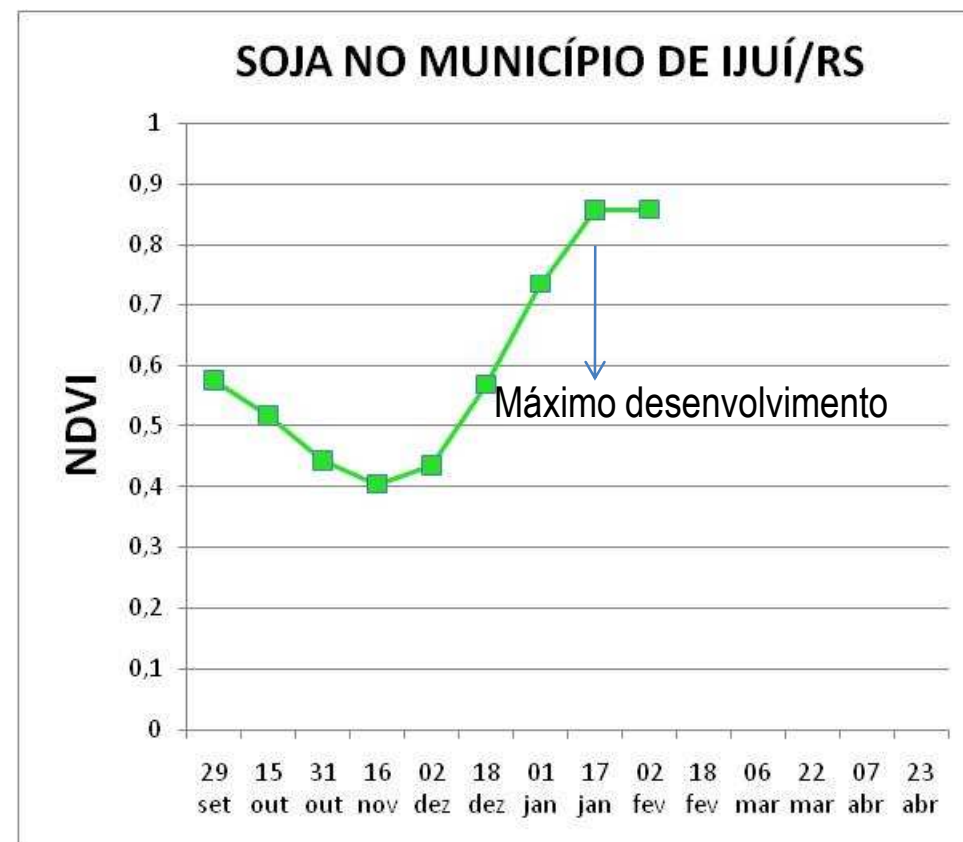
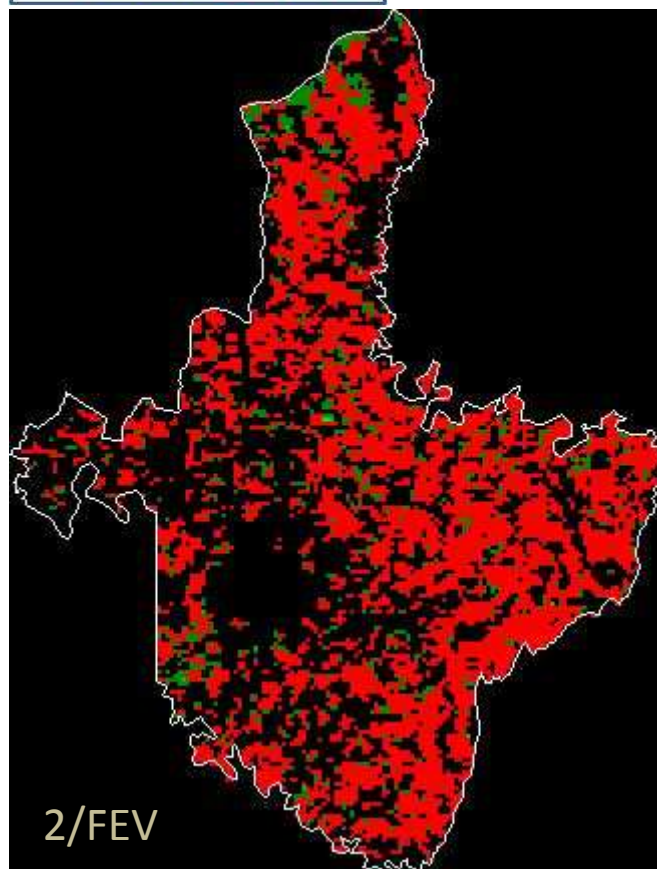


SOJA NO MUNICÍPIO DE IJUÍ/RS





Evolução temporal de cultivos

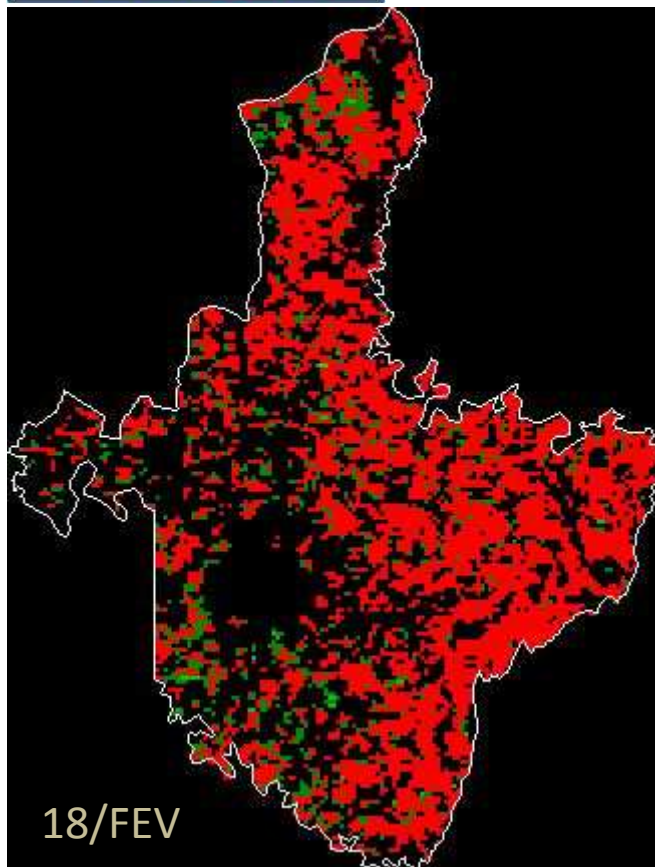


NDVI

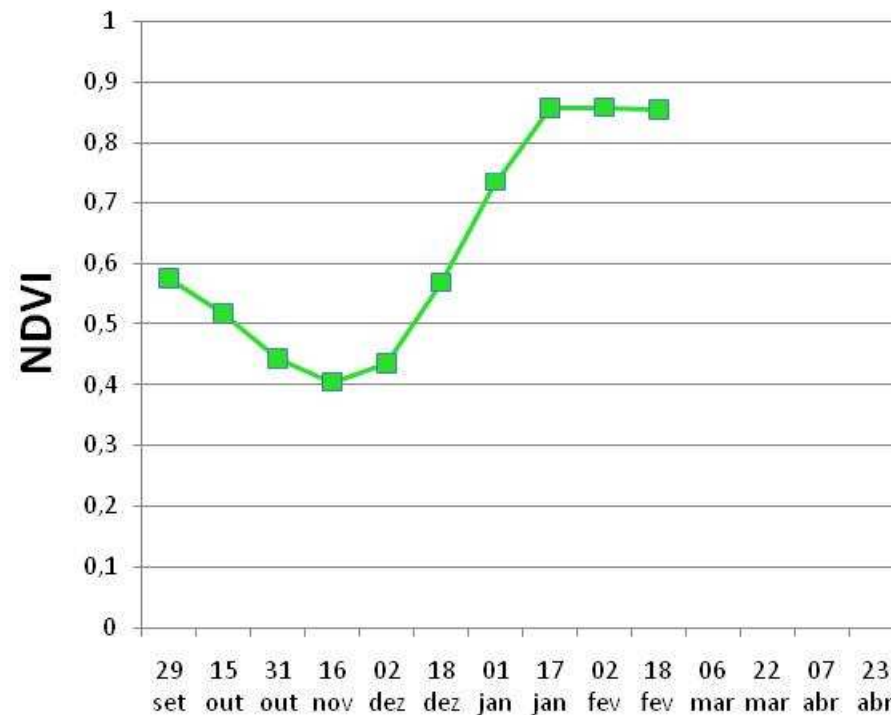
-1 0 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1



Evolução temporal de cultivos



SOJA NO MUNICÍPIO DE IJUÍ/RS

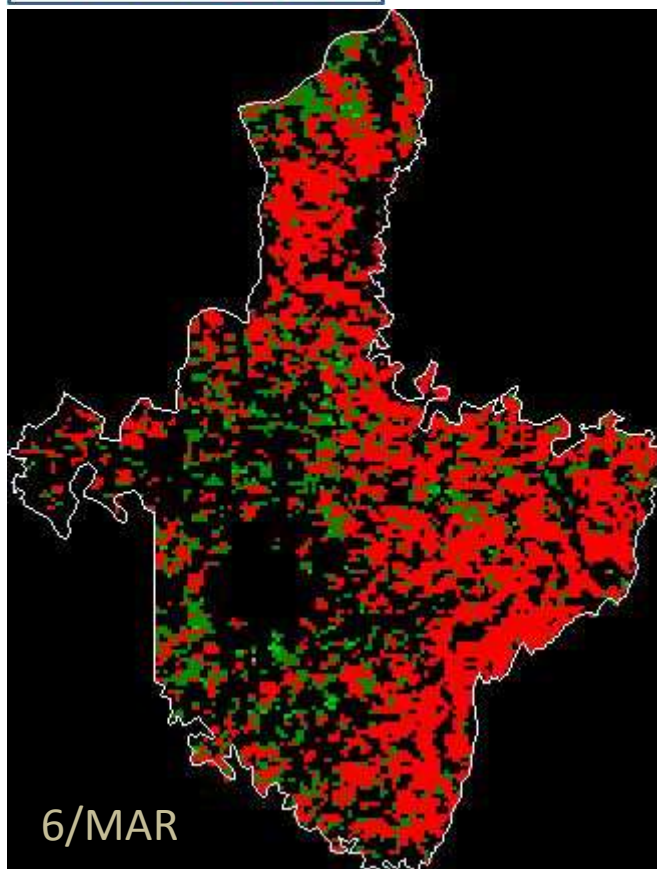


NDVI

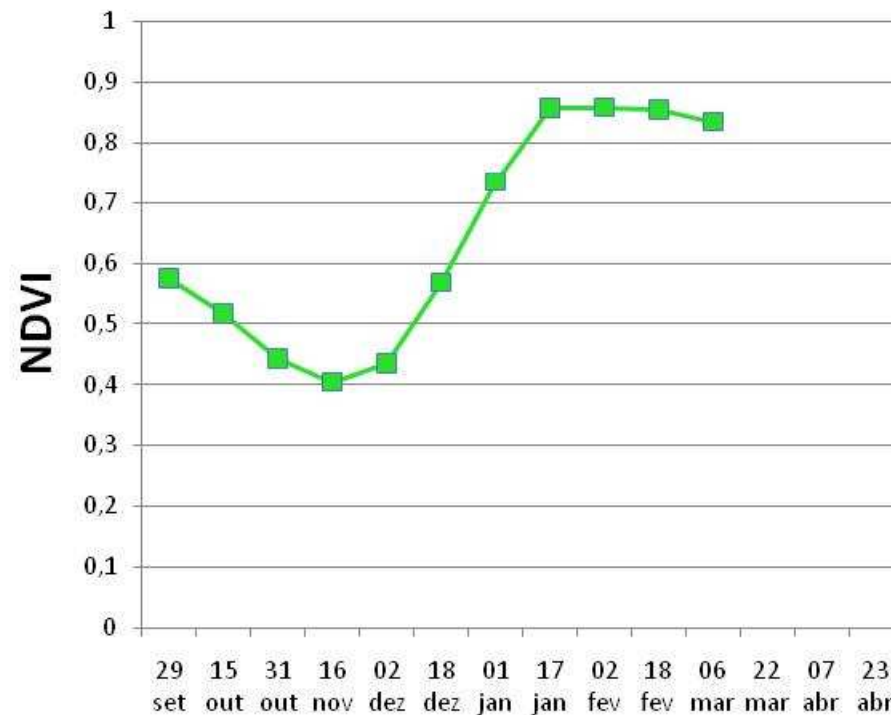
-1 0 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1



Evolução temporal de cultivos



SOJA NO MUNICÍPIO DE IJUÍ/RS

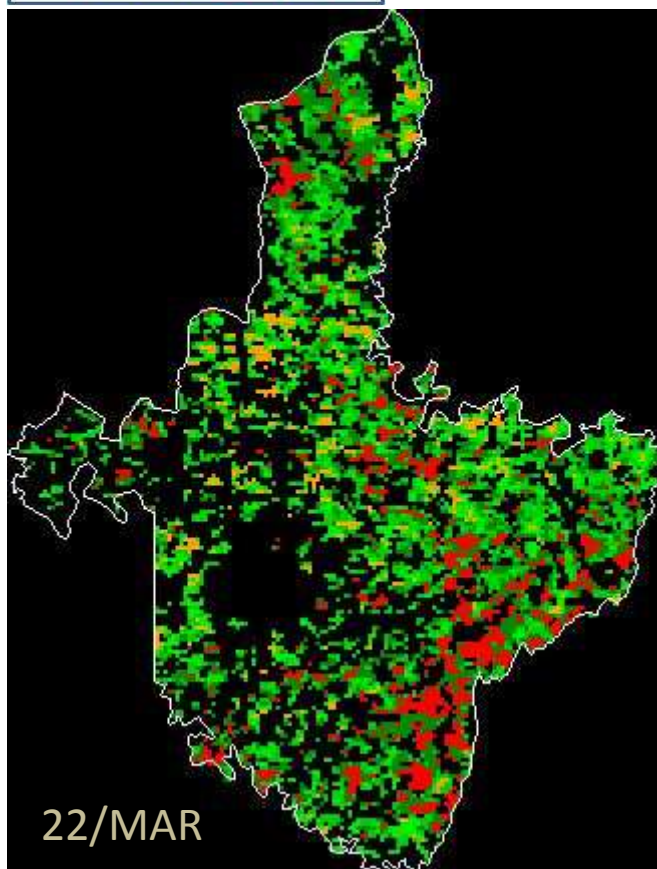


NDVI

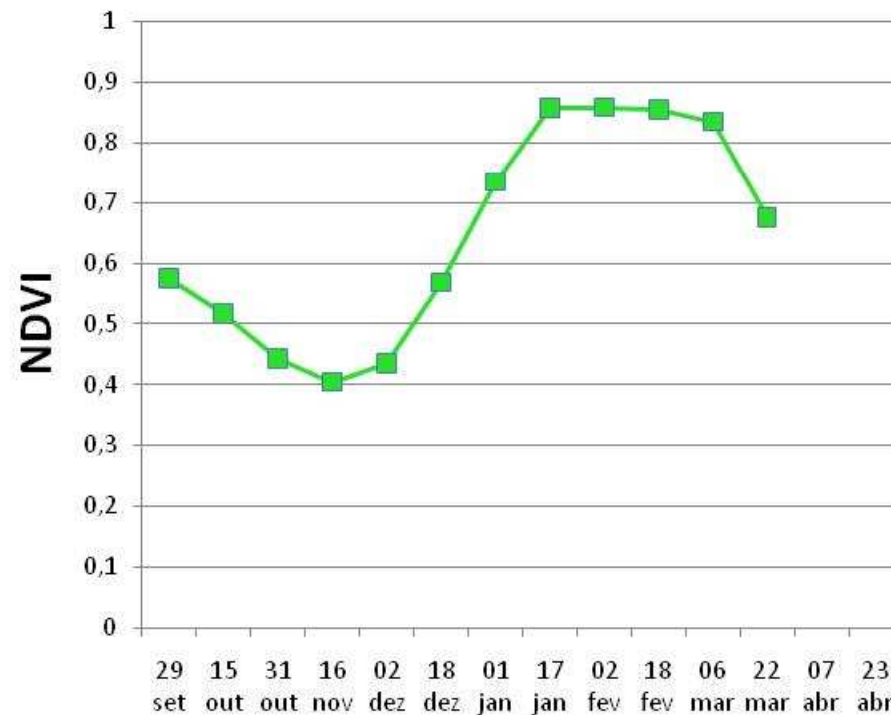
-1 0 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1



Evolução temporal de cultivos



SOJA NO MUNICÍPIO DE IJUÍ/RS

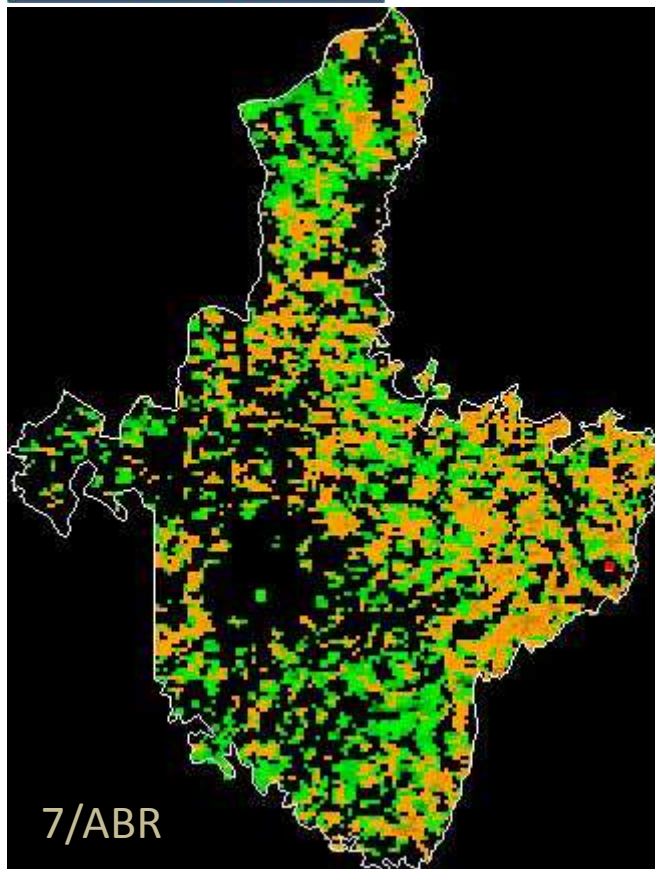


NDVI

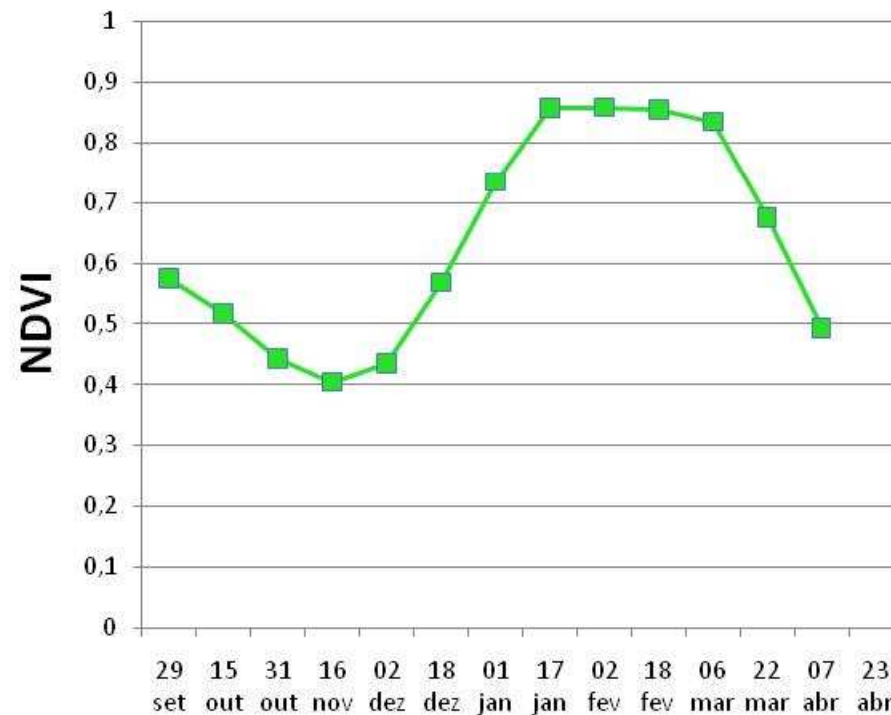
-1 0 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1



Evolução temporal de cultivos



SOJA NO MUNICÍPIO DE IJUÍ/RS

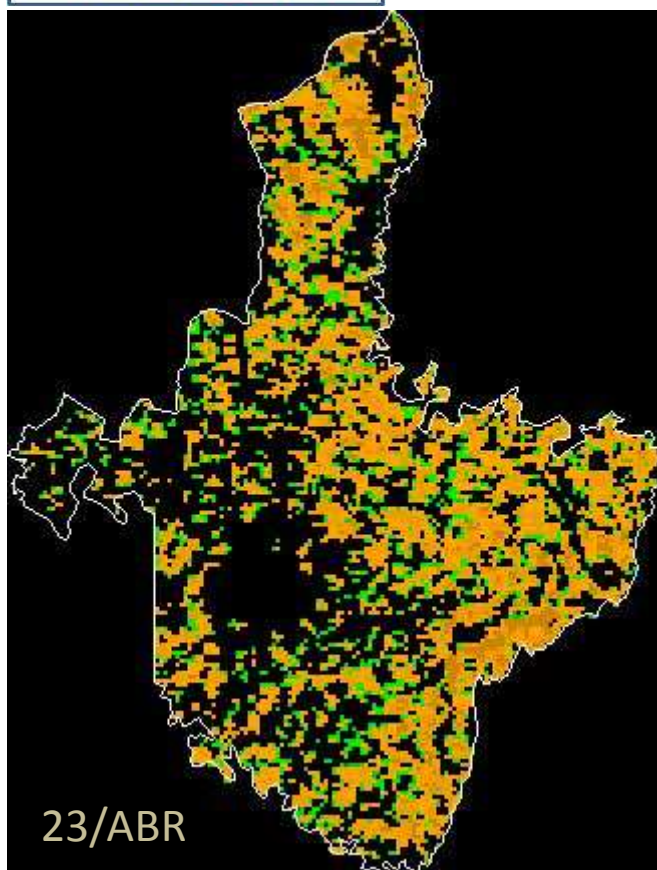


NDVI

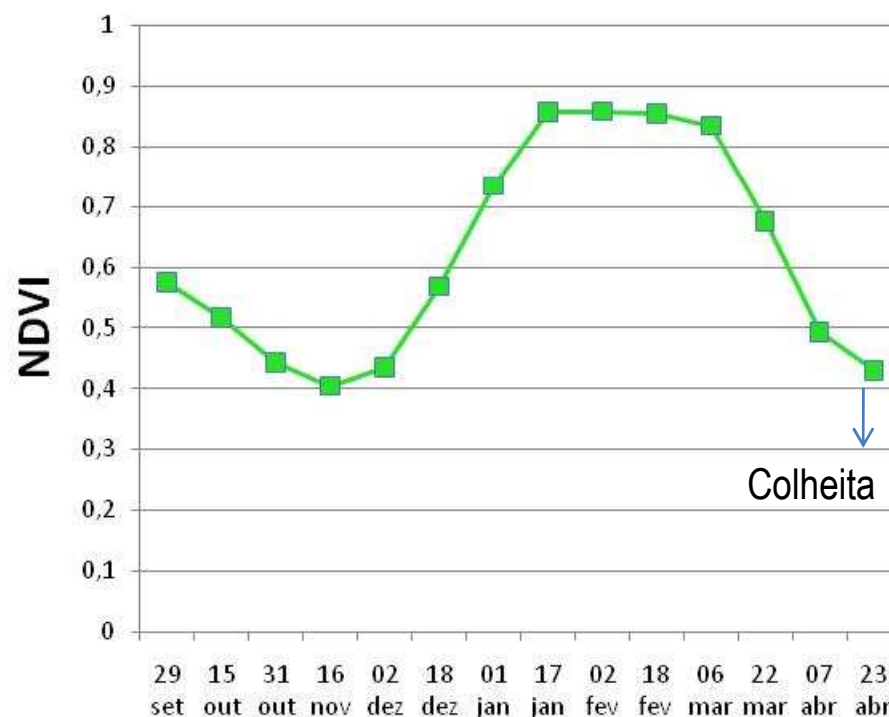
-1 0 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1



Evolução temporal de cultivos



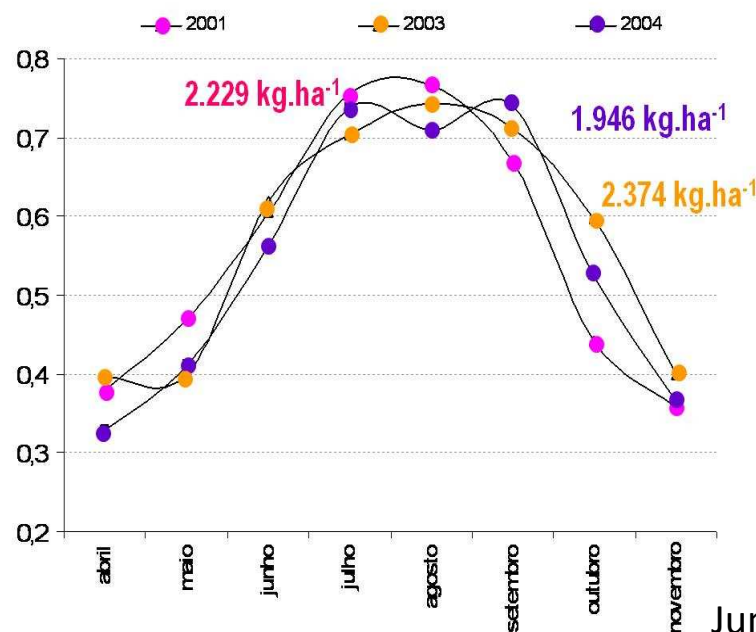
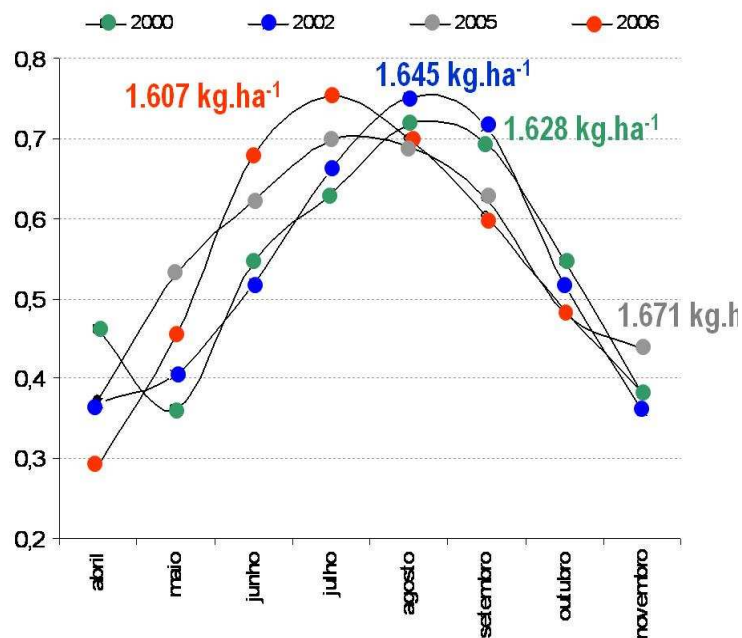
SOJA NO MUNICÍPIO DE IJUÍ/RS





Monitoramento de safras

Perfis temporais de NDVI/MODIS em anos de rendimento de grãos de **TRIGO**
inferiores a 1800 kg ha^{-1} superiores a 1800 kg ha^{-1}



Junges (2006)



Previsão de safras

Modelagem de rendimento

Representação simplificada da relação existente entre a cultura e o ambiente:
solo (características físicas e químicas);
manejo (cultivar, espaçamento, ...);
meteorológicas (hídricas, térmicas, ...)



Previsão de safras

Modelagem de rendimento

abordagem → agrometeorológica-espectral



Indicador da influência dos elementos meteorológicos sobre o rendimento.



Indicador da influência dos elementos meteorológicos e de outros elementos (manejo, pragas, doenças...) sobre o rendimento.



Previsão de safras

Modelagem agrometeorológica-espectral no Rio Grande do Sul/UFRGS

Arroz – regressão linear com seleção de variáveis por *stepwise*

Trigo – regressão linear com seleção de variáveis induzida
(relação clima-planta)

Soja - regressão linear, com termo agrometeorológico proposto
por Jensen (1968)



Modelo de rendimento para arroz

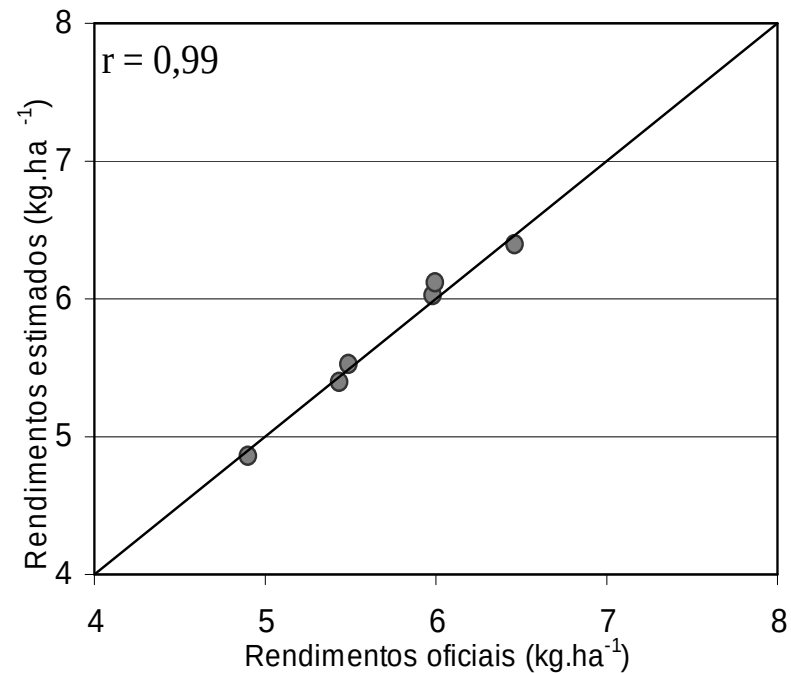
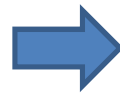
Série de ajuste
(2000 – 2006)



Seleção – *Stepwise*

Termo agrometeorológico:
Insolação (nov-dez)

Termo espectral
NDVI (dez-fev-mar)



$$Y_c = 3,707(imdez) - 7,741(immar) + 0,159(ranovdez) + 6,144(imfev) + 0,236$$

(Kreling et al., 2006)

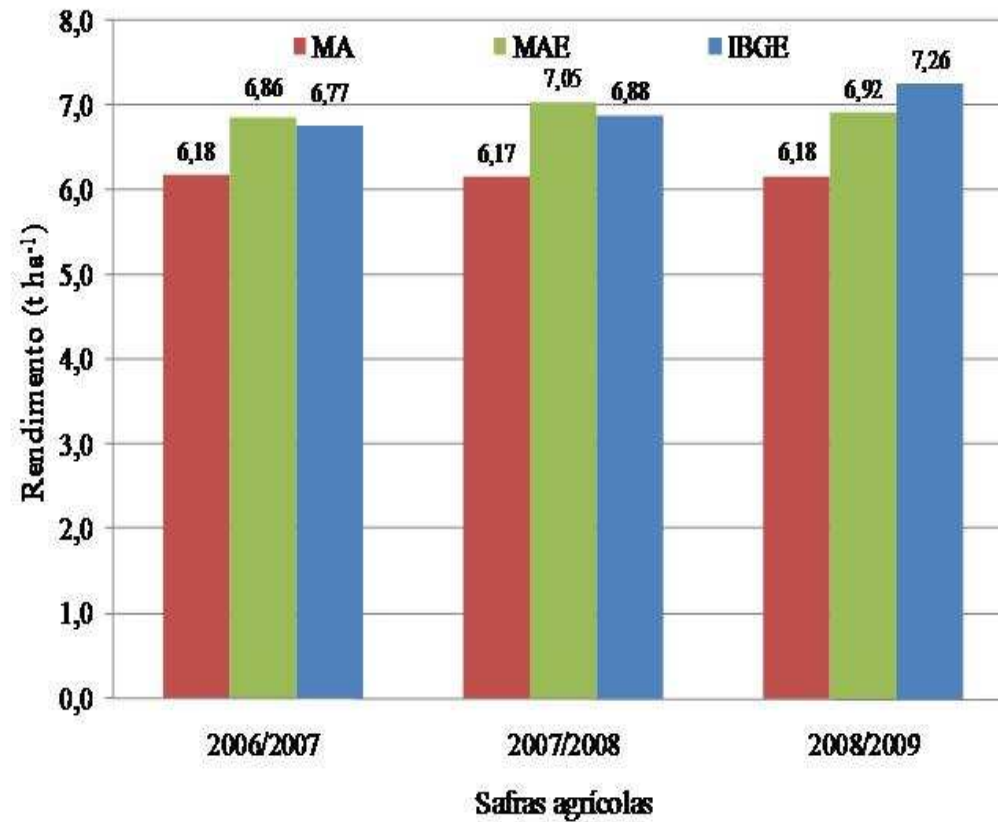


Modelo de rendimento para arroz

(Kreling al., 2009)



Série de teste
(2007 – 2009)



Modelo de rendimento para trigo

Seleção induzida de variáveis

Termo agrometeorológico:

Índice de Geada (set)

Precipitação pluvial (out)

Graus dia (mai a out)

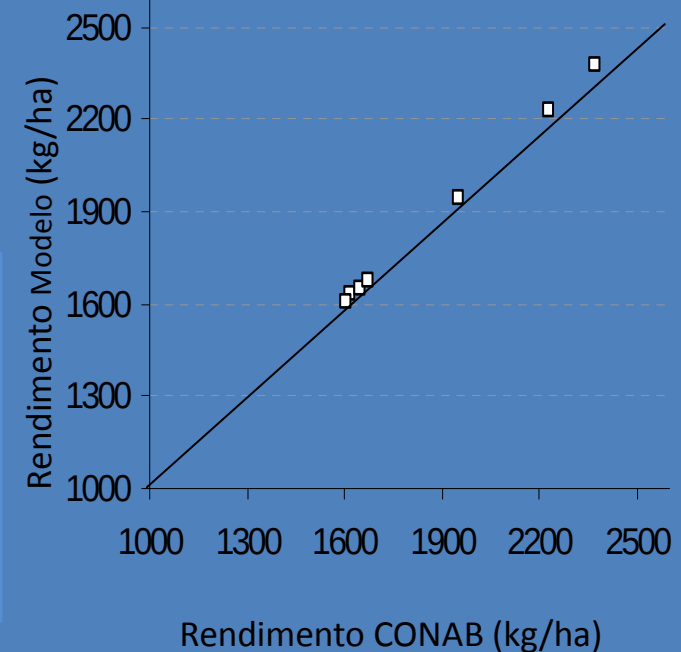
Termo espectral

NDVI



Série de ajuste
(2000 – 2006)

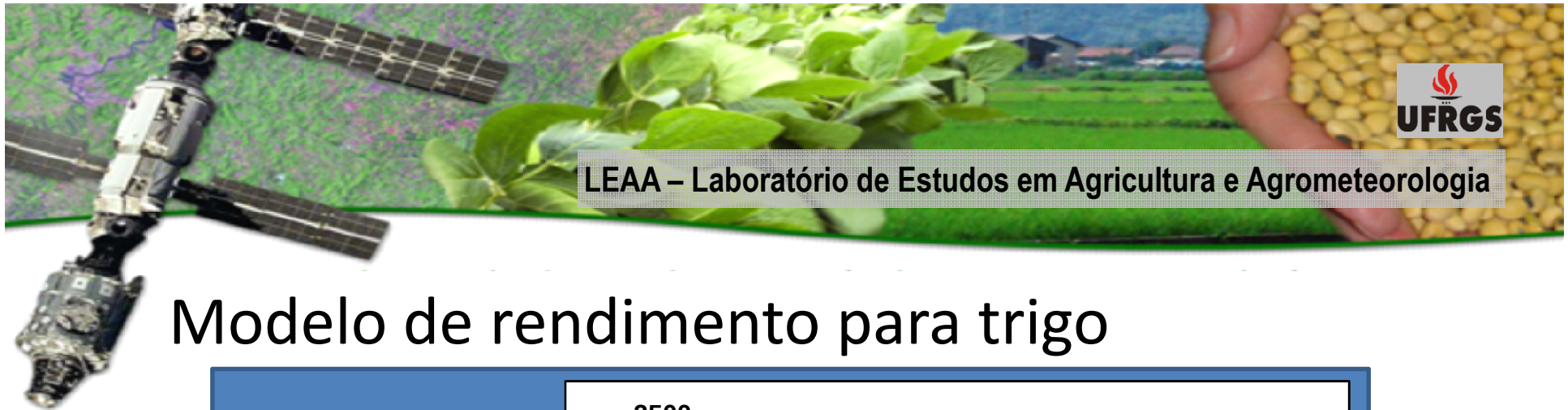
(Junges et al., 2007)



$$\text{Equação: } y = -18929 + (5,94 \cdot \text{NDVI}) - (0,41 \cdot \text{IG}) - (1,24 \cdot \text{PREC}) + (5,73 \cdot \text{GD})$$

$$R^2 = 0,99$$

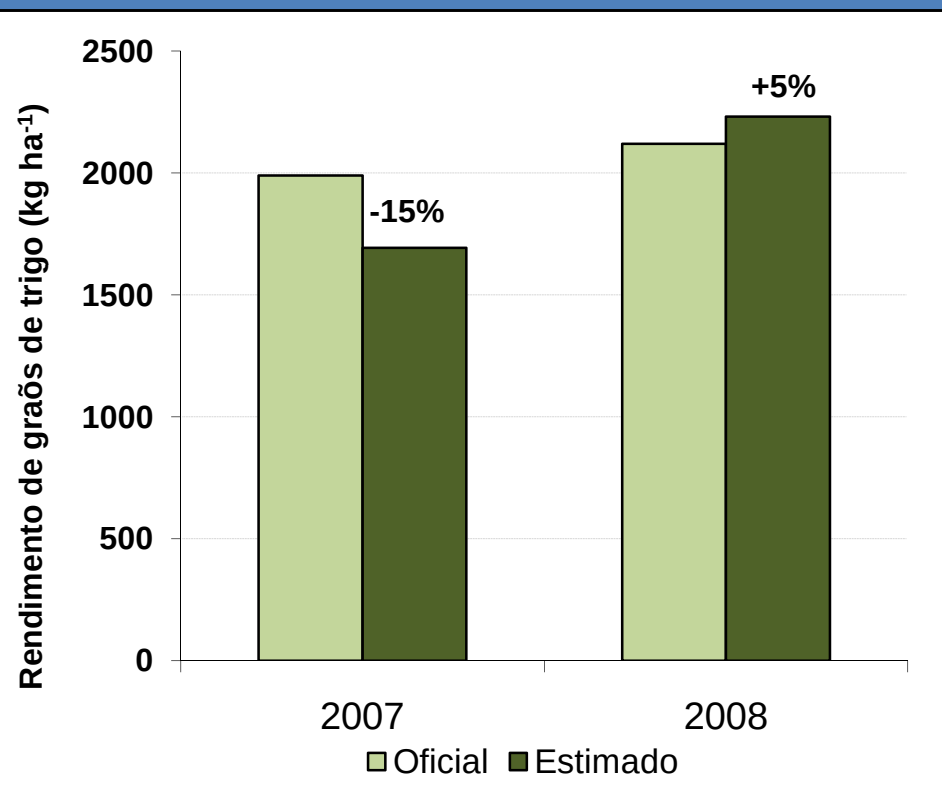
$$\text{Erro padrão} = 8,58$$



Modelo de rendimento para trigo

Série de teste
(2007 – 2008)

(Junges et al., 2009)





LEAA – Laboratório de Estudos em Agricultura e Agrometeorologia

Modelo de rendimento para soja

Seleção induzida de variáveis

Termo espectral:
NDVI (fev-mar)

$$Y = a_0 + a_1 TA + a_2 TE$$

Série de ajuste
(2001 – 2008)

Termo agrometeorológico:
Evapotranspiração relativa (nov-mar)
(Jensen, 1968)

$$TA = Y_m \prod_{i=1}^n \left(\frac{ET_r}{ET_o} \right)^{\lambda_i}$$



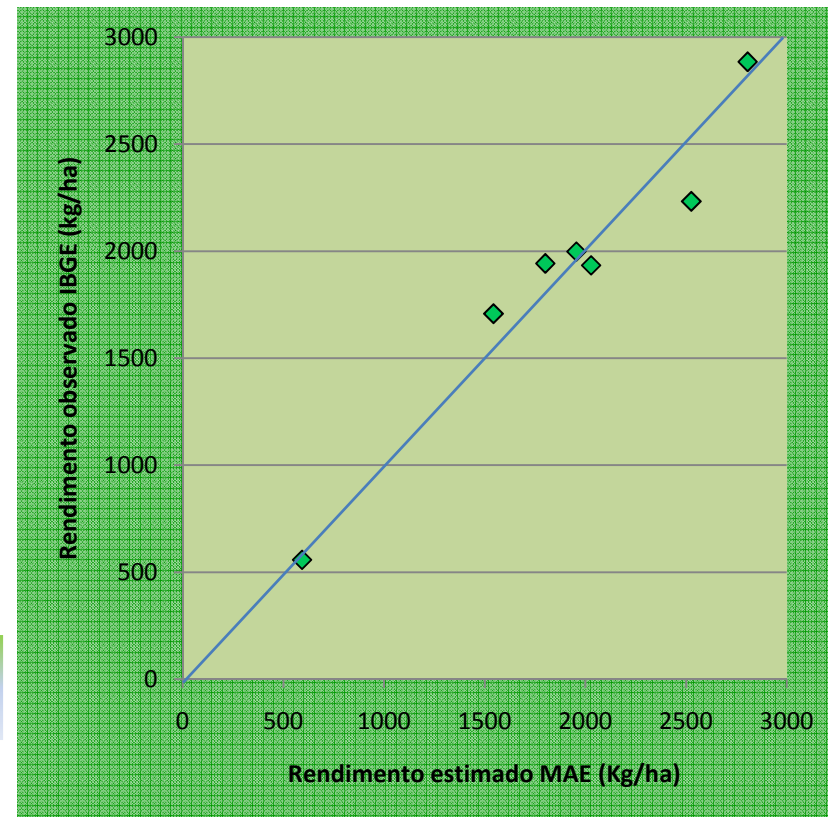


Modelo de rendimento para soja



$$Y = -1,698 + 0,66 TA + 2,78 TE$$

$$R^2=0,951$$





Considerações Finais

Os métodos envolvendo o uso de imagens de satélite em estimativas de safras agrícolas são robustos, sendo úteis tanto para estimativas de área cultivada, como de rendimento de grãos em escala regional;



Considerações Finais

Os métodos são de simples aplicação, atendendo à demanda por operacionalização de ações (informações para grandes regiões, em tempo hábil e compatível com cronograma dos levantamentos oficiais);



Considerações Finais

- Existem limitações ao uso das Máscaras de Cultivo para estimativa de área cultivada:
- Uso possível em culturas com calendário bem definido
 - Uso possível em lavouras com área compatível com a resolução espacial → MODIS = 6,24 ha



Considerações Finais

O que falta fazer?

- Construção de máscara para trigo (distinção de outros cereais de inverno)
- Detalhamento dos modelos e ampliação para outras culturas (milho??)
- Dados meteorológicos (agilizar)
- Outros...



LEAA – Laboratório de Estudos em Agricultura e Agrometeorologia



Obrigada

Denise Cybis Fontana
dfontana@ufrgs.br