



LEAA – Laboratório de Estudos em Agricultura e Agrometeorologia

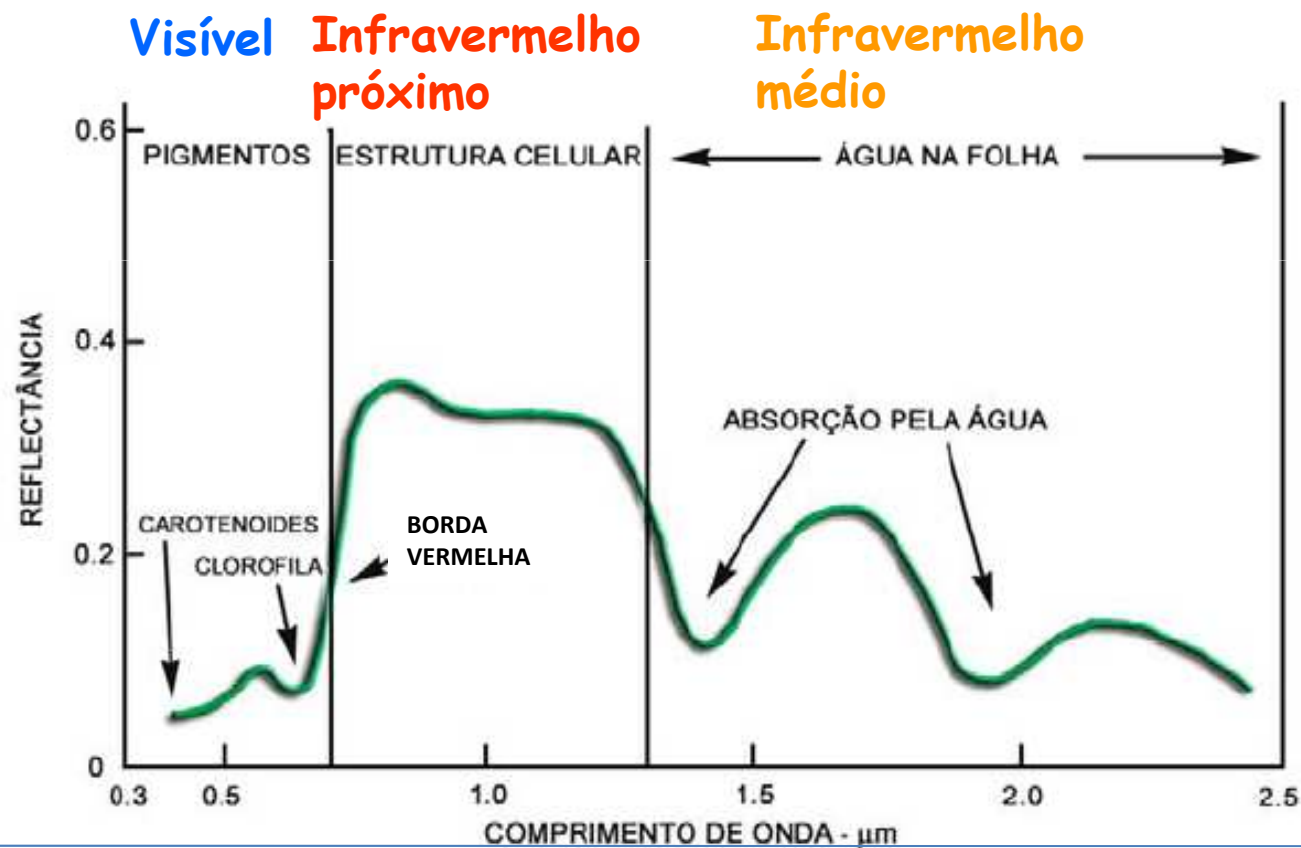


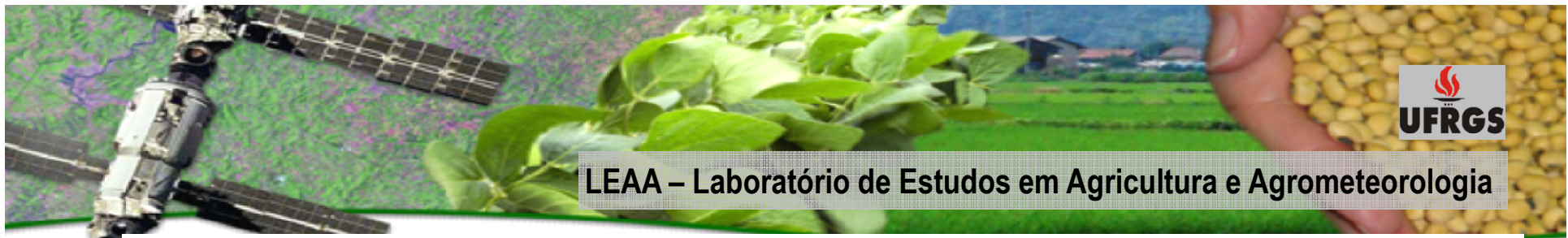
Roteiro de aula

- ✓ Índices de Vegetação
- ✓ Composição de máximo valor (CMV)
- ✓ Perfis temporais
 - Estudos agrícolas
 - Estudos ambientais
 - Estudos climáticos
- ✓ Exercício prático



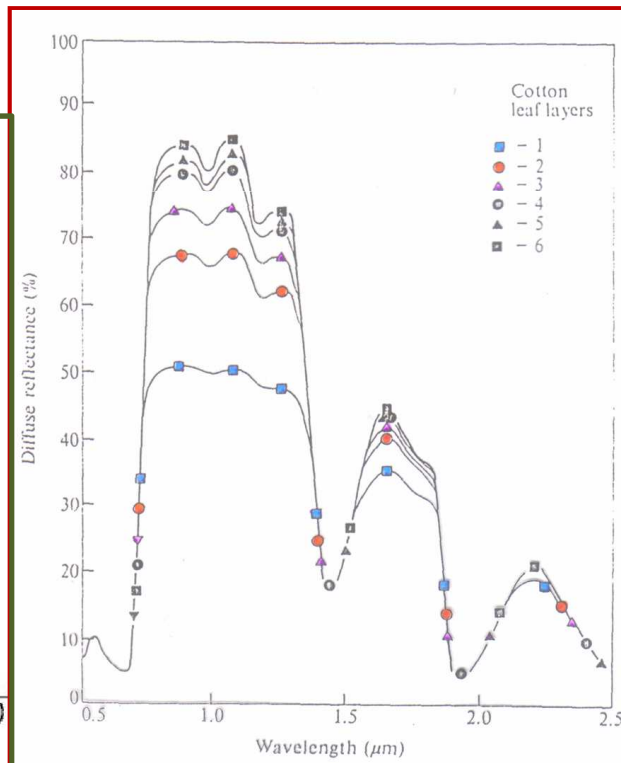
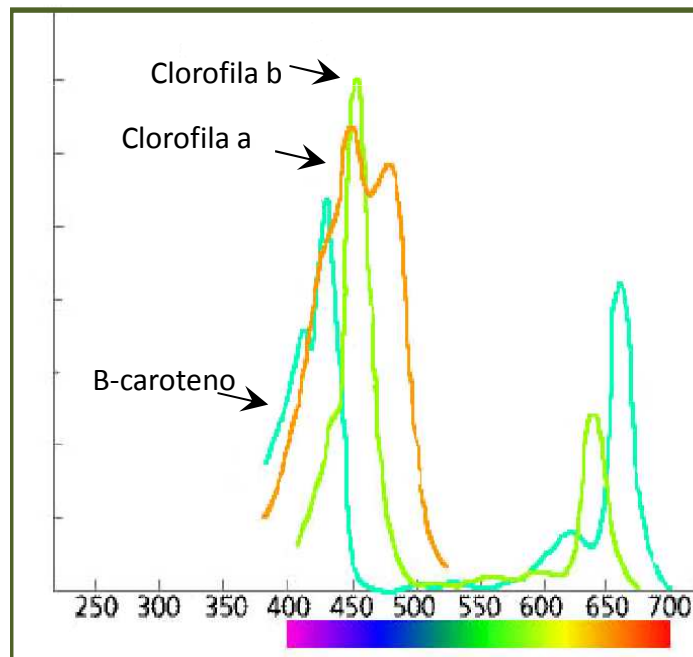
Curva da reflectância de uma folha verde



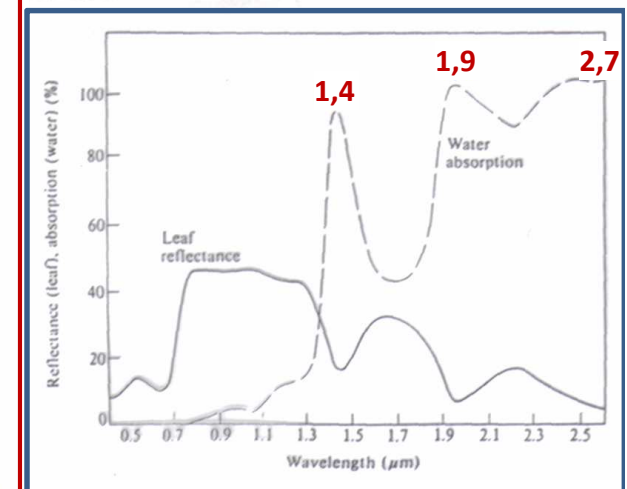


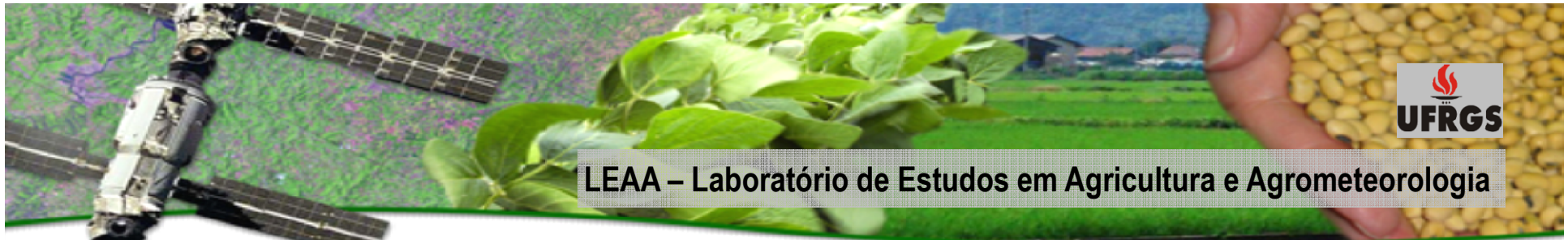
Infravermelho próximo (estrutura interna + efeito aditivo)

Visível (pigmentos)

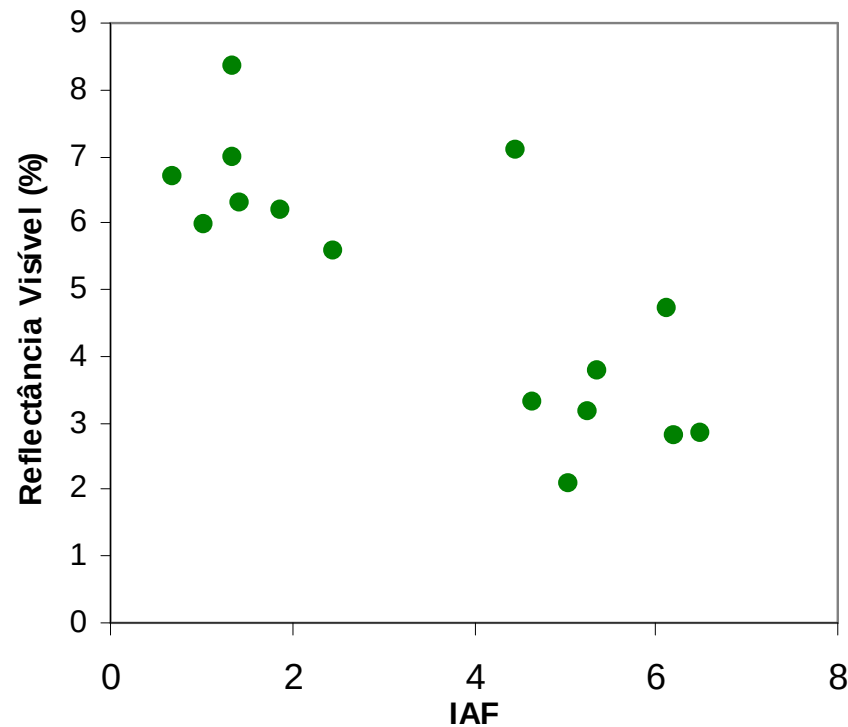


Infravermelho médio (água)

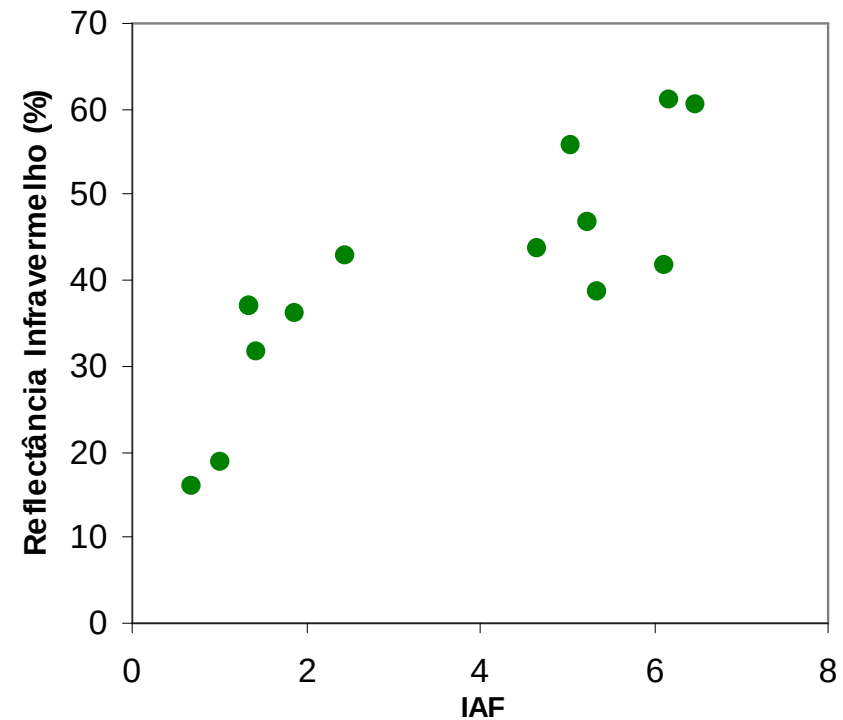




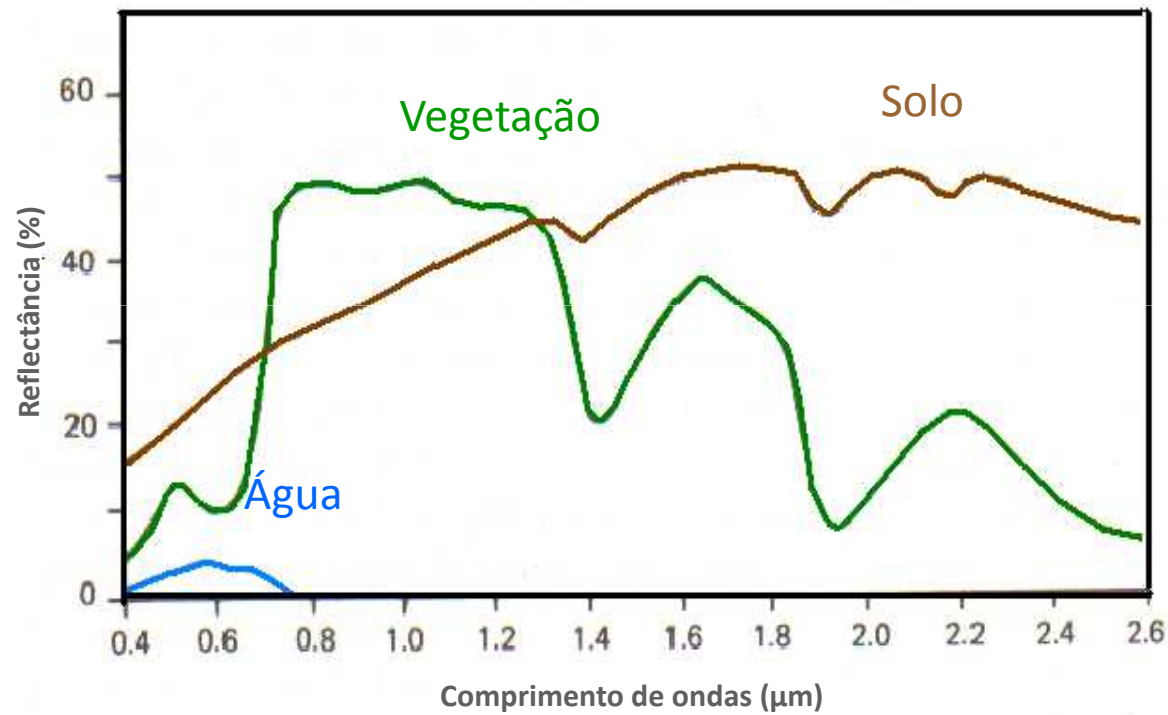
Visível



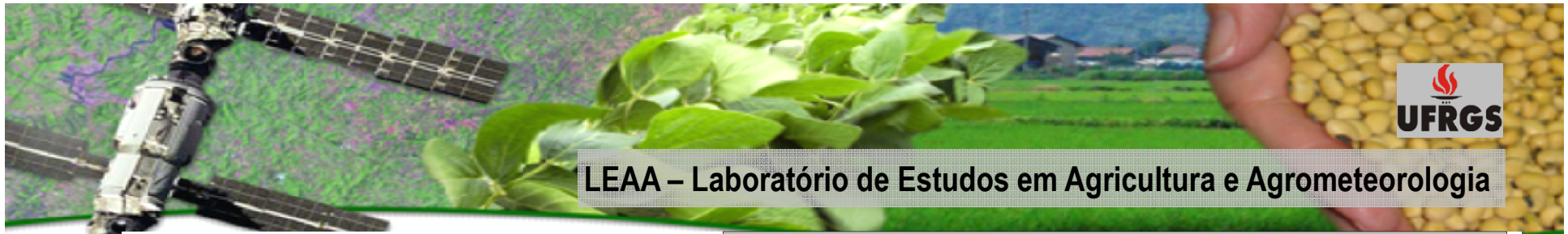
Infravermelho



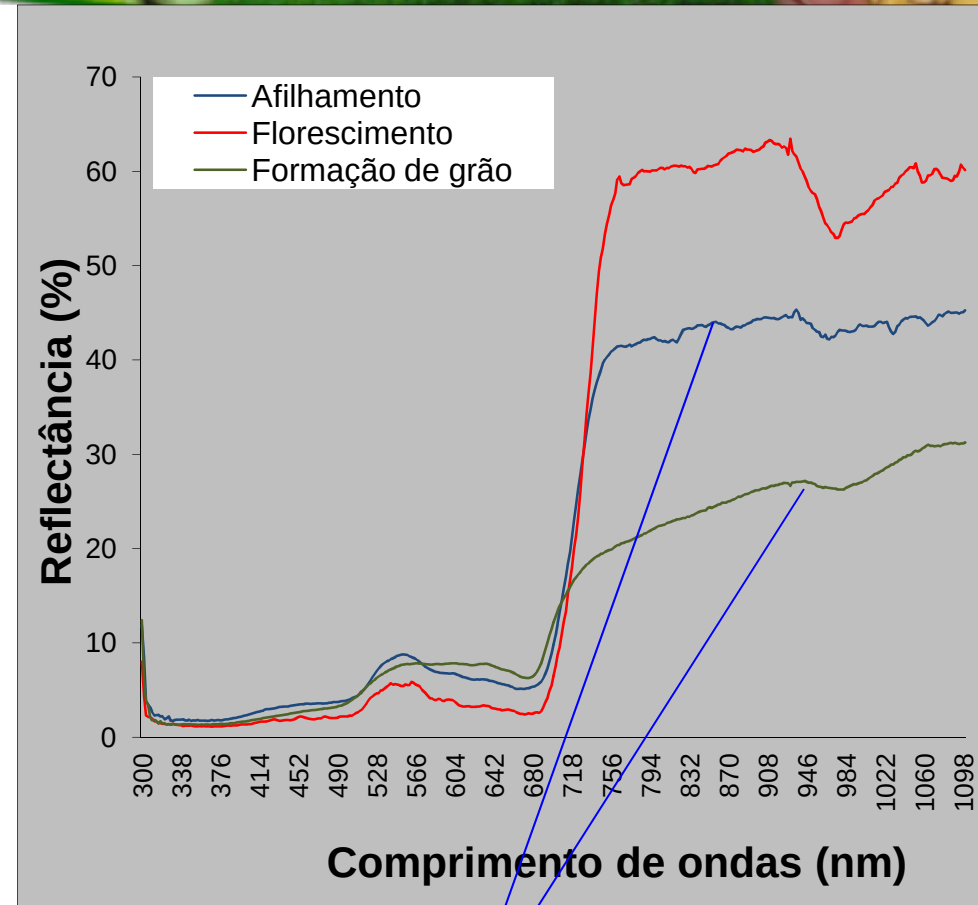
Reflectância, na porção do visível e do infravermelho, para o dossel de soja em função do índice de área foliar (IAF), EEA-UFRGS, Eldorado do Sul (Almeida et al., 2005).



Curva característica da reflectância de alvos

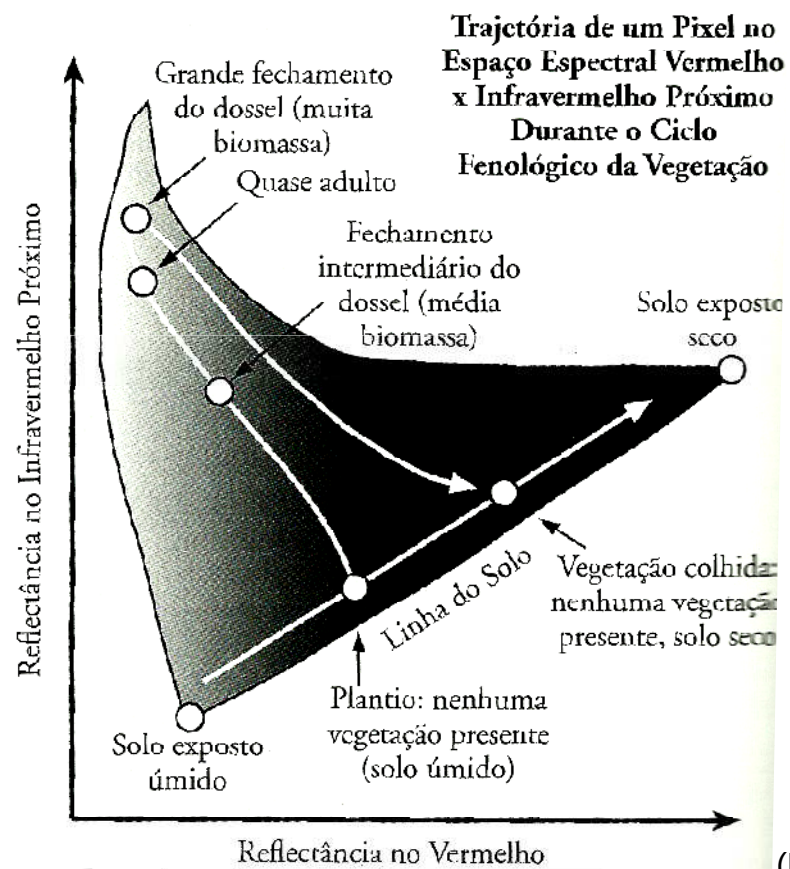


- Reflectância em função das etapas do desenvolvimento da cultura do trigo

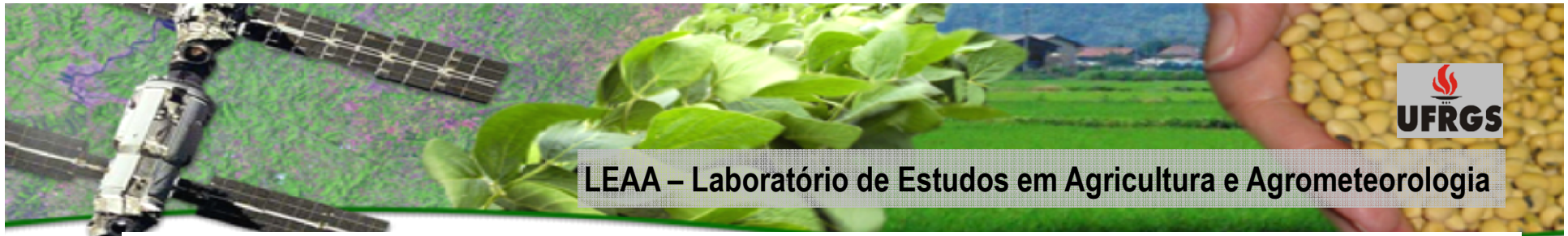


Mistura → vegetação + solo

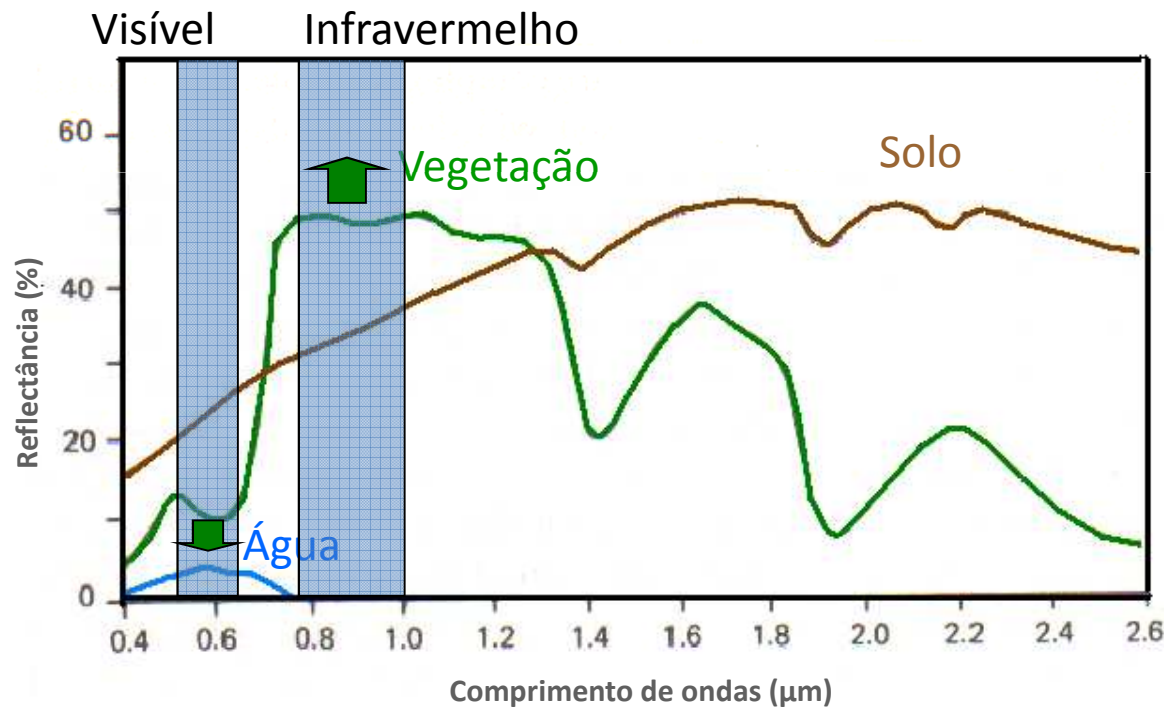
Migração de um pixel de vegetação agrícola no espaço multiespectral do V e IVP



(Fonte: Jensen, 2009)



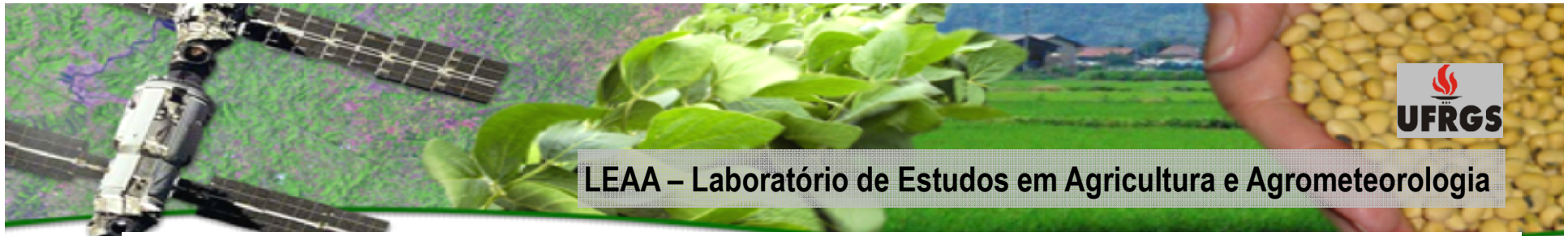
Índices de vegetação



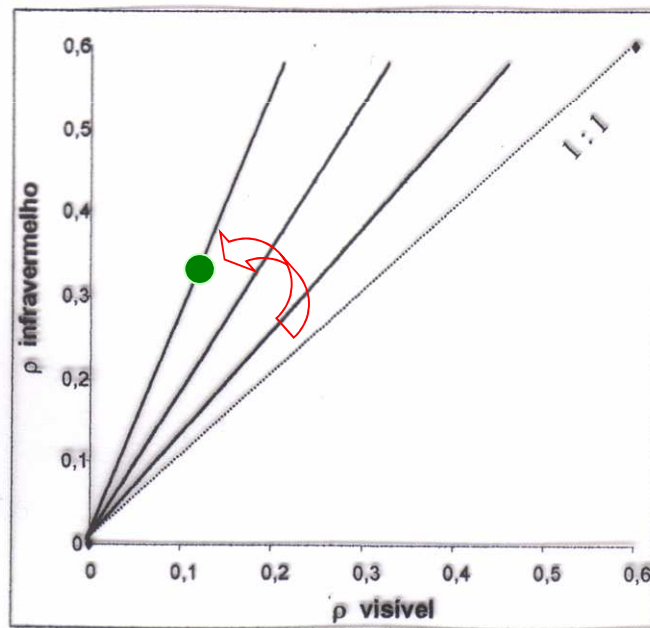
Curva característica da reflectância de alvos

Medidas radiométricas da quantidade, estrutura e condição da vegetação;

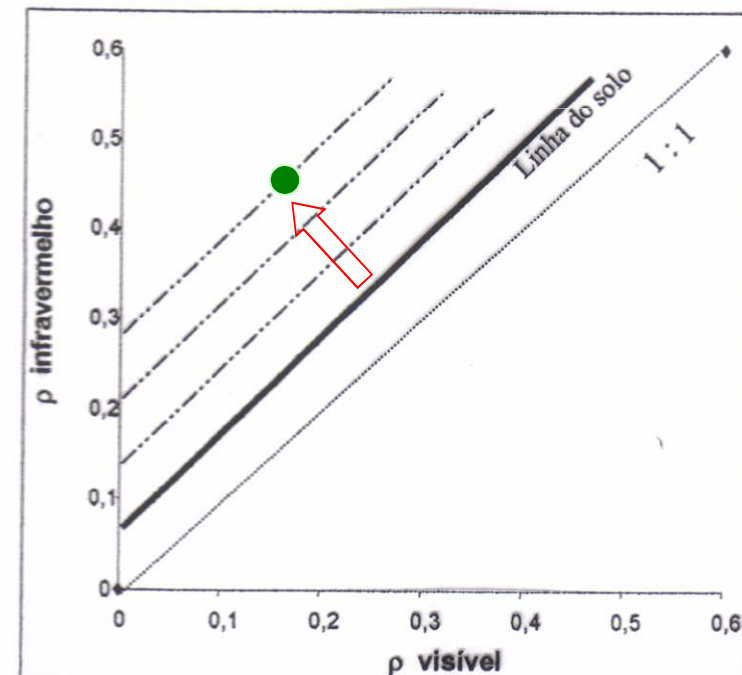
Combinações lineares de bandas espectrais (visível e infravermelho)

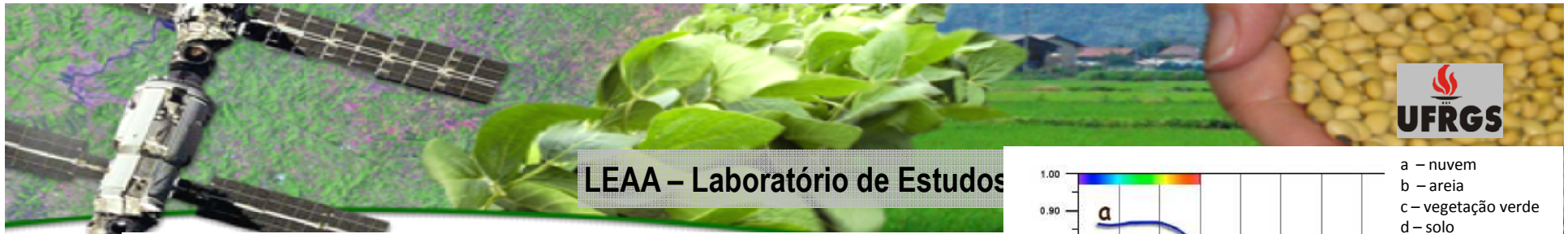


1. Razão entre bandas
Índices de vegetação por inclinação
(retas com diferentes inclinações)



2. Combinação linear entre bandas
Índices de vegetação por distância, em
relação ao padrão espectral do solo
descoberto





NDVI - Índice de vegetação por diferença normalizada (Rouse et al, 1973)

$$NDVI = \frac{(\rho_{IV} - \rho_V)}{(\rho_{IV} + \rho_V)}$$

Valores típicos:

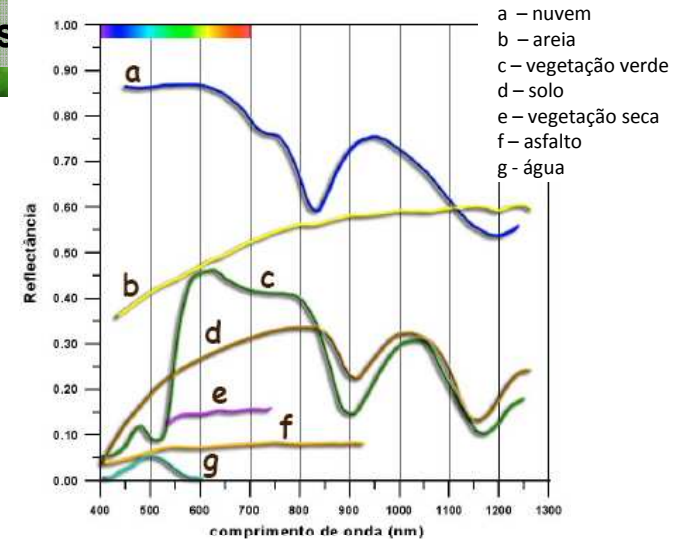
Nuvens, água e neve apresentam valores de reflectância maiores no visível do que no infravermelho - **NDVI negativos**.

Rochas e solo descoberto têm valores similares de reflectância nestes dois comprimentos de onda - **NDVI próximos a zero**.

Vegetação - **NDVI entre 0,3 e 1**

Altos valores são associados com altas densidades de vegetação saudável.

Efeitos atmosféricos (espalhamento por poeiras, aerossóis, gases atmosféricos e nuvens dentro do pixel) - aumenta a reflectância na banda do visível em relação a banda do infravermelho - **reduz NDVI**.



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

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

Influência do Fundo

Influência da atmosfera

Produto
MOD13Q1

NDVI e EVI



“CMV”



CMV – *Composição de Máximo Valor*

- ✓ O valor de cada pixel representa o máximo valor observado ao longo de um período definido;
- ✓ Período de composição – 7, 10, 16, 30... dias;
- ✓ Desenvolvido por Holben (1986);
- ✓ É uma solução proposta para a presença de nuvens e outras influências atmosféricas, minimizando efeitos de atenuação;
- ✓ Minimiza também problemas de geometria de aquisição da imagem (ângulo solar,...);



CMV – *Composição de Máximo Valor*

- ✓ CMV aplicado a imagens de índice de vegetação permite acompanhamento temporal → monitoramento regional da biomassa
- ✓ As composições tendem a expressar apenas variações significativas da vegetação
- ✓ Índices mais utilizado NDVI e EVI



CMV – *Composição de Máximo Valor*

Satélites mais utilizados

NOAA, SPOTVegetation, MODIS

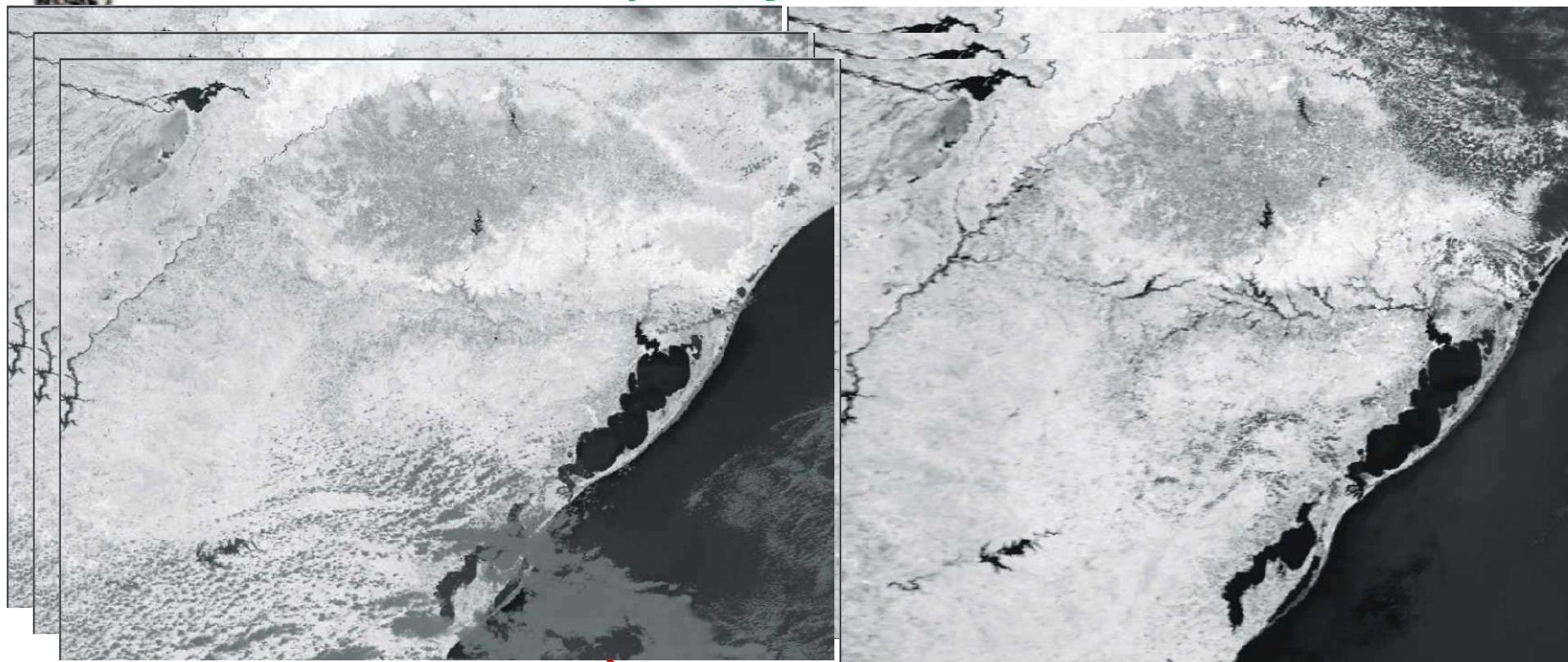


Resolução espectral adequada (IVs)

Alta resolução temporal

Baixa ou moderada resolução espacial

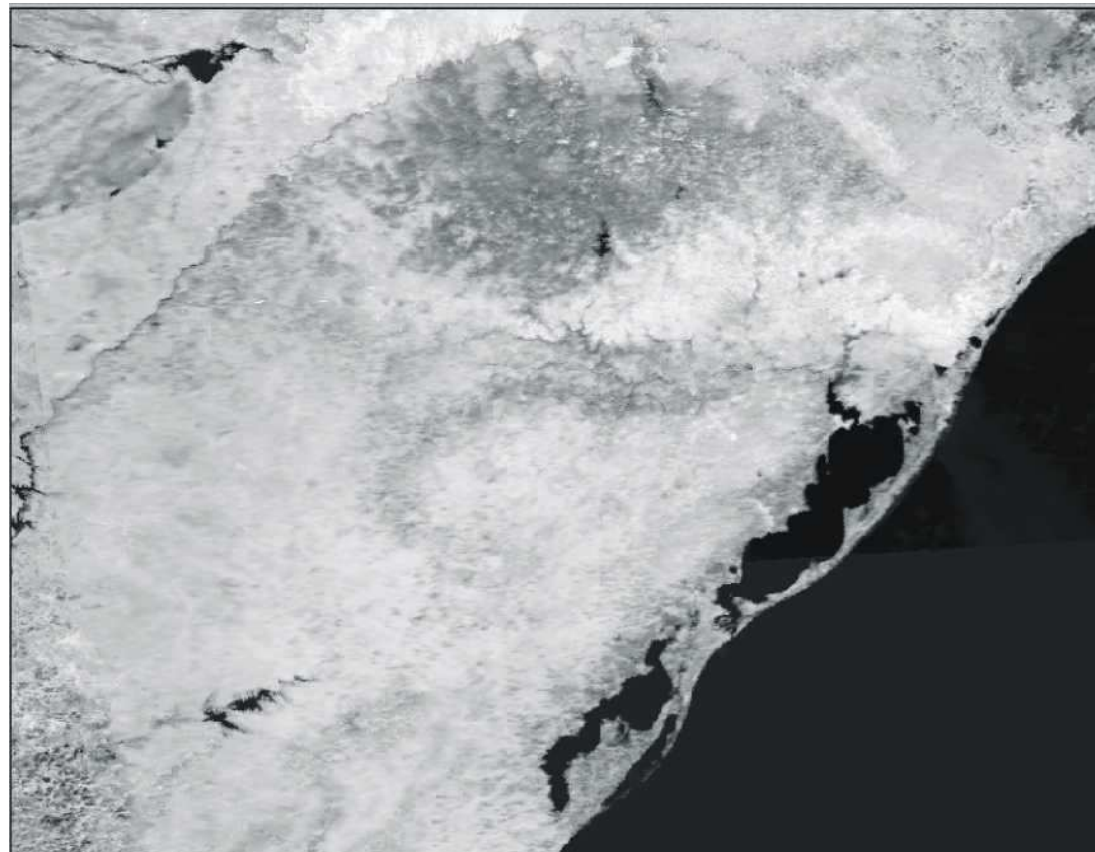
CMV – *Composição de Máximo Valor*



Nuvens



CMV – *Composição de Máximo Valor*



CMV – *Composição de Máximo Valor*

Construção de Perfis Temporais

- Representação gráfica da seqüência temporal dos valores de IVs
- São indicadores das condições de desenvolvimento da vegetação, as quais são grandemente afetadas pelas condições meteorológicas
- São utilizados para:
 - estudos agrícolas (monitoramento e previsão de safras)
 - estudos ambientais (mudança de uso e cobertura do solo)
 - estudos climáticos (mudanças climáticas globais)



LEAA – Laboratório de Estudos em Agricultura e Agrometeorologia



CMV em estudos agrícolas “monitoramento”



Máscaras de cultivo

Objetivo:

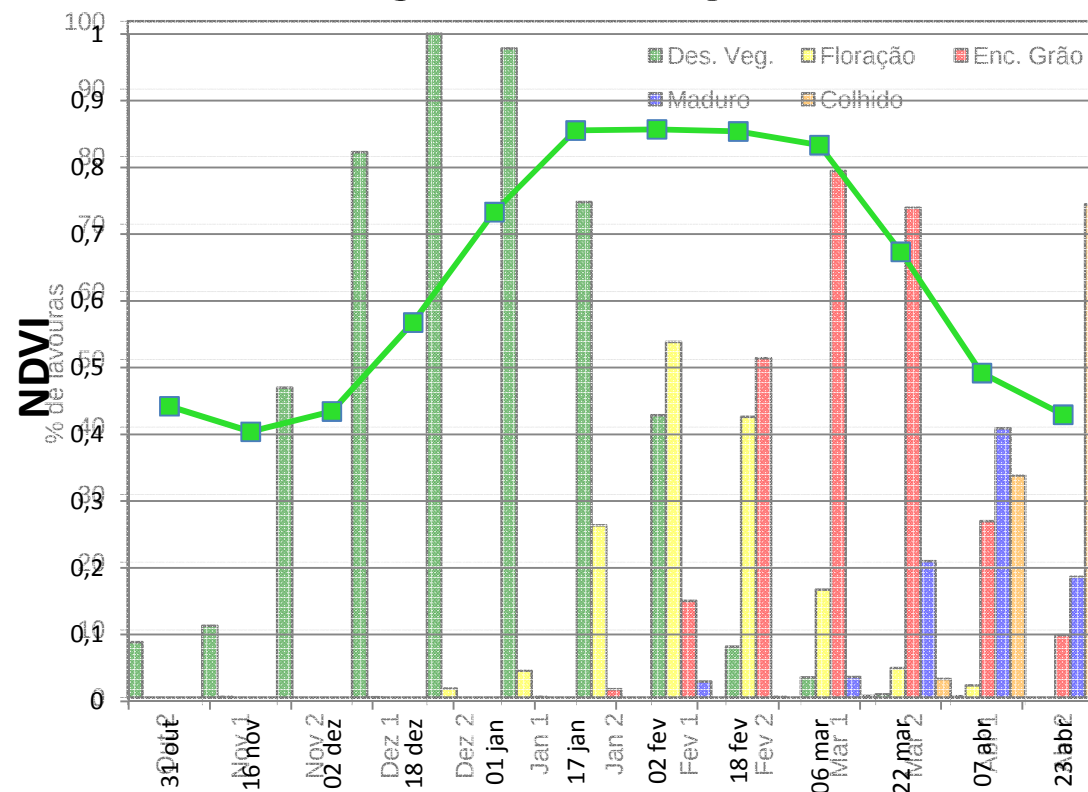
Identificação de áreas ocupadas pelo alvo de interesse, no caso culturas anuais.

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



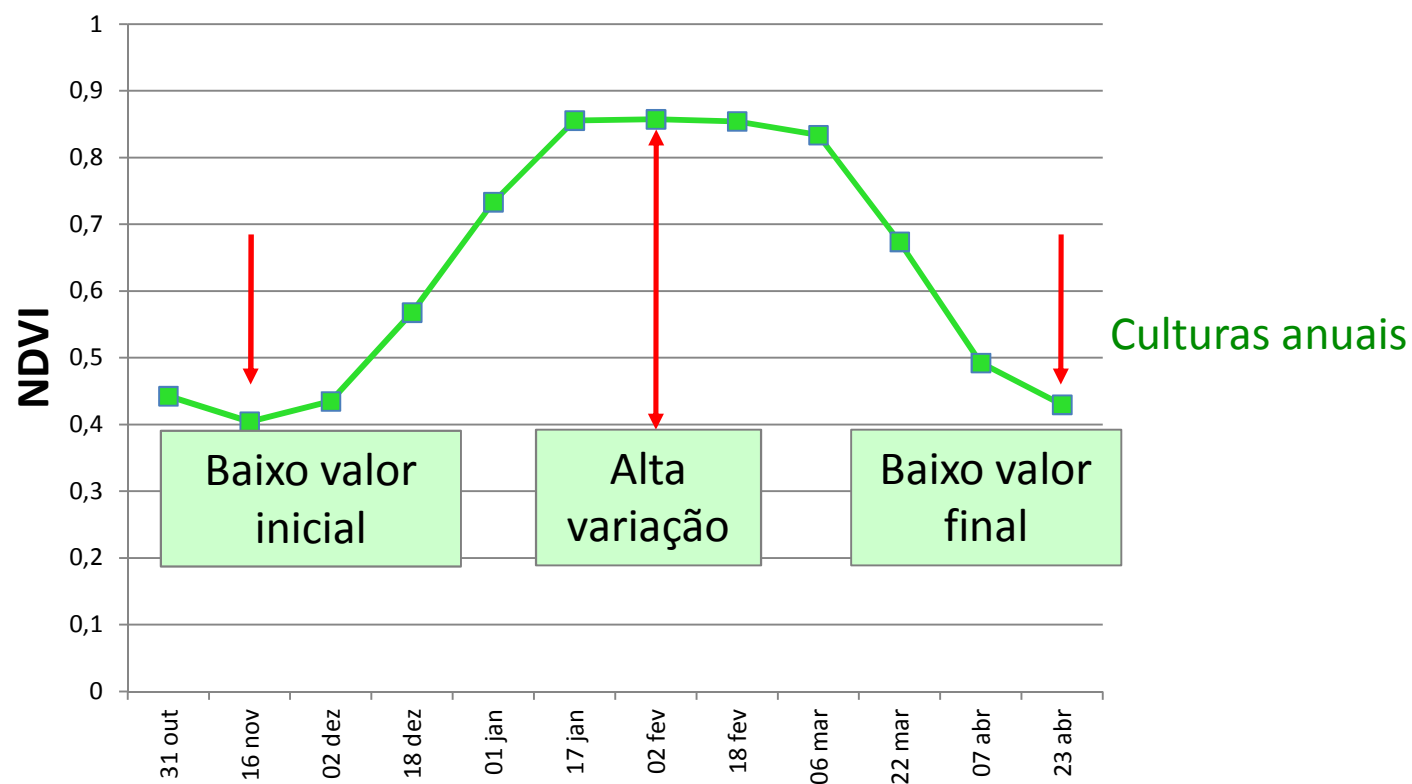
LEAA – Laboratório de Estudos em Agricultura e Agrometeorologia

Evolução temporal de cultivos



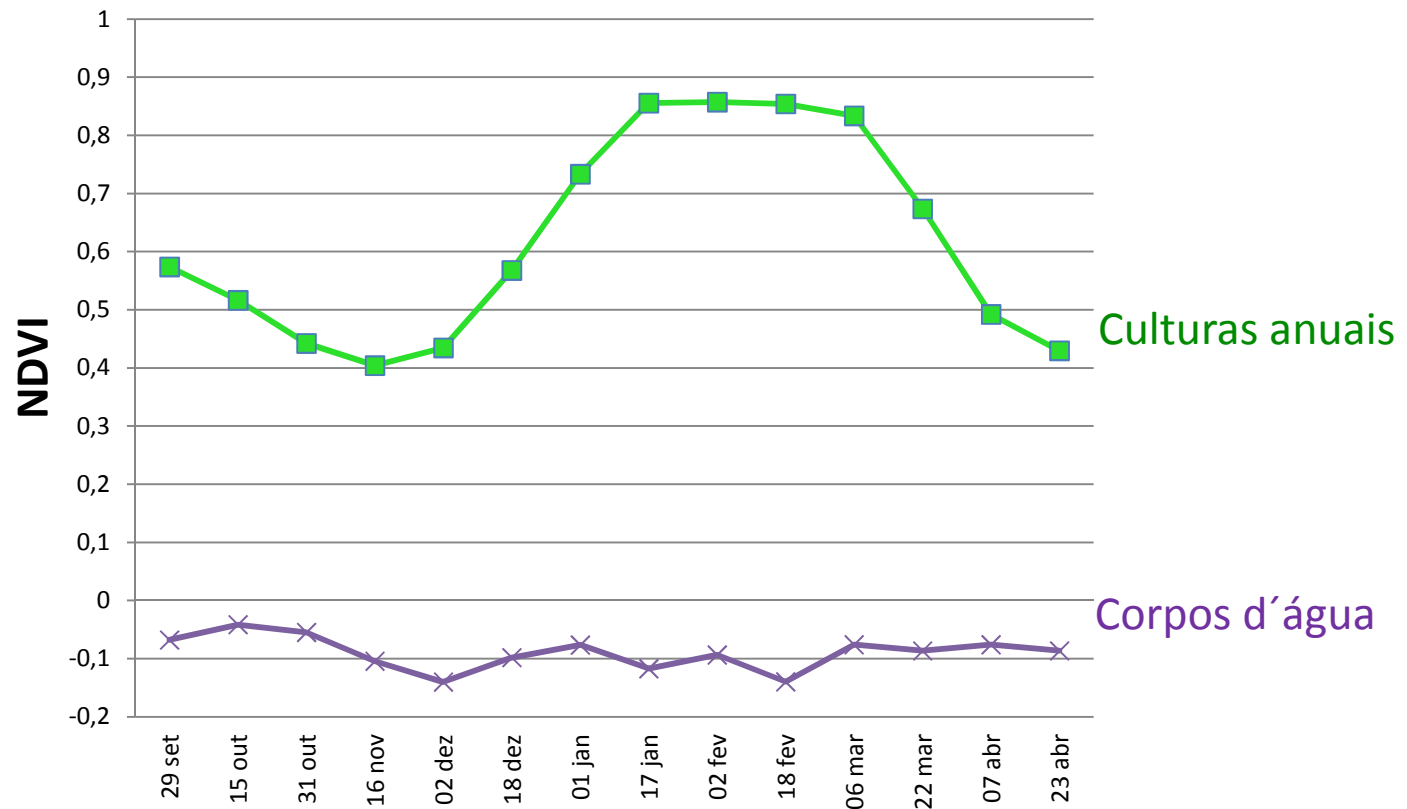
Calendário agrícola da região de Ijuí – EMATER/RS

Máscara de cultivos





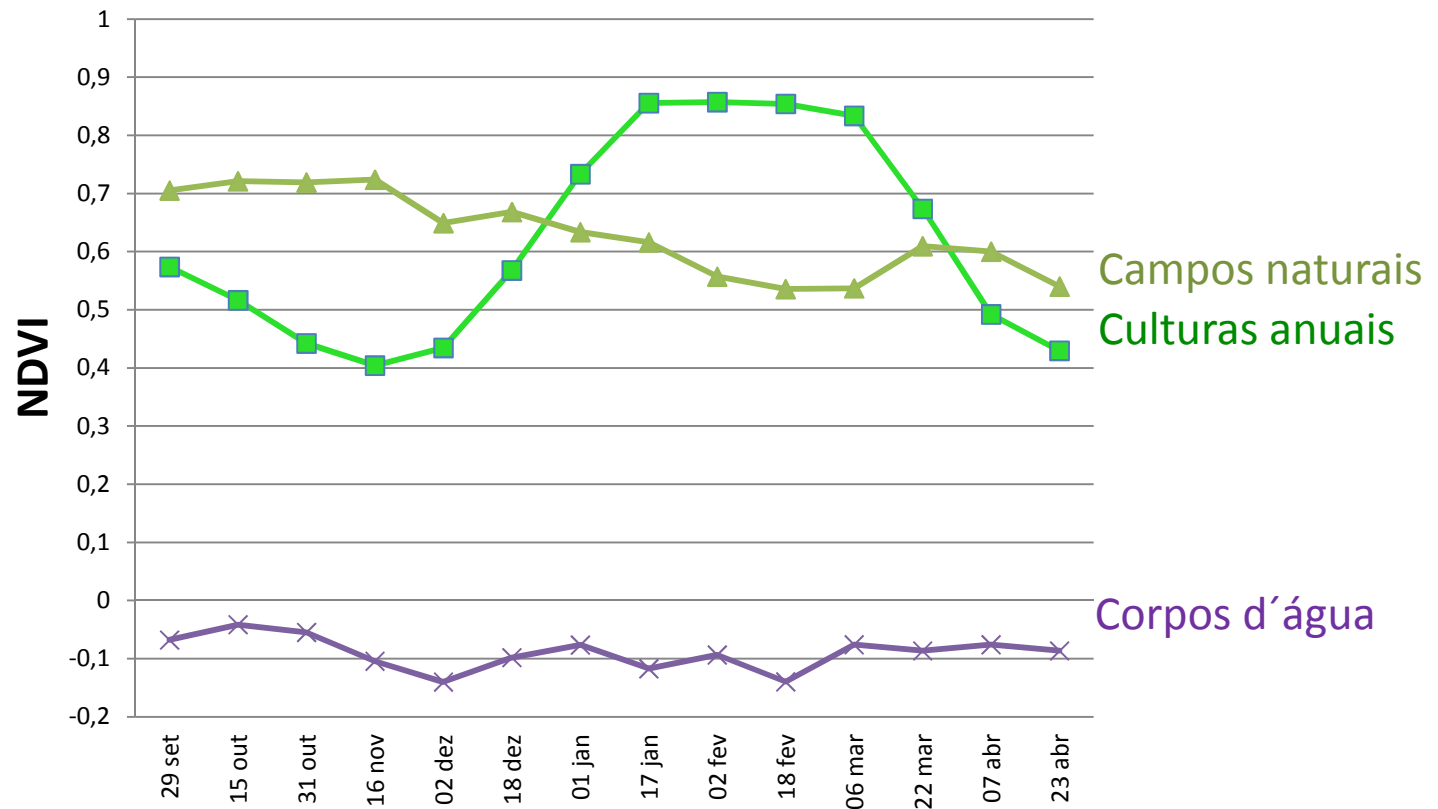
Máscara de cultivos





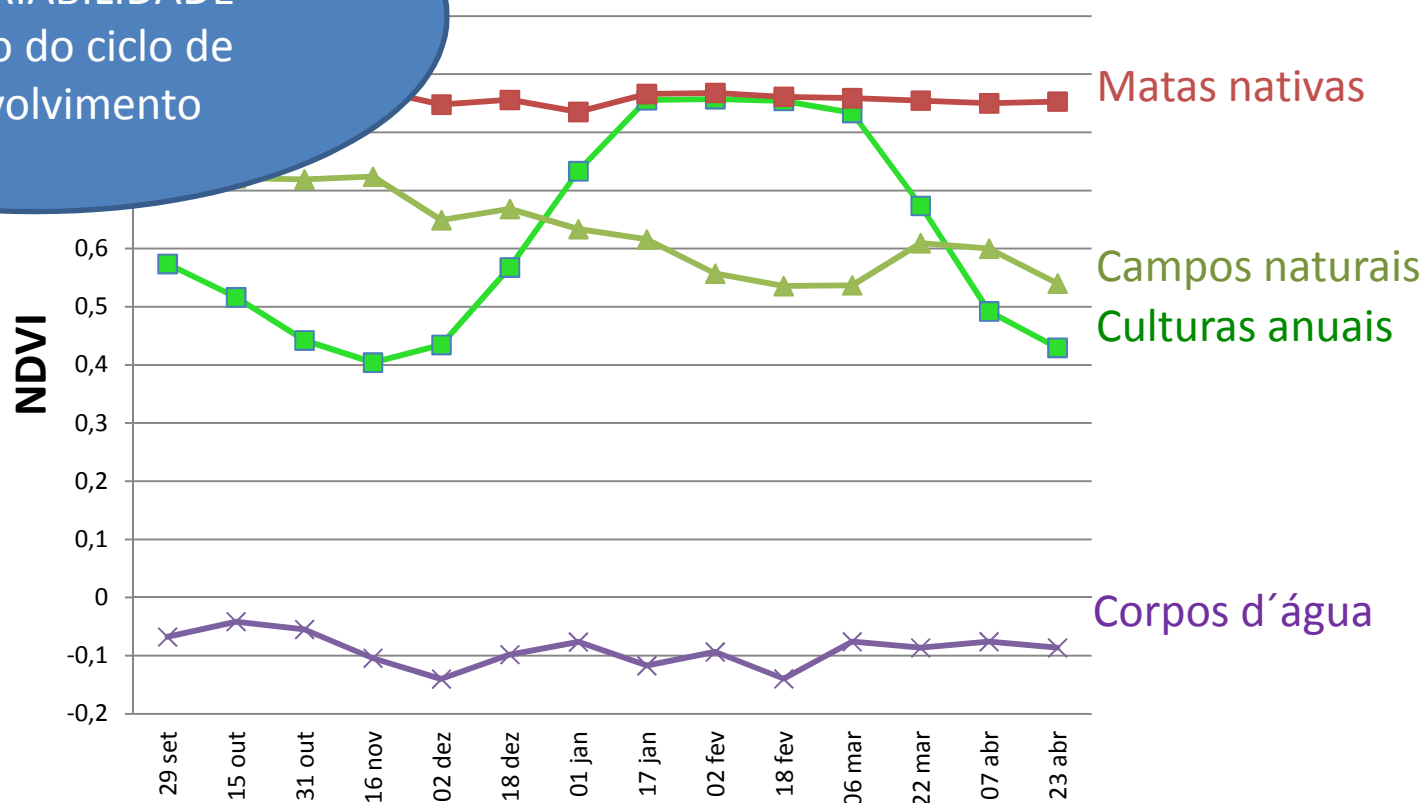
LEAA – Laboratório de Estudos em Agricultura e Agrometeorologia

Máscara de cultivos



Máscara de cultivos

Culturas anuais apresentam
ALTA VARIABILIDADE
ao longo do ciclo de
desenvolvimento





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

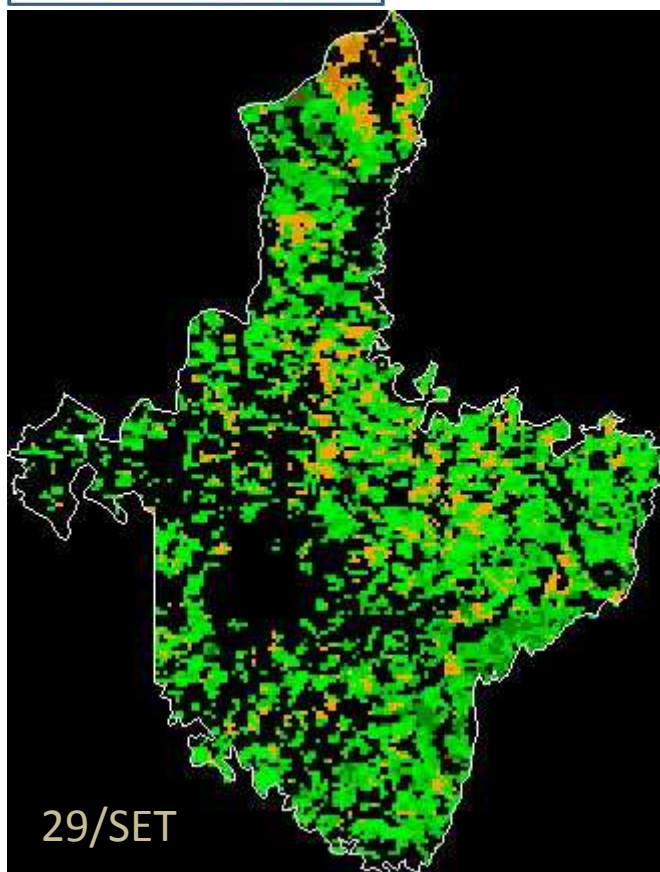
Estimar rendimento → Modelagem

NDVI

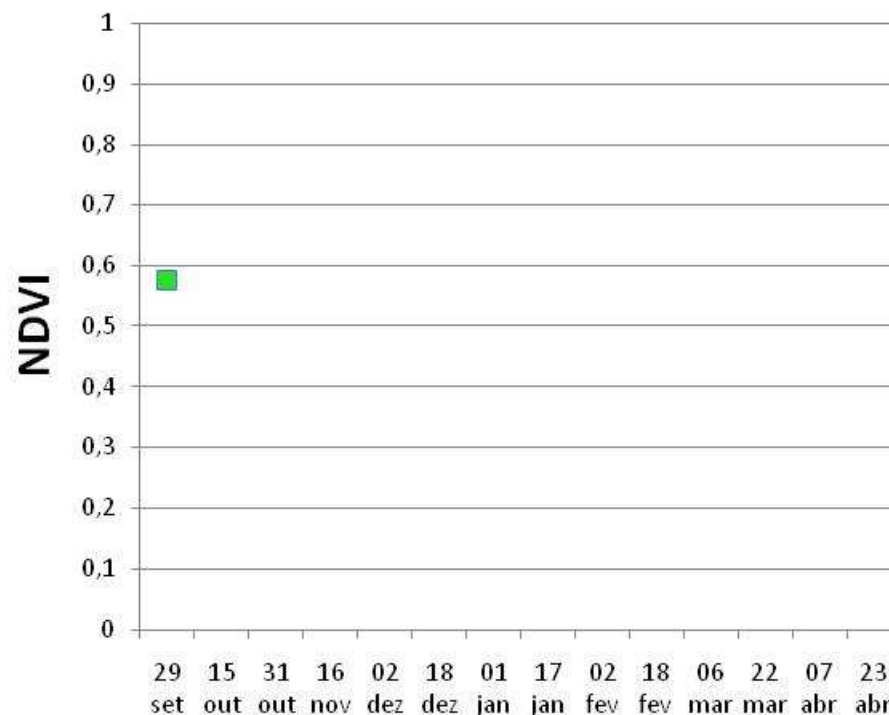
-1 0 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1



Evolução temporal de cultivos



SOJA NO MUNICÍPIO DE IJUÍ/RS

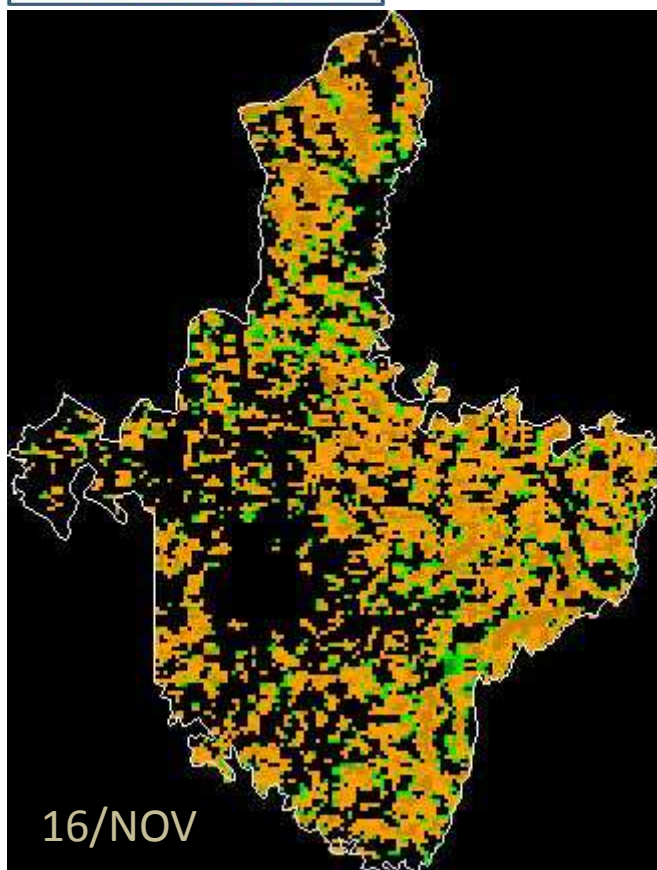


NDVI

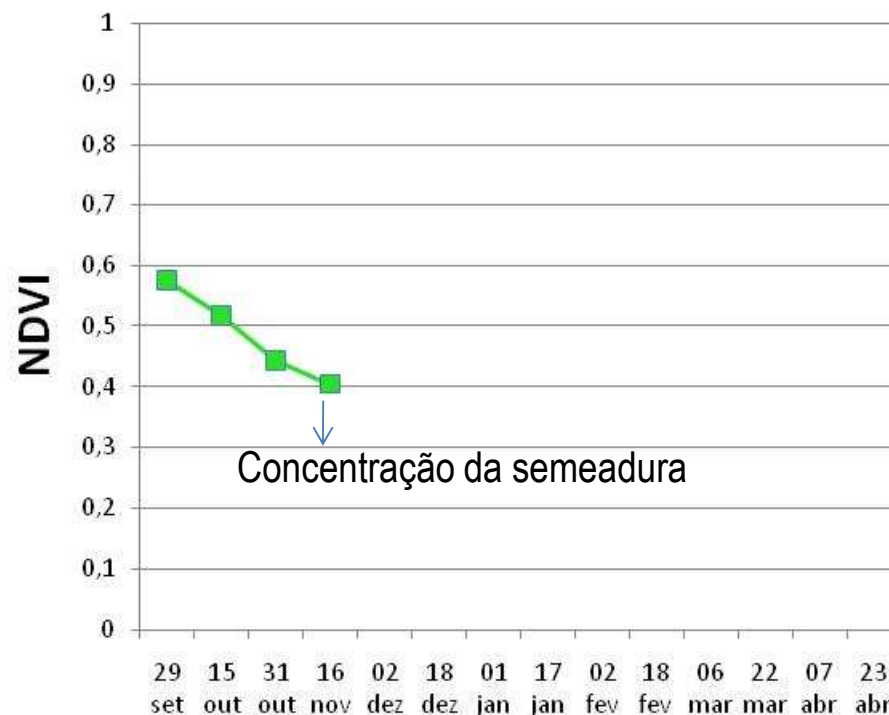
-1 0 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1



Evolução temporal de cultivos



SOJA NO MUNICÍPIO DE IJUÍ/RS

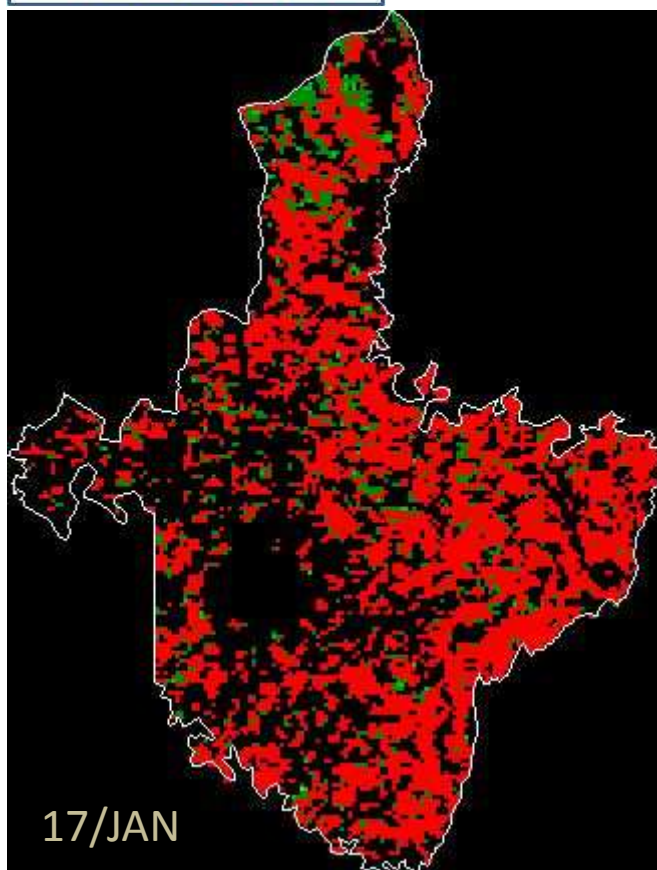


NDVI

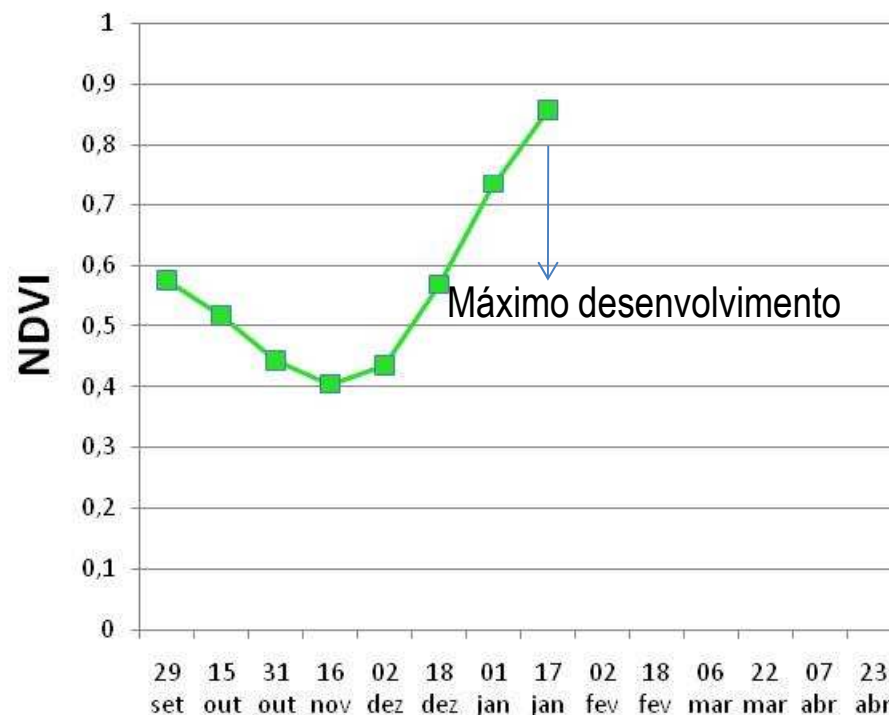
-1 0 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1



Evolução temporal de cultivos



SOJA NO MUNICÍPIO DE IJUÍ/RS

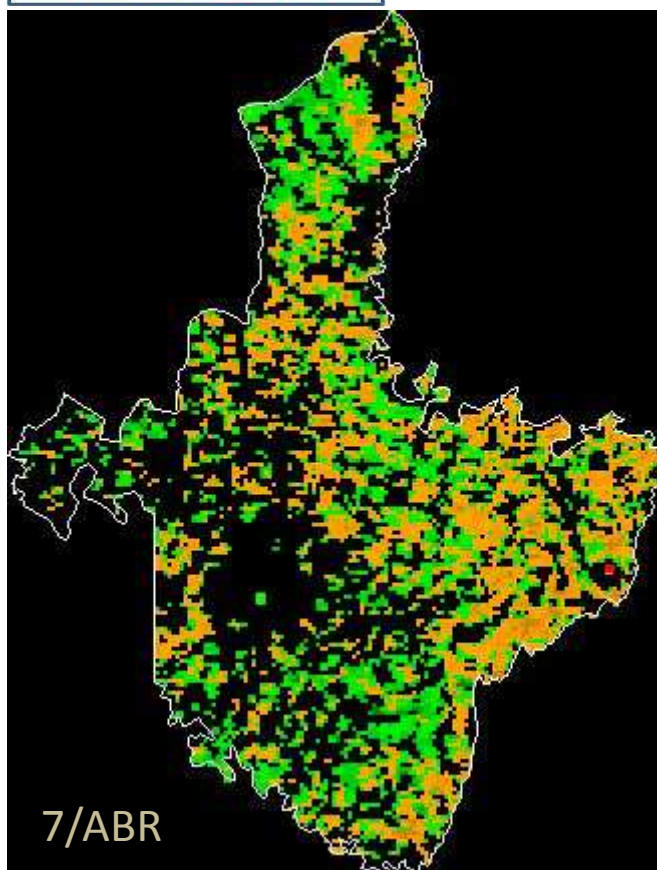


NDVI

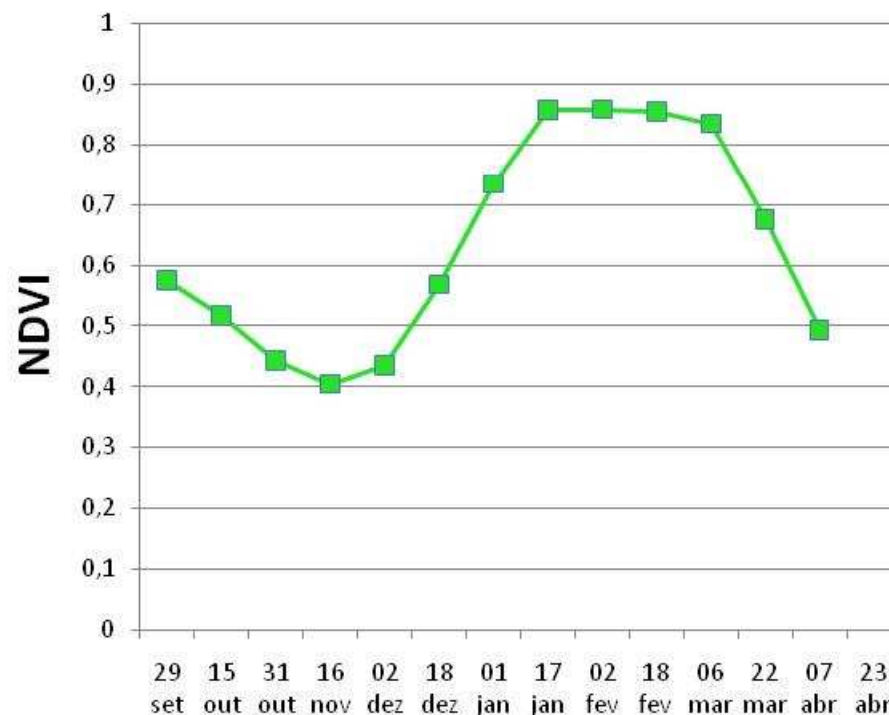
-1 0 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1



Evolução temporal de cultivos



SOJA NO MUNICÍPIO DE IJUÍ/RS

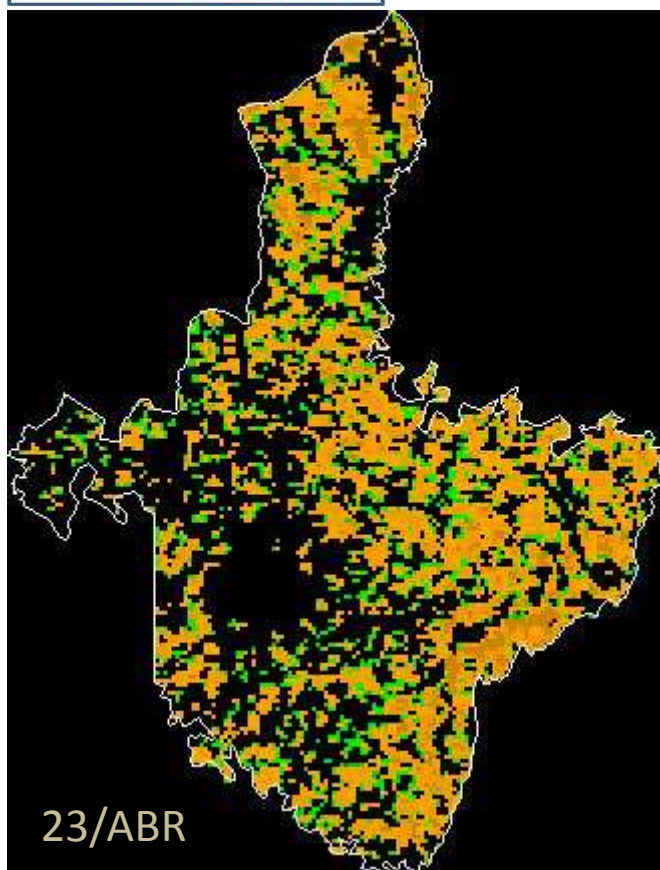


NDVI

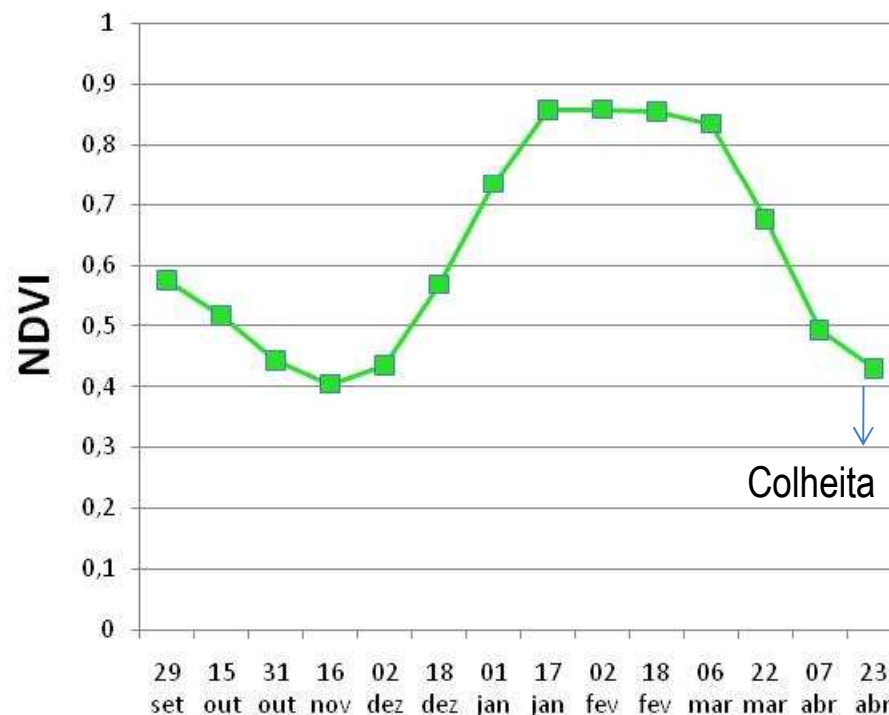
-1 0 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1



Evolução temporal de cultivos



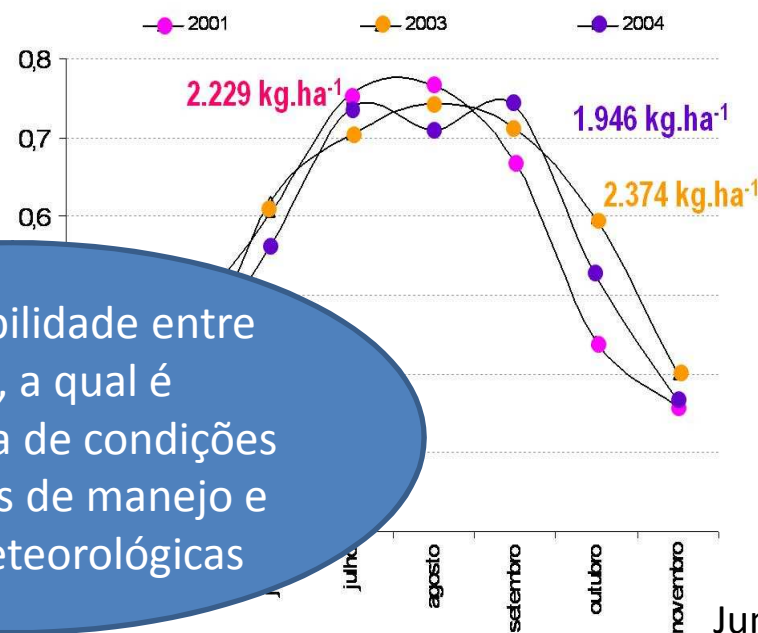
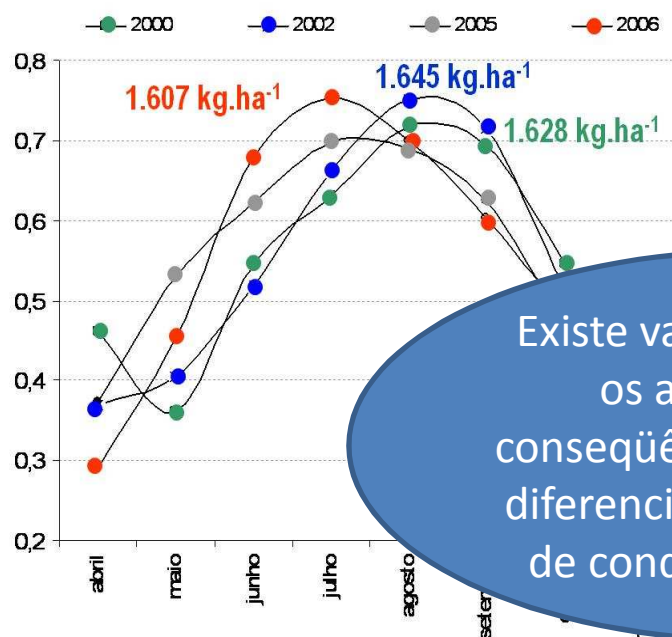
SOJA NO MUNICÍPIO DE IJUÍ/RS





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}



Existe variabilidade entre os anos, a qual é consequência de condições diferenciadas de manejo e de cond meteorológicas

Junges (2006)



Imagens MODIS

Construção das máscaras de cultivo:

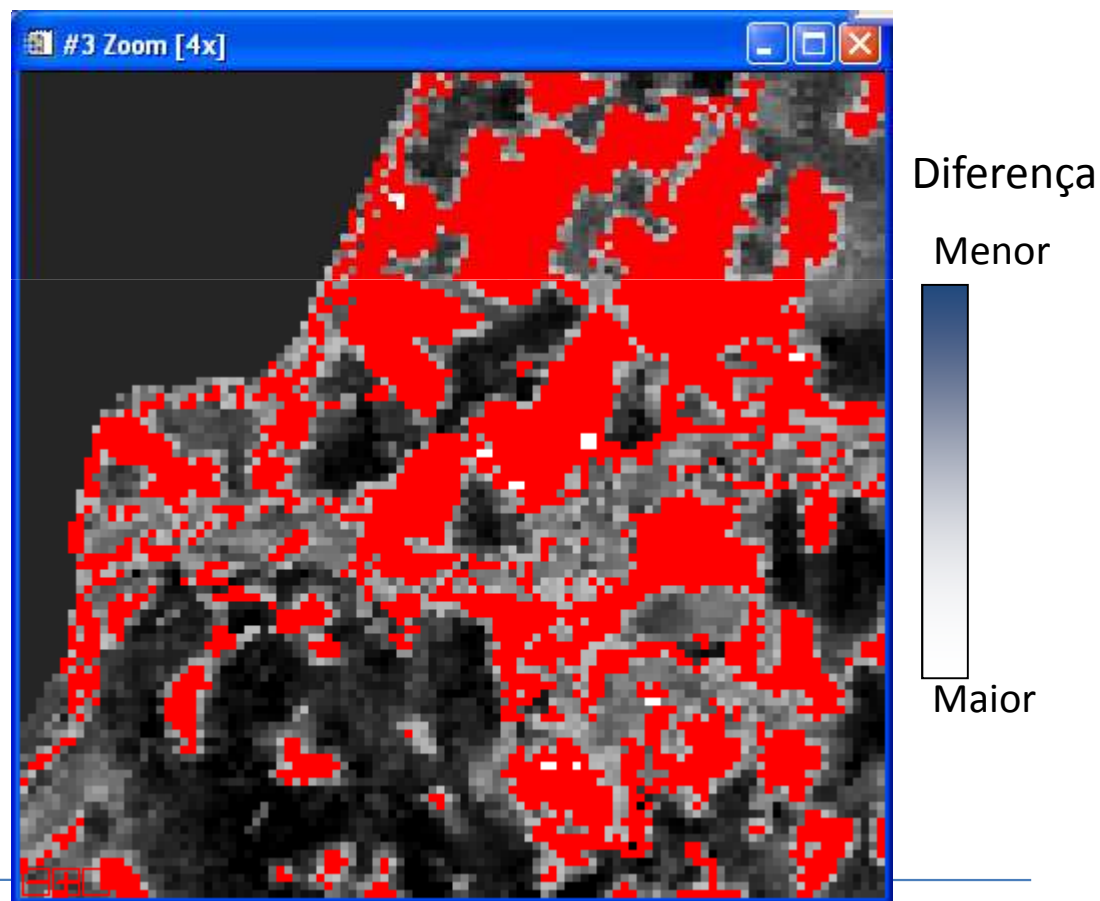
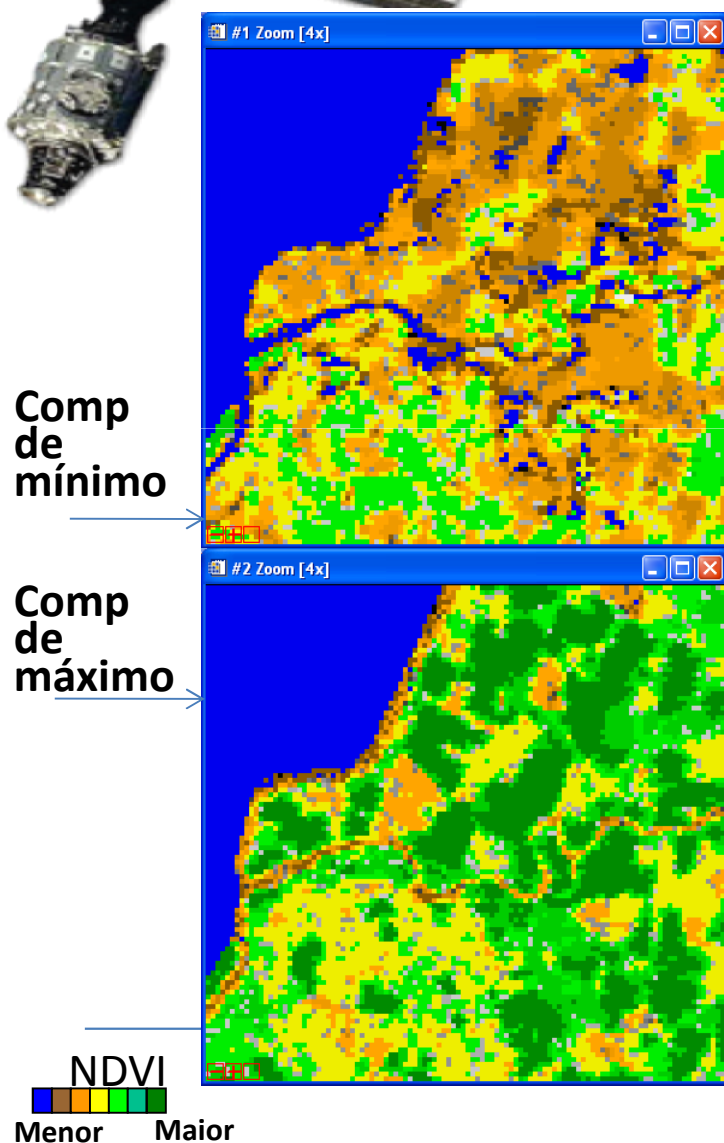
Imagem diferença ($IMG_{MAX} - IMG_{MIN}$)
Chave de classificação
Realce de distribuição (μ e $\sigma \rightarrow$ Landsat)
Classificação digital
Componentes principais

.....

CUIDADO:
Para cálculo de
áreas usar
PROJEÇÃO
PLANA

ATRIBUTO ESPECTRO-TEMPORAL

IMAGEM DIFERENÇA (Máximo – Mínimo)

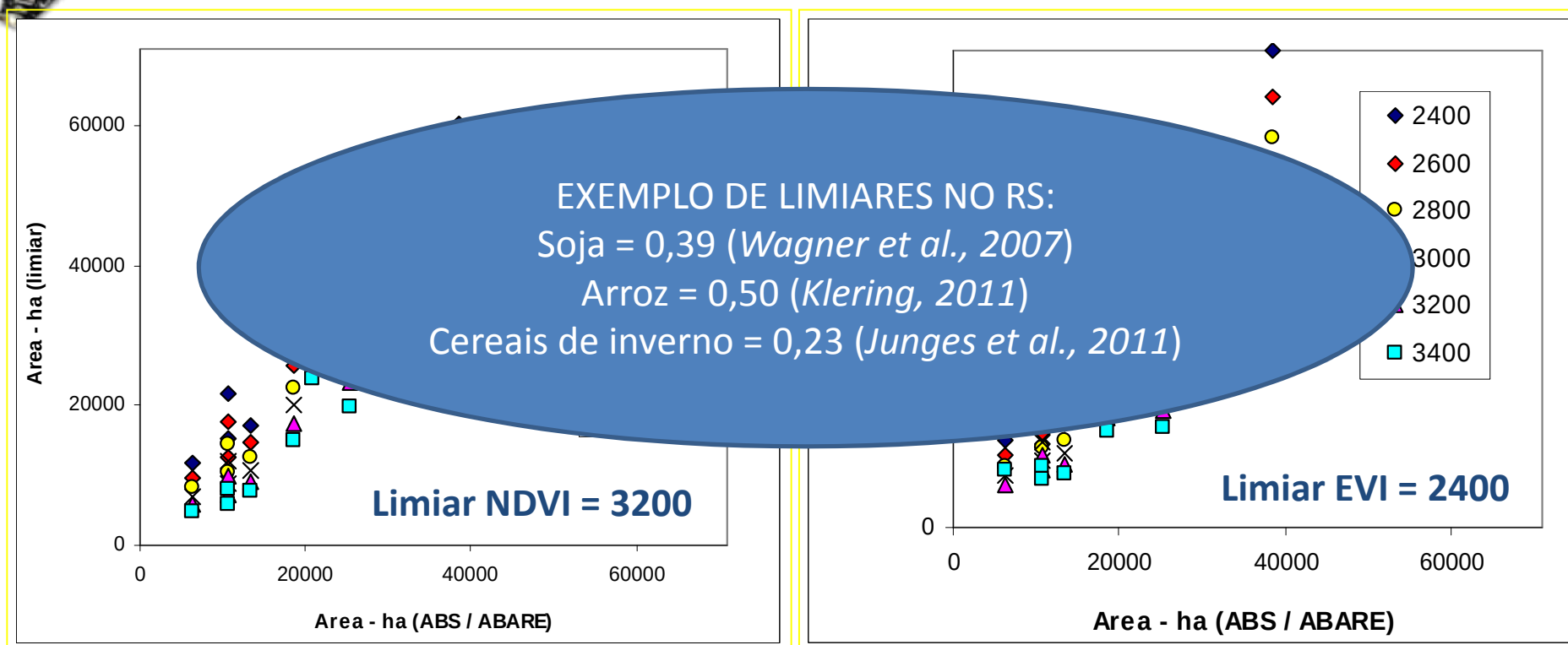


SERP35 – AGROMETEOROLOGIA POR SATÉLITE

Determinação dos limiares aplicados à **IMAGEM DIFERENÇA**

Cultura do trigo na Austrália

Fontana et al (2005)

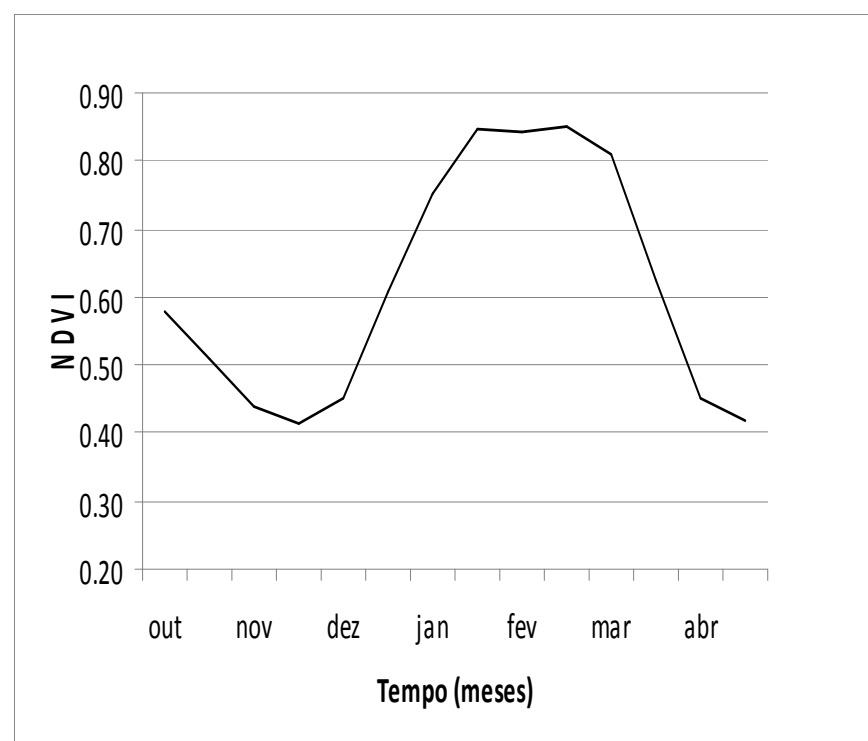


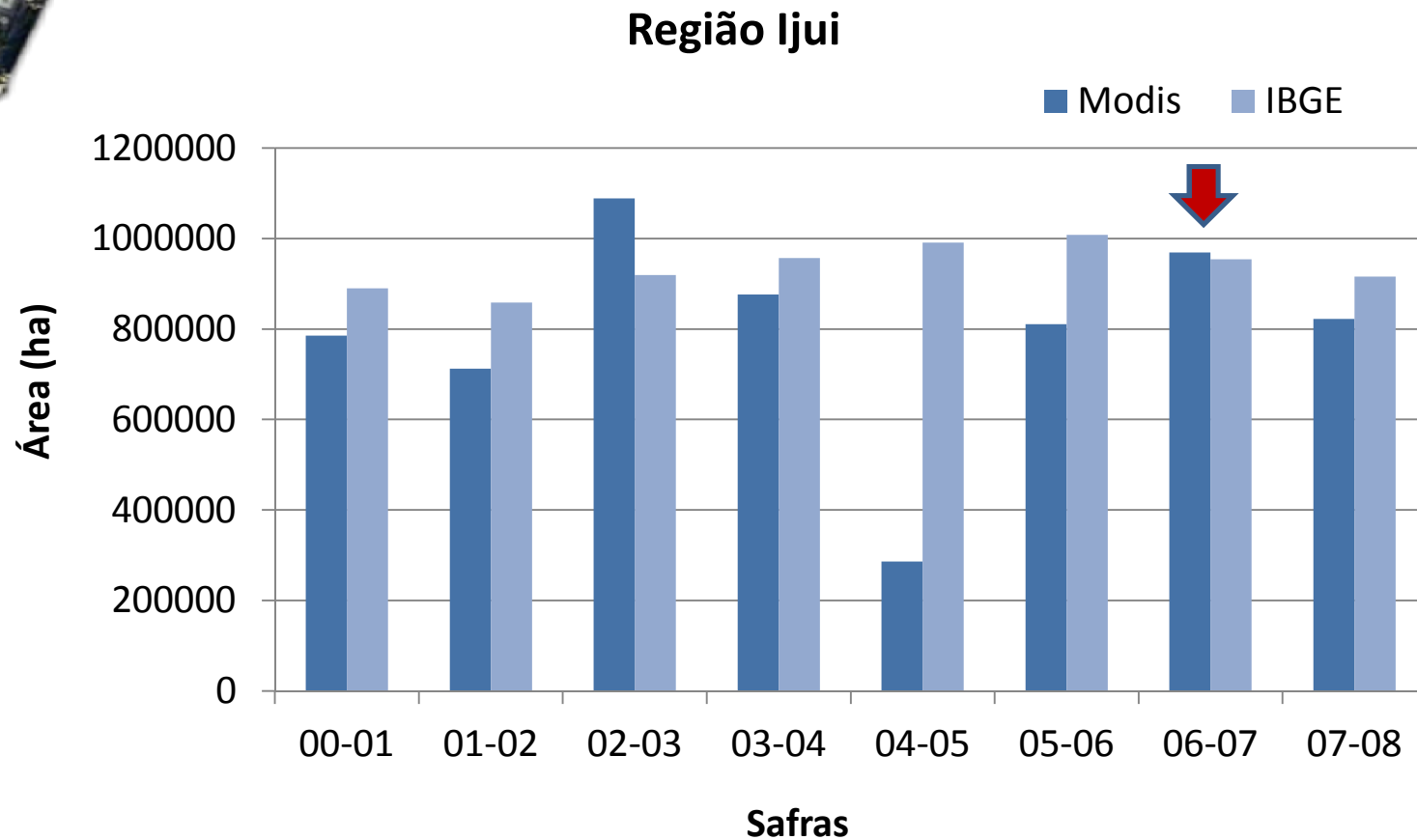
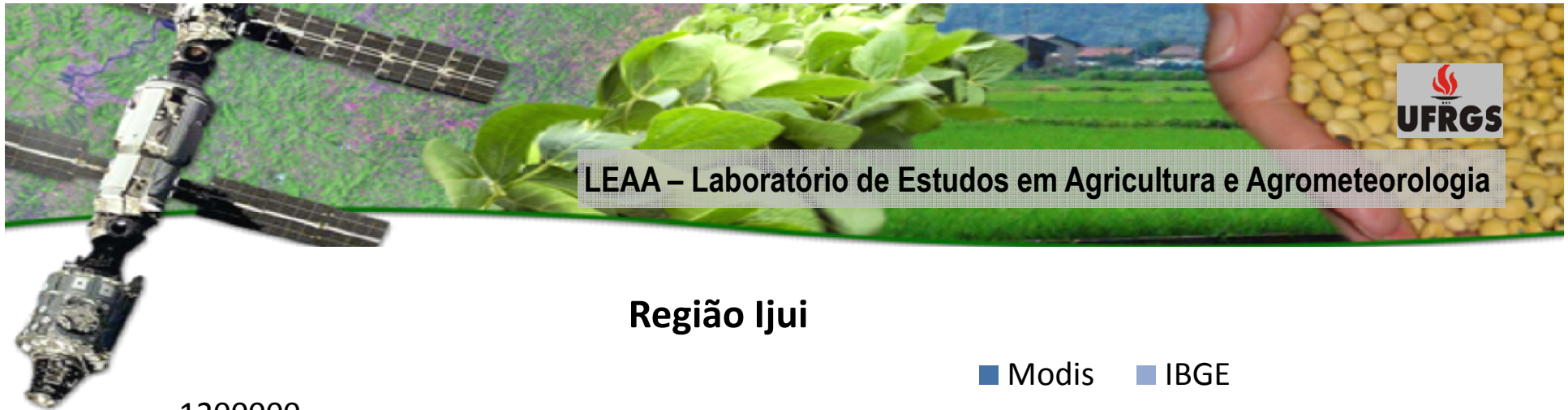
CRITÉRIO: 25% superior aos dados ABS e ABARE (erro declarado)



CHAVE DE CLASSIFICAÇÃO *(Guterres e Fontana, 2009)*

- Critérios de construção da máscara:
 - Semeadura: $NDVI \leq 0,5$
 - Crescimento: $Dif(max-min_i) NDVI \geq 0,35$
 - Máximo desenvolvimento: $NDVI \geq 0,75$
 - Decréscio: $Dif(max-min_f) \leq 0,5$
 - Colheita: $NDVI \leq 0,5$
- Obtenção da área de soja:
 - Multiplicação das áreas destacadas nas máscaras parciais ao longo de todas as fases (SxCxMxDxC)





Guterres e Fontana (2009)

REALCE DE DISTRIBUIÇÃO *Wagner et al (2007)*

Critério:
 $(\mu \pm 1,125\sigma)$

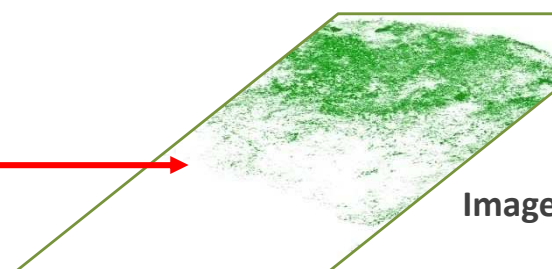
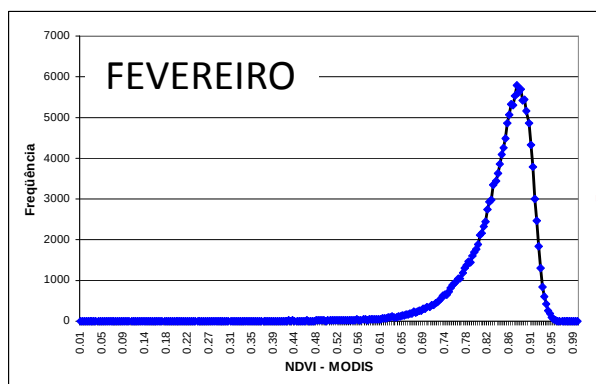


Imagem de Fevereiro (booleana)

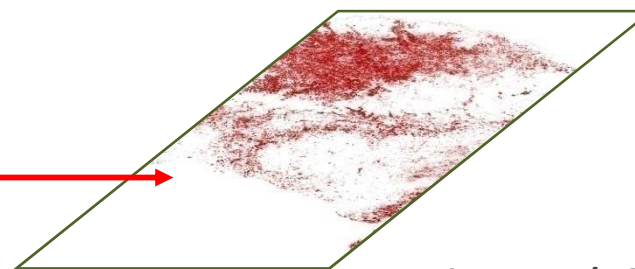
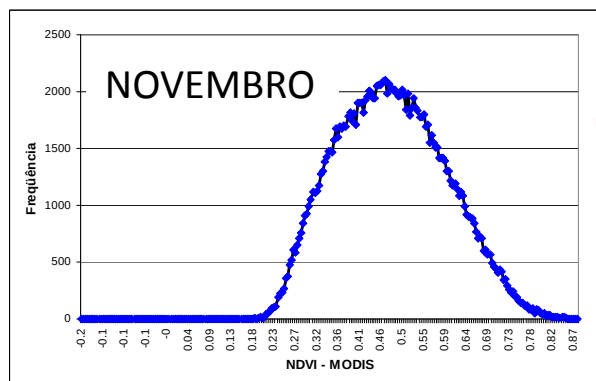


Imagem de Novembro (booleana)

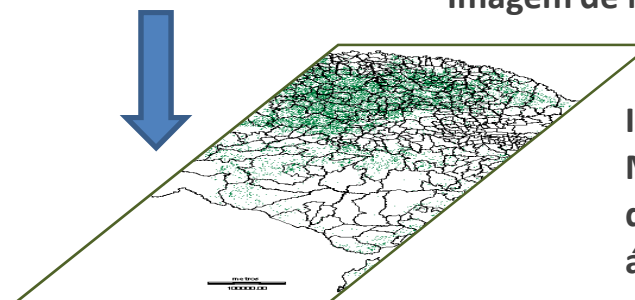
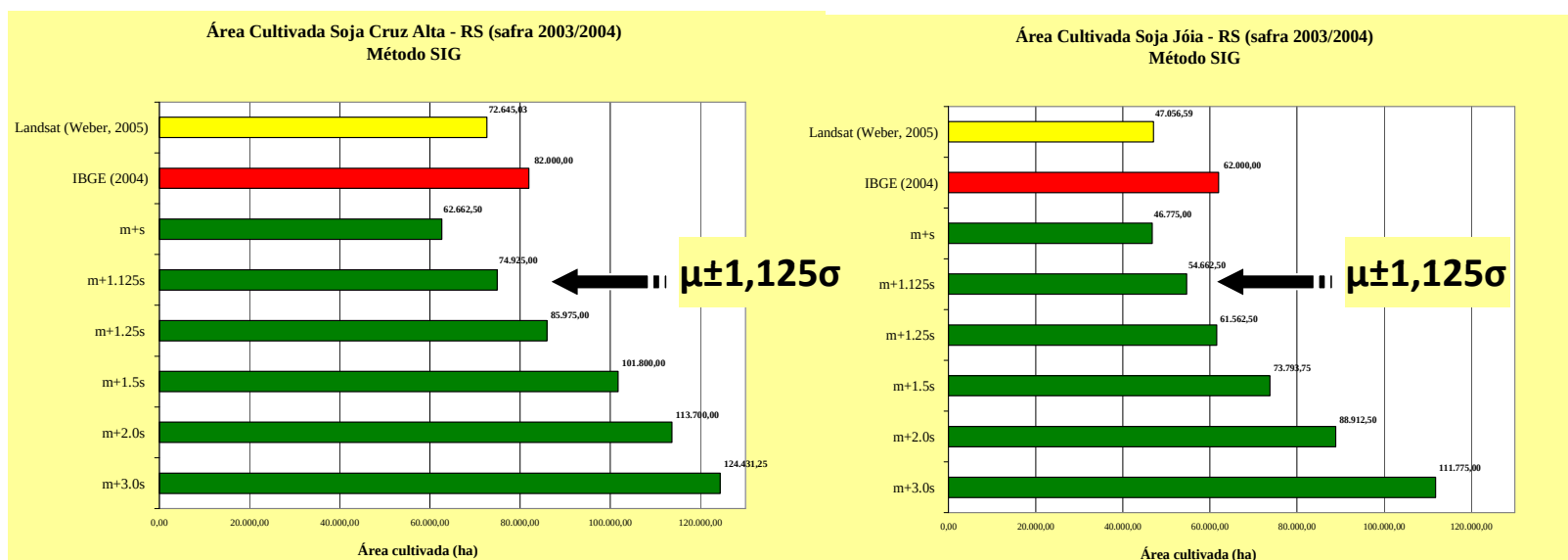


Imagem resultante :
Mapeamento e
quantificação de
áreas de soja

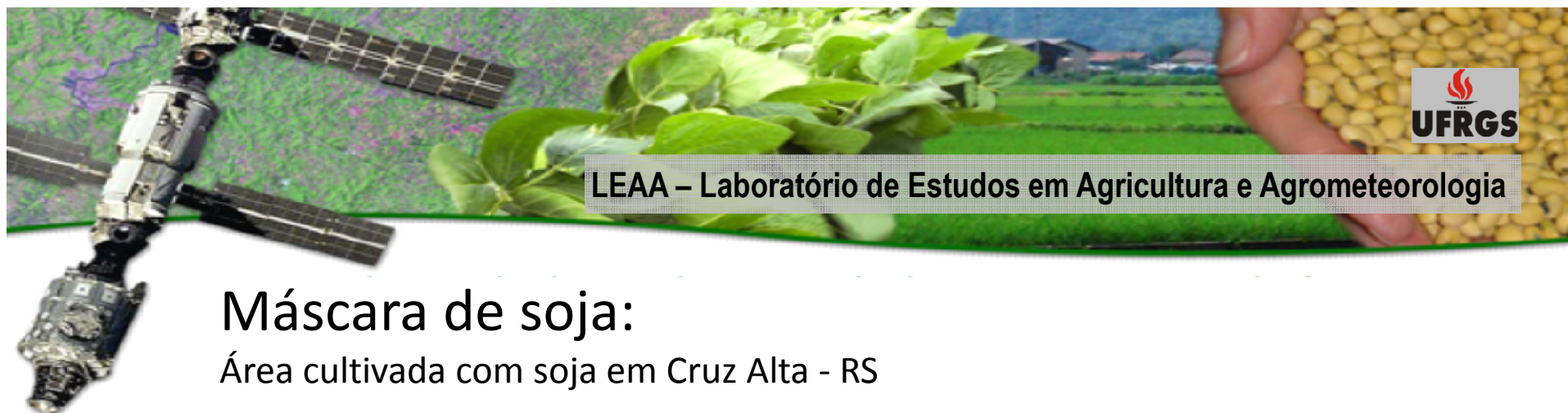
Histograma das áreas de soja nas imagens MODIS usando máscara gerada com imagem Landsat com grande controle de campo

REALCE DE DISTRIBUIÇÃO *Wagner et al (2007)*

Definição do ponto de corte ($\mu \pm x\sigma$)

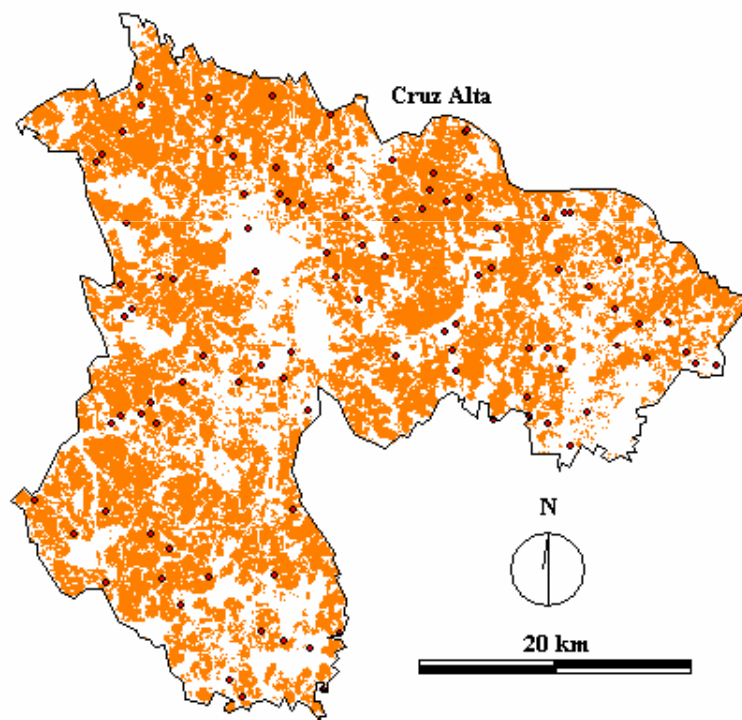


	Média (μ)	Desvio-padrão (σ)	NDVI/MODIS Inicial	NDVI/MODIS Final
Novembro 01	0,481	0,118	0,347	0,614
Fevereiro 01	0,848	0,064	0,776	0,919



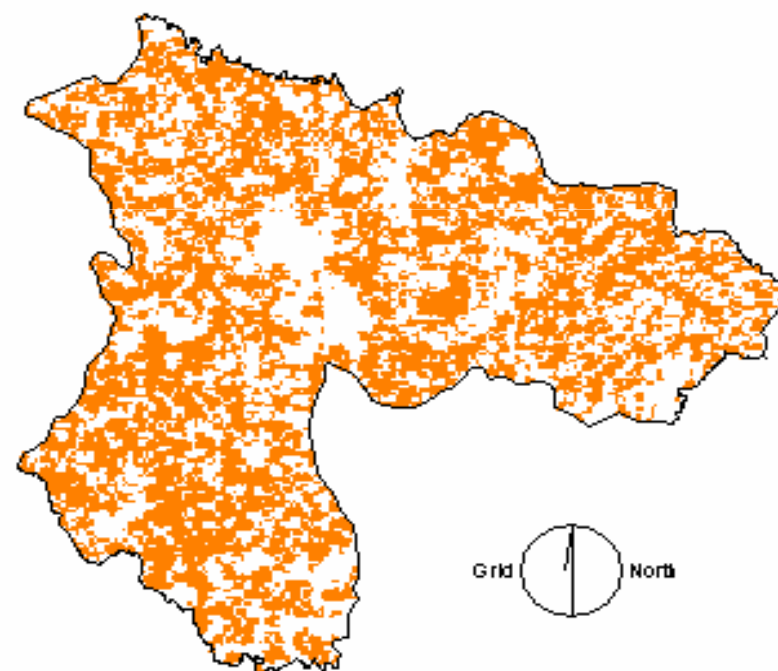
Máscara de soja:

Área cultivada com soja em Cruz Alta - RS



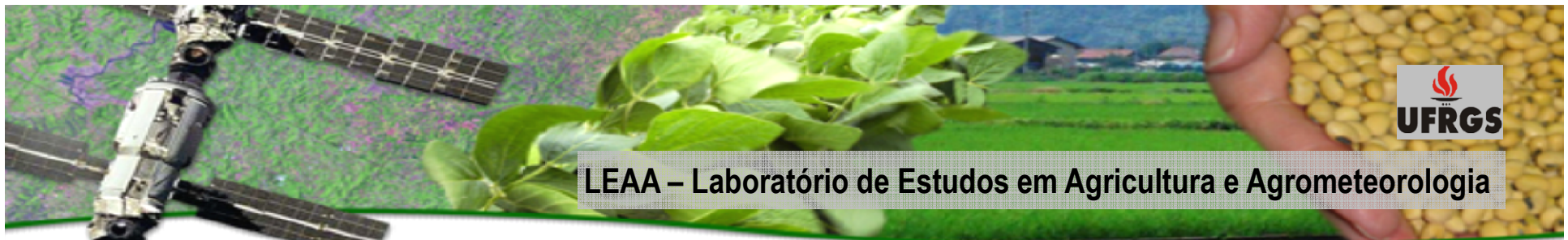
TM-Landsat

vs

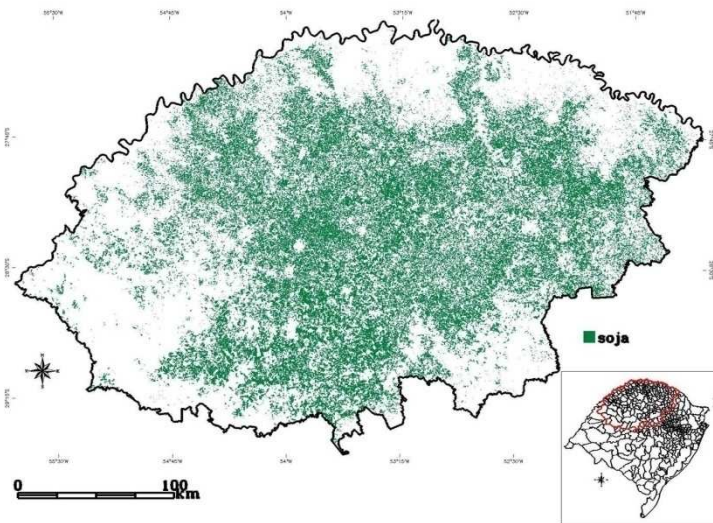


MODIS-Terra

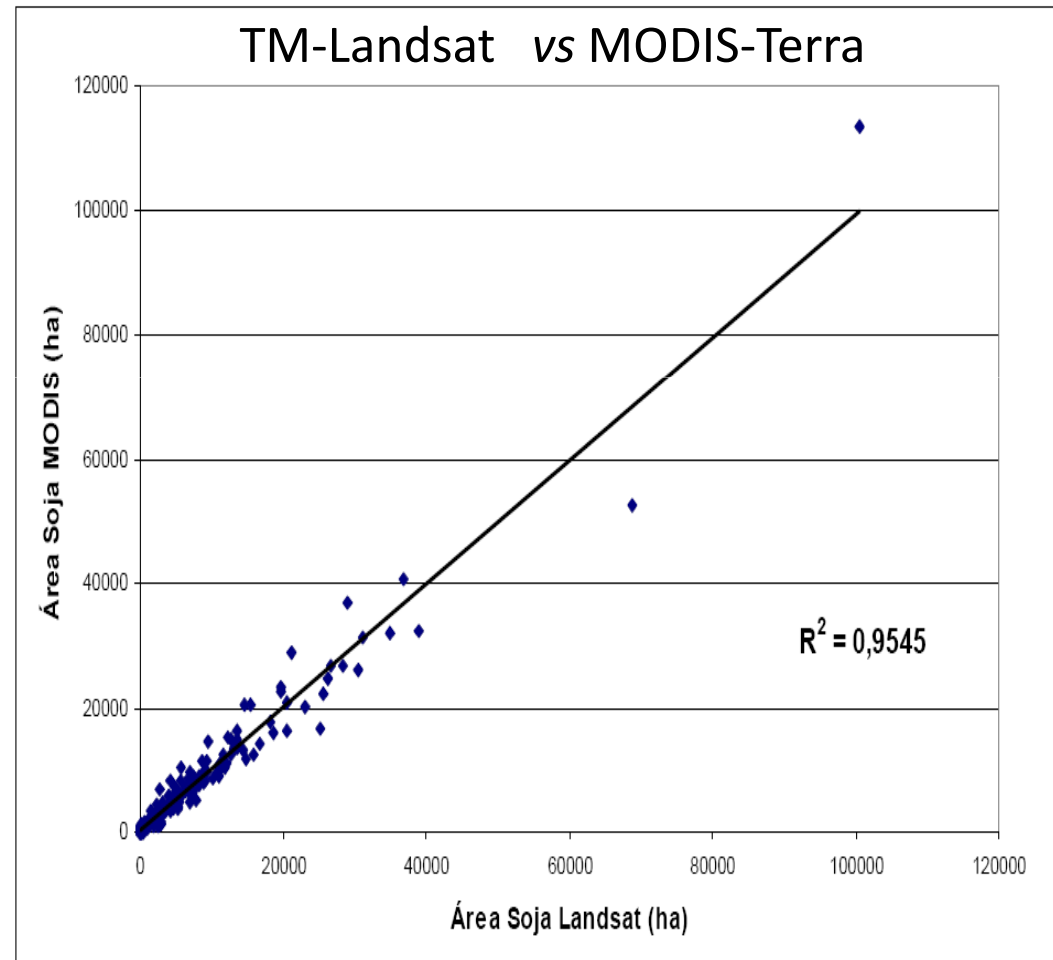
Wagner et al. (2007)



Máscara para soja

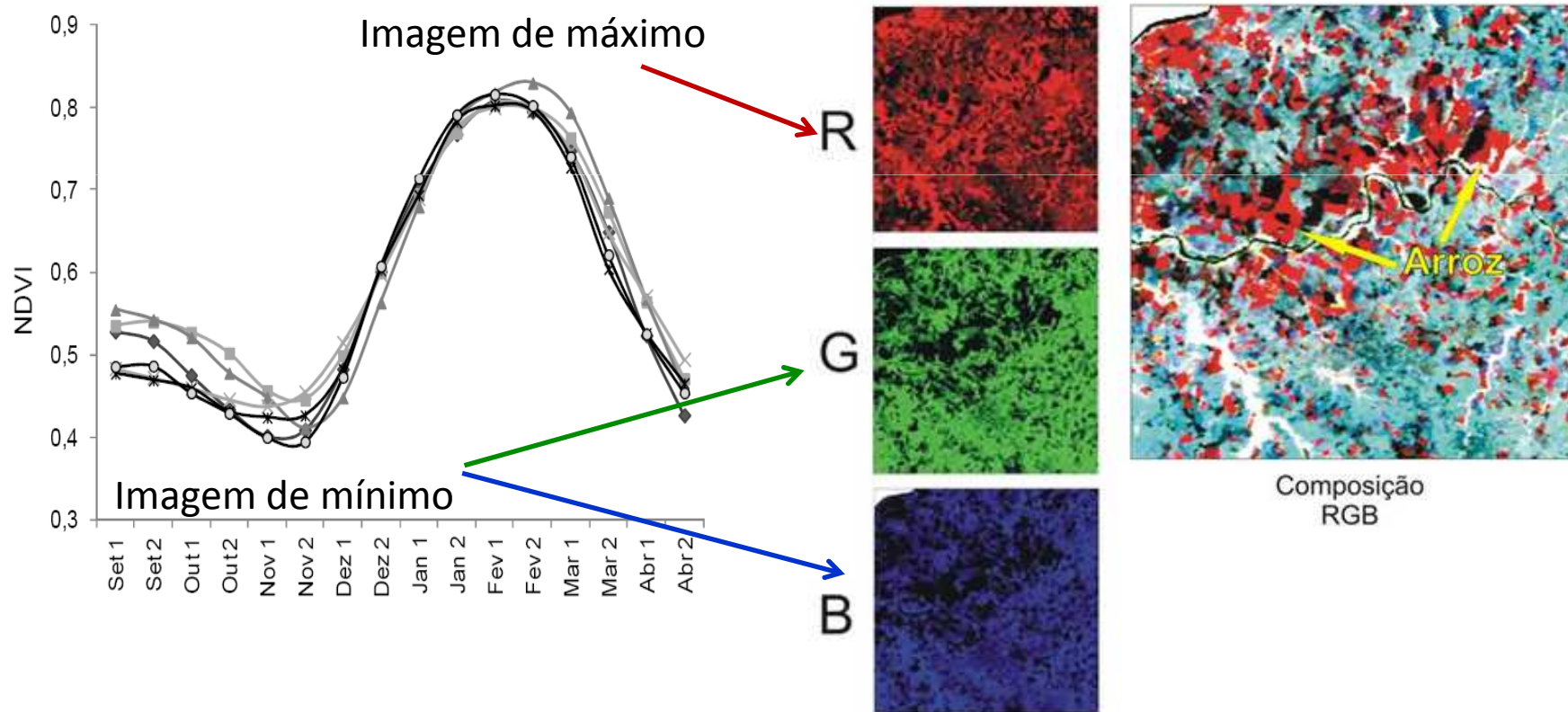


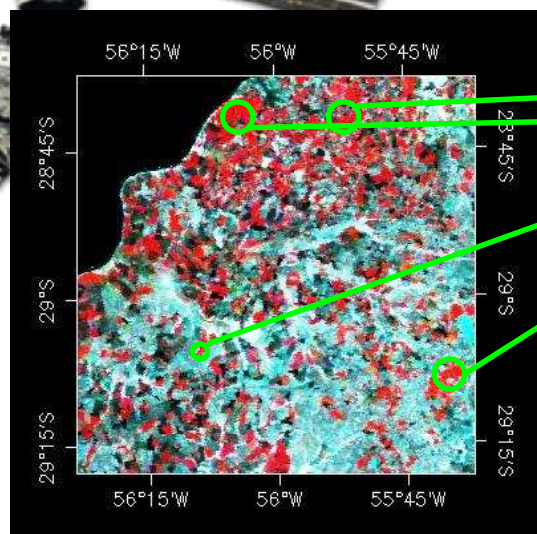
Wagner et al. (2007)



CLASSIFICAÇÃO DIGITAL SUPERVISIONADA

(Klering e Fontana, 2011)





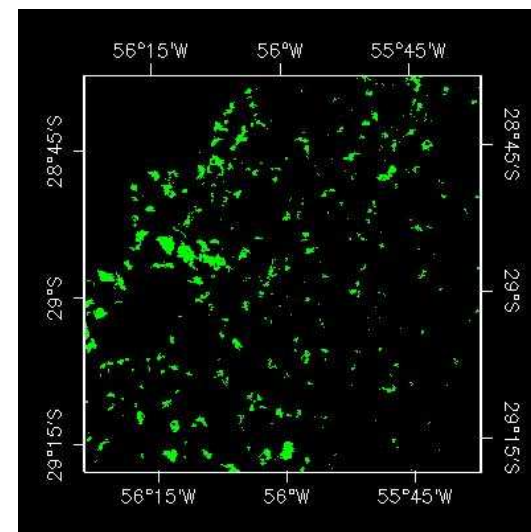
Processo de amostragem

V
E
R
M
E
L
H
O



VERDE

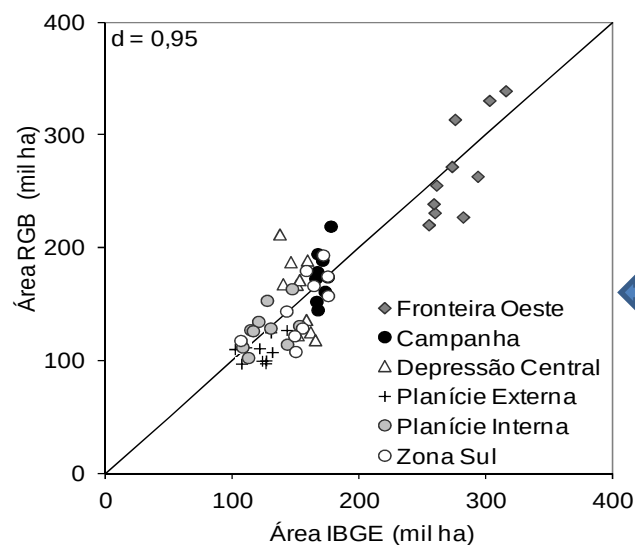
 arroz
 não arroz



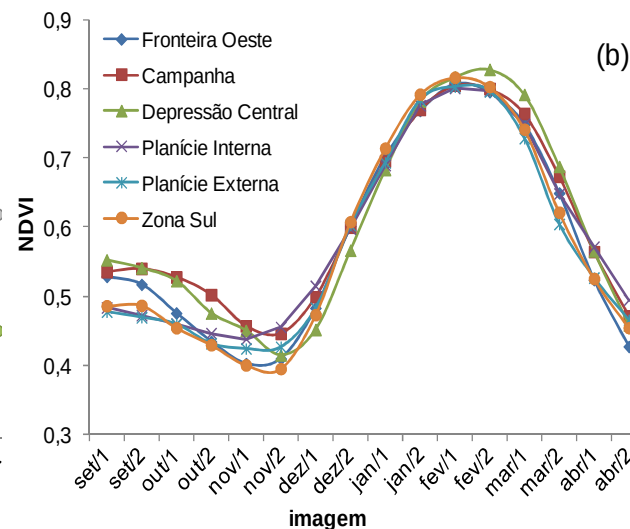
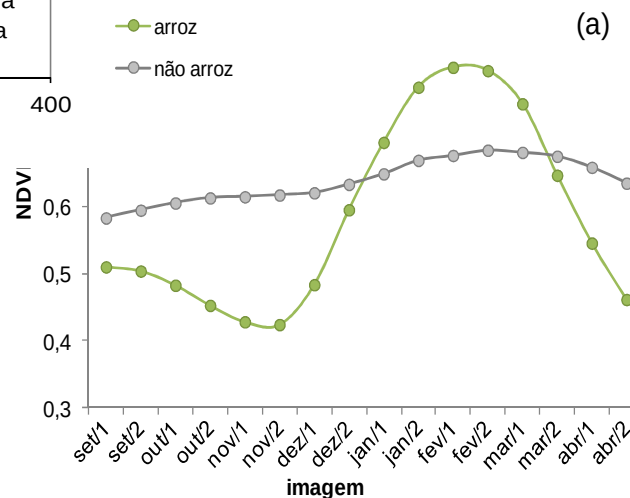
Classificação Digital Supervisionada:
Paralelepípedo

CLASSIFICAÇÃO DIGITAL SUPERVISIONADA

(Klering e Fontana, 2011)



O índice de concordância de Willmott (d), que mede a dispersão dos dados em relação à reta 1:1 (medida da exatidão dos valores de área estimados em relação aos observados) = 0,95



CLASSIFICAÇÃO DIGITAL NÃO SUPERVISIONADA

(Junges, 2011)

CEREAIS DE

INVERNO:

Grandes
semelhanças
morfológicas

Identificação em
imagens de satélite
Através de estudos
multitemporais

Produção de grãos

Cobertura do solo - Pastagens



Aveia branca

Cevada



Aveia preta



Centeio

Triticale



Azevém anual



Trigo



CLASSIFICAÇÃO DIGITAL NÃO SUPERVISIONADA

(Junges, 2011)

Etapas:

Geração da imagem diferença (Máximo – Mínimo)

Objetivo – gerar imagem de variação

Aplicação do limiar (área das culturas de primavera-verão)

Objetivo – diminuir a variabilidade

Classificação não supervisionada (ISODATA)

Objetivo - gerar grupos espectro-temporais

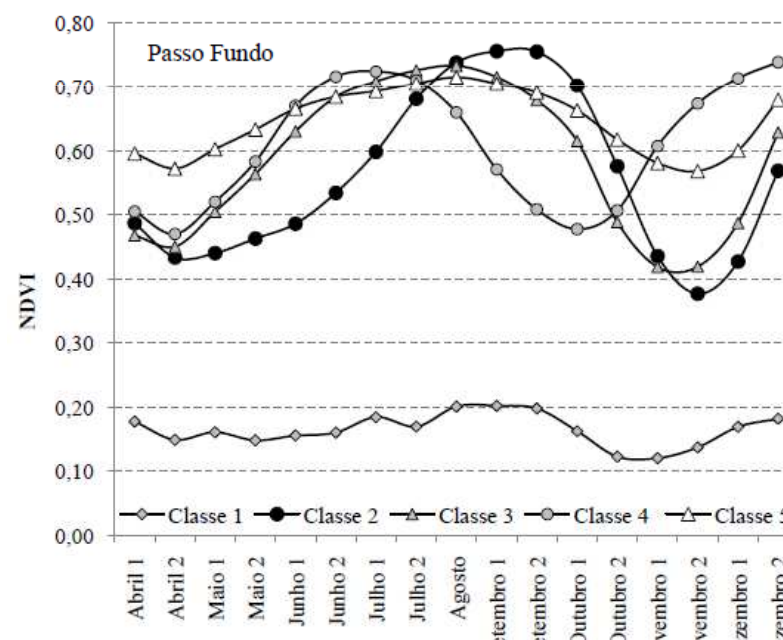
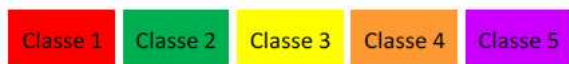
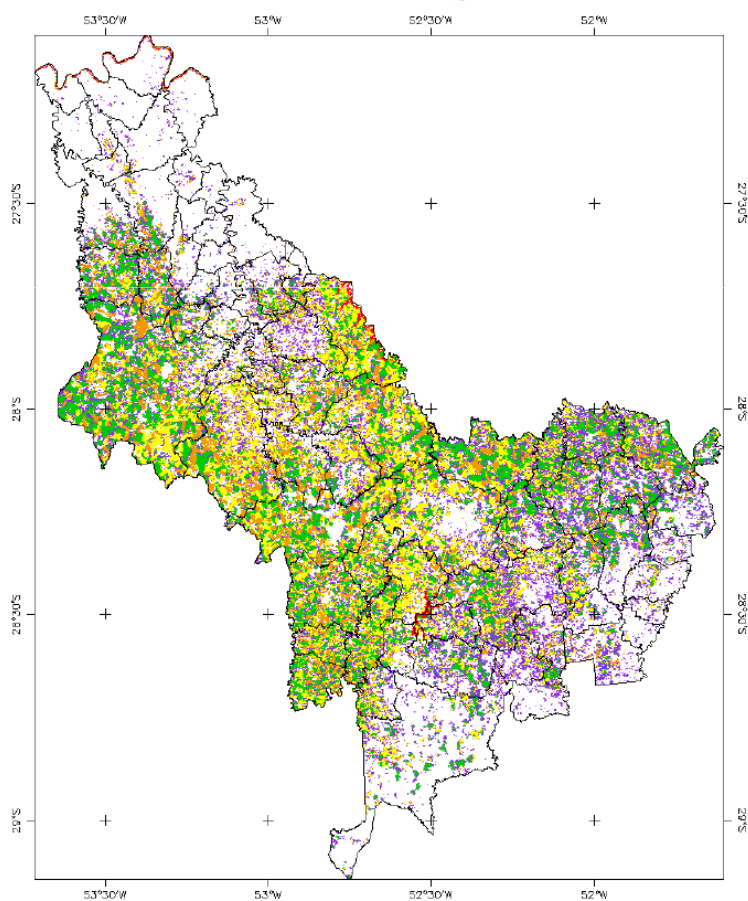
Extração dos perfis temporais das 5 classes geradas

Objetivo – gerar classes



CLASSIFICAÇÃO DIGITAL NÃO SUPERVISIONADA

(Junges, 2011)

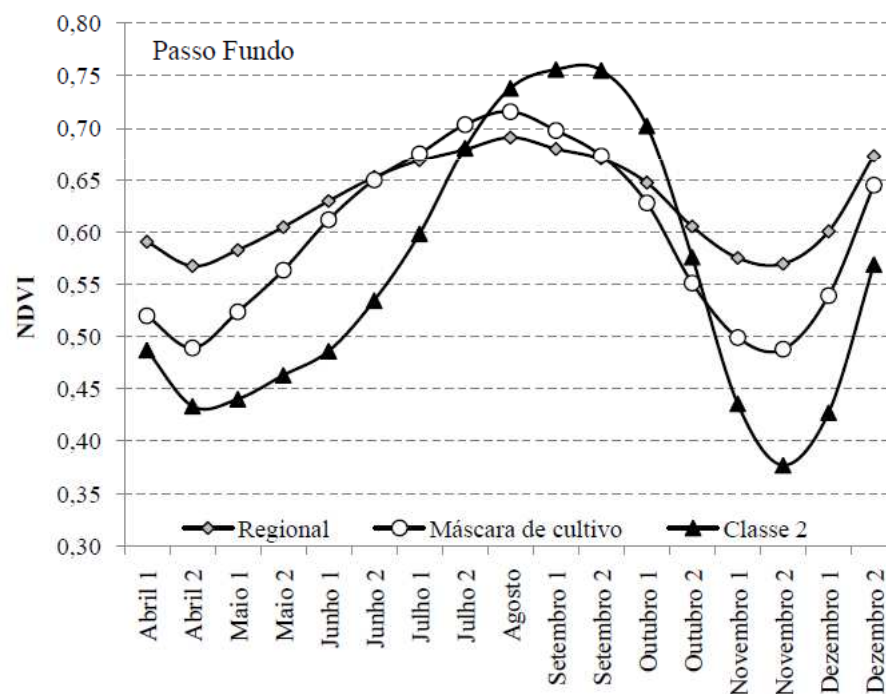


SERP35 – AGROMETEOROLOGIA POR SATÉLITE



CLASSIFICAÇÃO DIGITAL NÃO SUPERVISIONADA

(Junges, 2011)





CMV em estudos ambientais

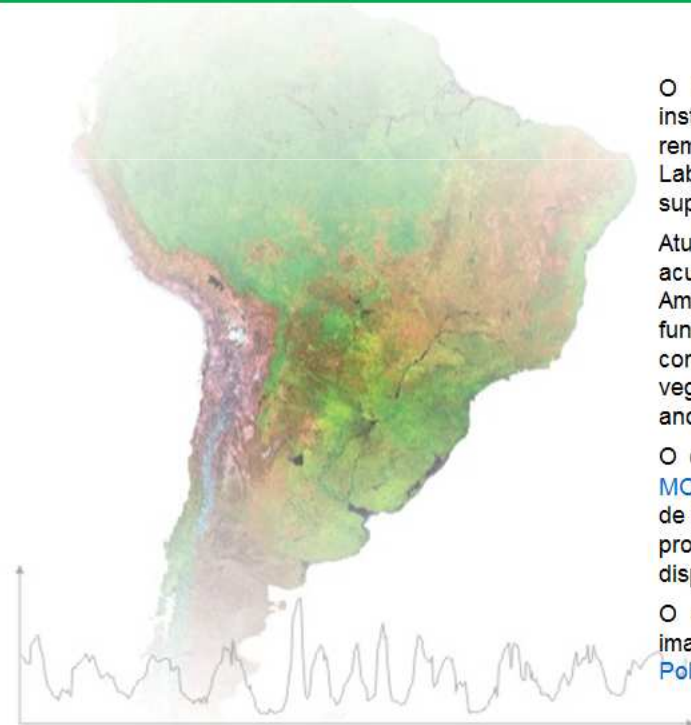
“mudança de uso e cobertura do solo”

LEAA – Laboratório de Estudos em Agricultura e Agrometeorologia

Visualização de Séries Temporais
MODIS para análise de
mudanças de uso e cobertura da terra



[home](#) | [informações](#) | [publicações](#) | [equipe](#)



O LAF disponibiliza neste portal uma ferramenta para a visualização instantânea das séries temporais derivadas de imagens de sensoriamento remoto. Esta ferramenta foi desenvolvida dentro do conceito de um Laboratório Virtual de Sensoriamento Remoto (Freitas *et al.*, 2011) para dar suporte a estudos e análises de mudança de uso e cobertura da terra.

Atualmente estão disponíveis as séries temporais EVI2-MODIS e precipitação acumulada mensal do TRMM para qualquer coordenada geográfica da América do Sul, desde o ano de 2000. Estas séries estão integradas às funcionalidades do globo virtual do Google Maps. Com um mínimo de conhecimento técnico sobre a dinâmica de diferentes coberturas de vegetação é possível recuperar o histórico de uso da terra nos últimos 10 anos, bem como da precipitação acumulada mensal.

O cálculo do EVI2 (Jiang *et al.*, 2008) utiliza imagens MODIS do produto MOD13, coleção 005, com resolução espacial de 250 m e resolução temporal de 16 dias. A série de precipitação pluviométrica (milímetros por mês) utiliza o produto 3B43 V6 do TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission). Ambas são disponibilizadas pela NASA.

O acesso é livre mediante ao cadastro (abaixo). A utilização de dados e imagens desse portal devem seguir as recomendações apresentadas em Políticas de citação e agradecimentos.

<https://www.dsr.inpe.br/laf/series/>

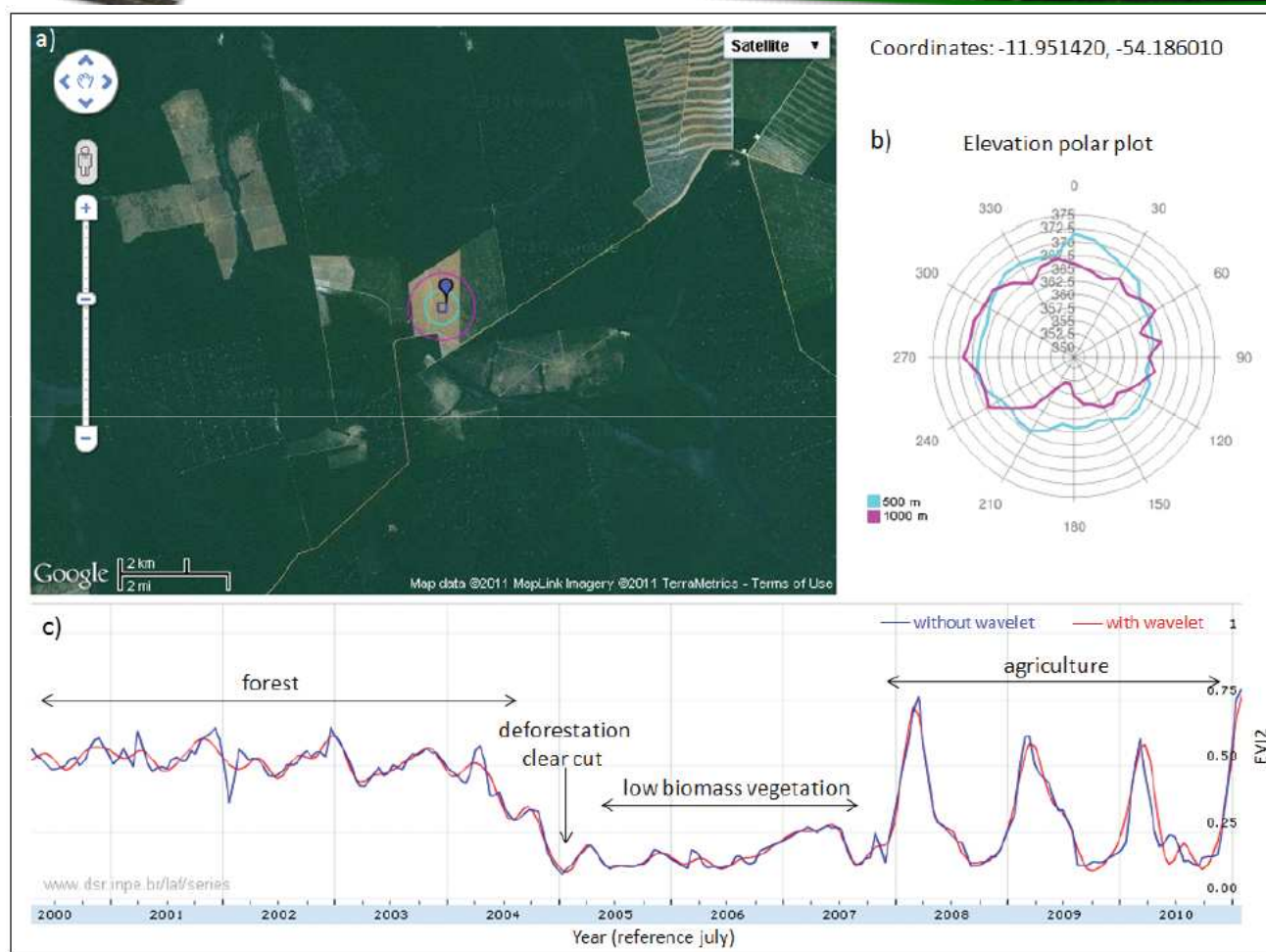


Figure 5 – a) GoogleMaps image; b) elevation polar plot; and c) EVI2 time series plot for the selected coordinated point.

LEAA – Laboratório de Estudos em Agricultura e Agrometeorologia

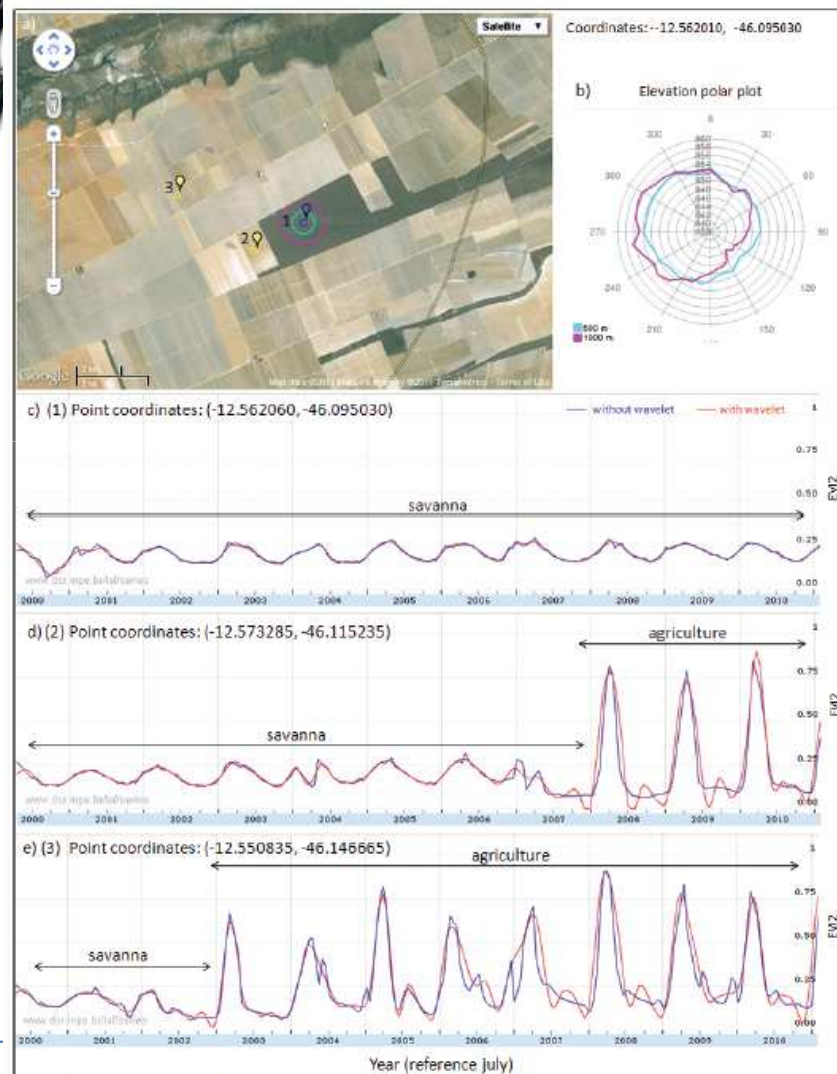
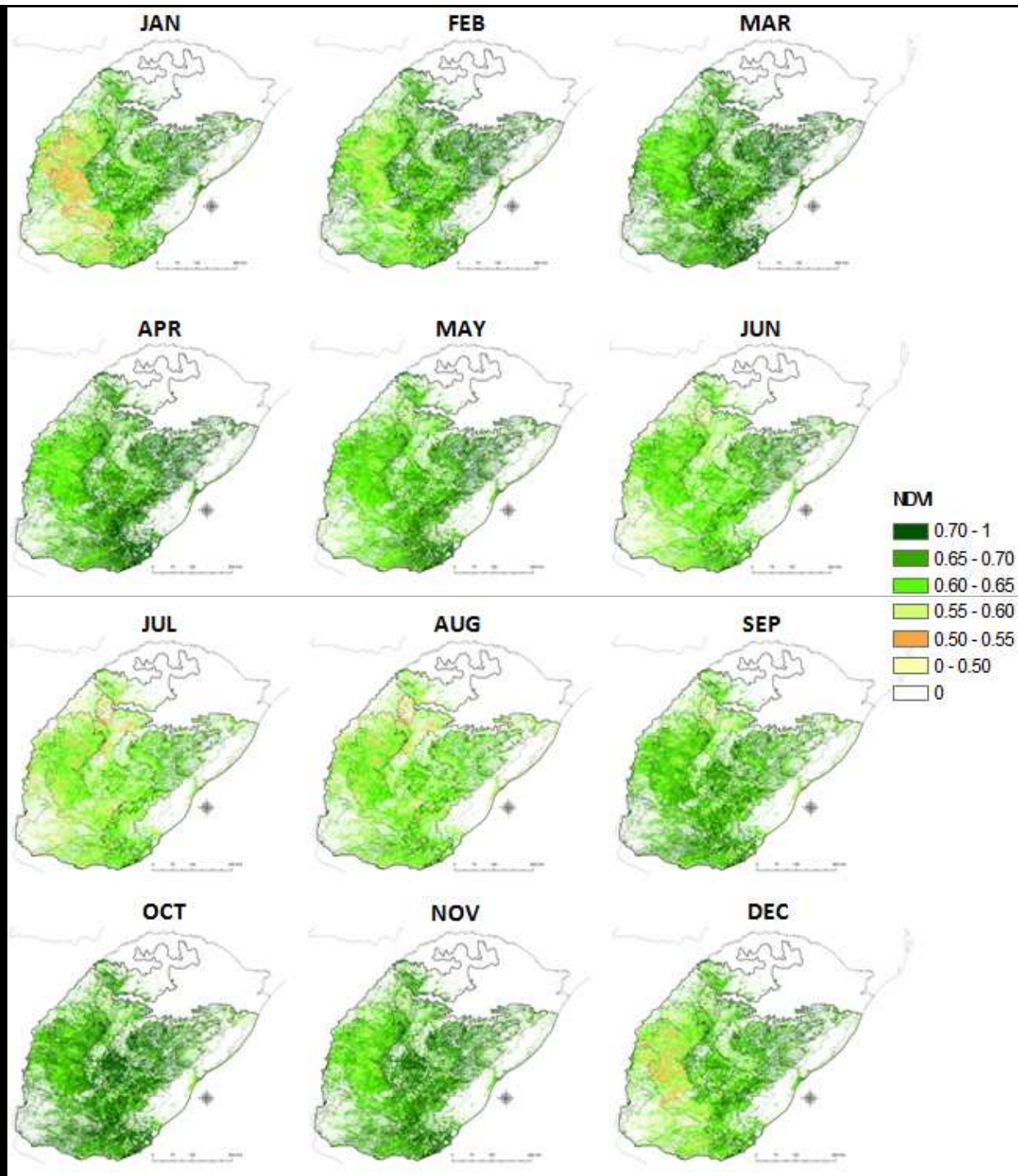


Figure 8 – a) GoogleMaps Image; b) elevation polar plot; c) EVI2 time series plot for selected coordinated point 1, savanna area; d) EVI2 time series plot for selected coordinated point 2, deforestation area in 2007; and e) EVI2 time series plot for selected coordinated point 3, deforestation area in 2002.



CMV em estudos climáticos

“variabilidade e tendência temporal”

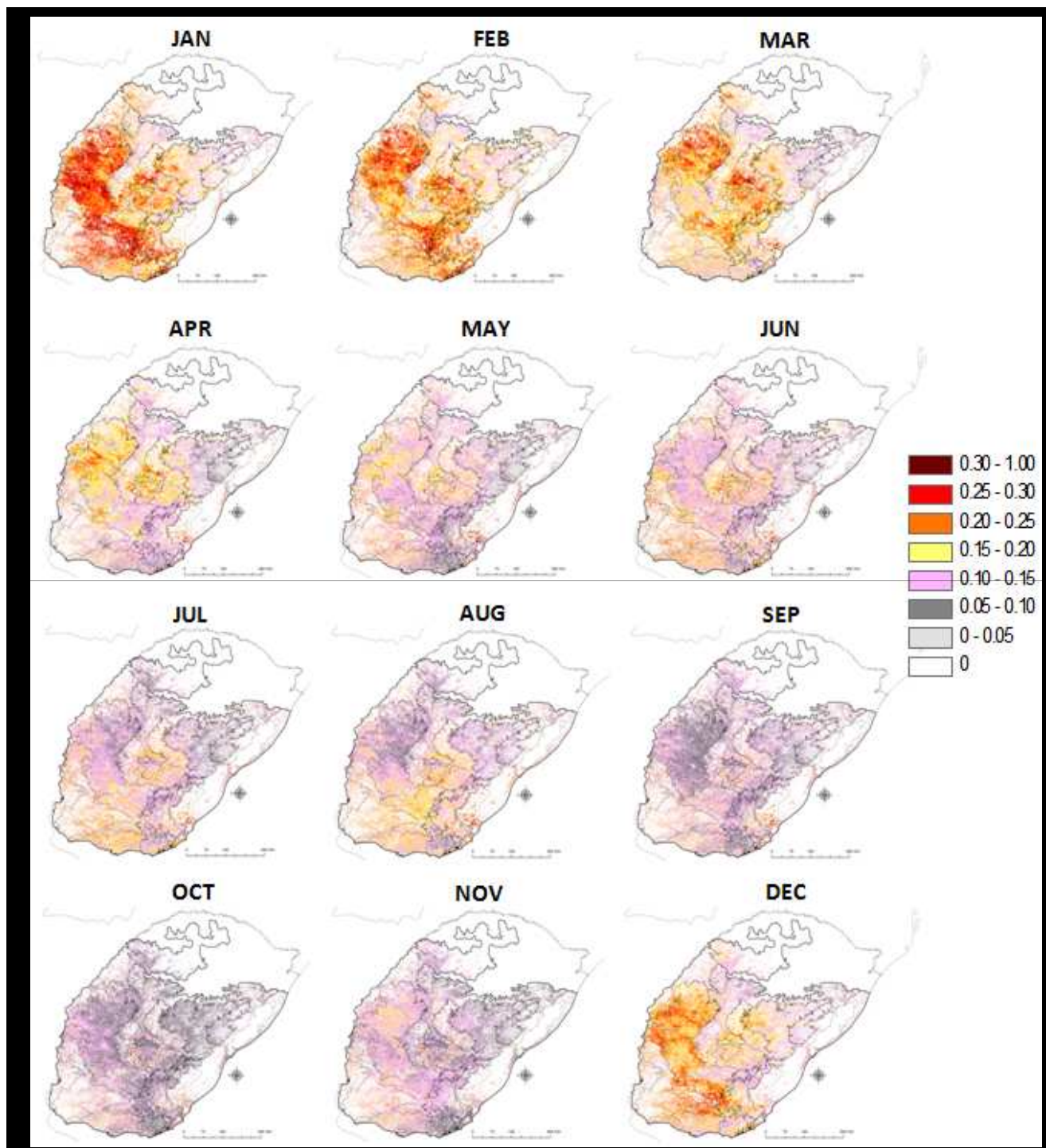


Condições médias do bioma NDVI (2000-2011)

Wagner et al. (2013)

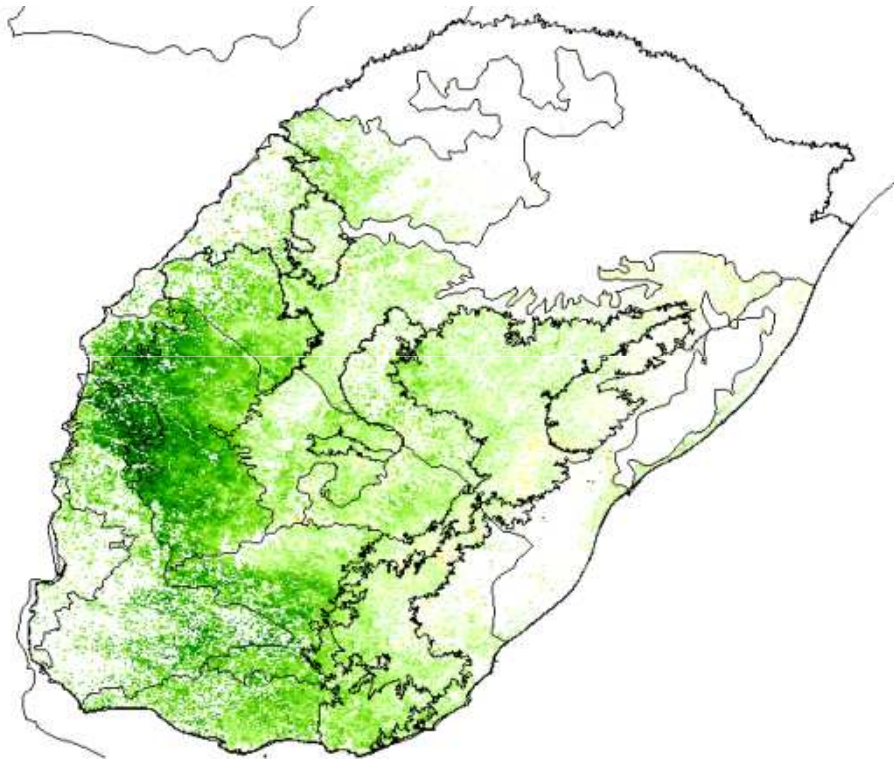
Wagner et al. (2013)

Variabilidade no bioma NDVI (coeficiente de variação) (2000-2011)

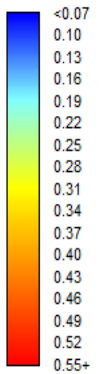
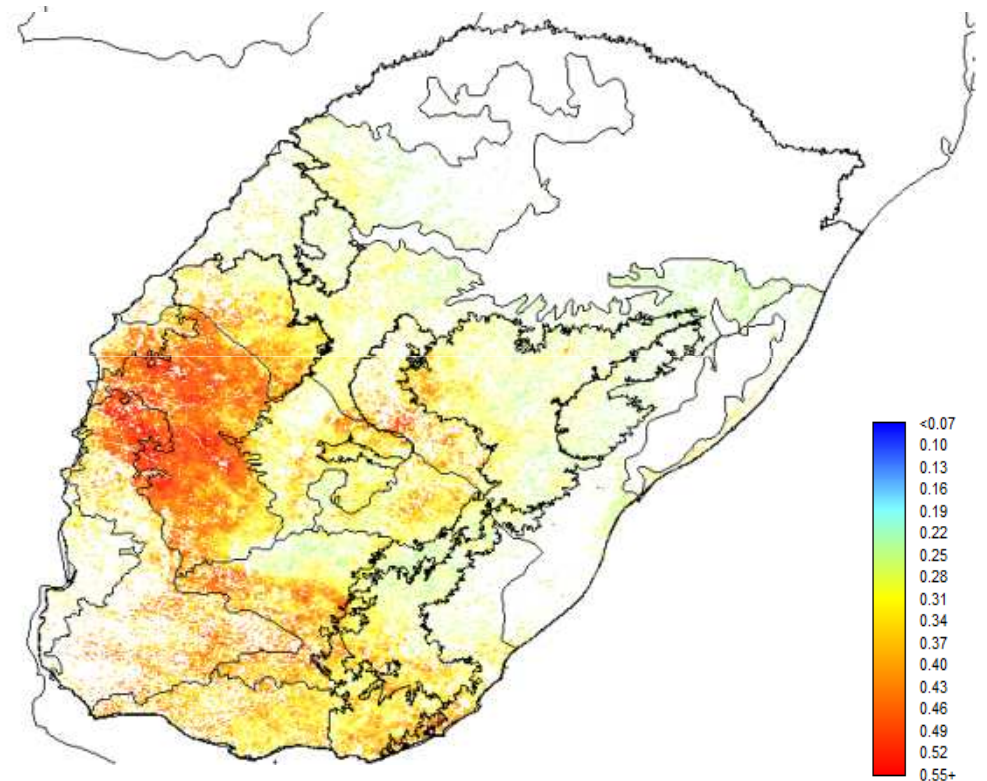


Variabilidade associada ao ENOS

EL NINO:



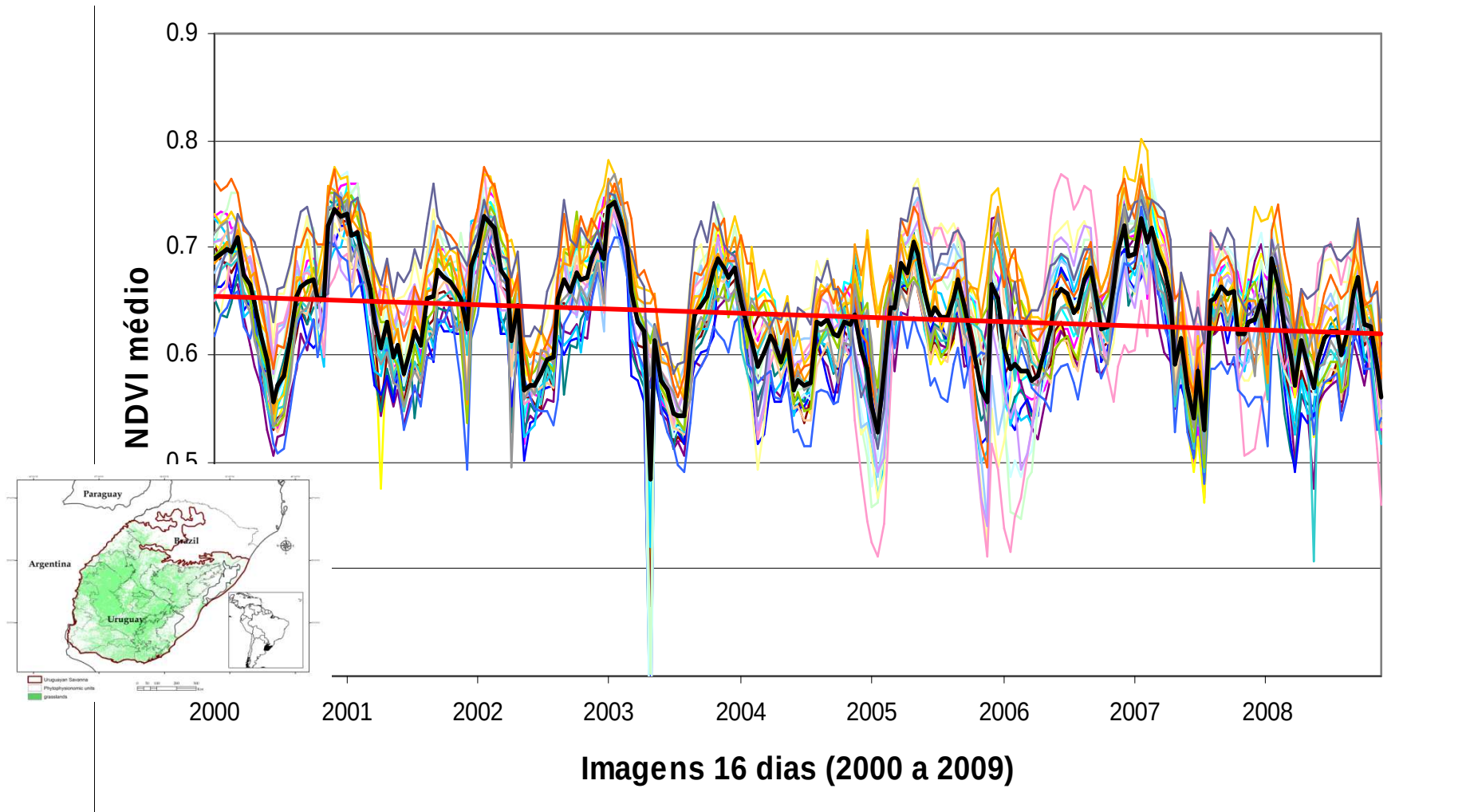
LA NINA:



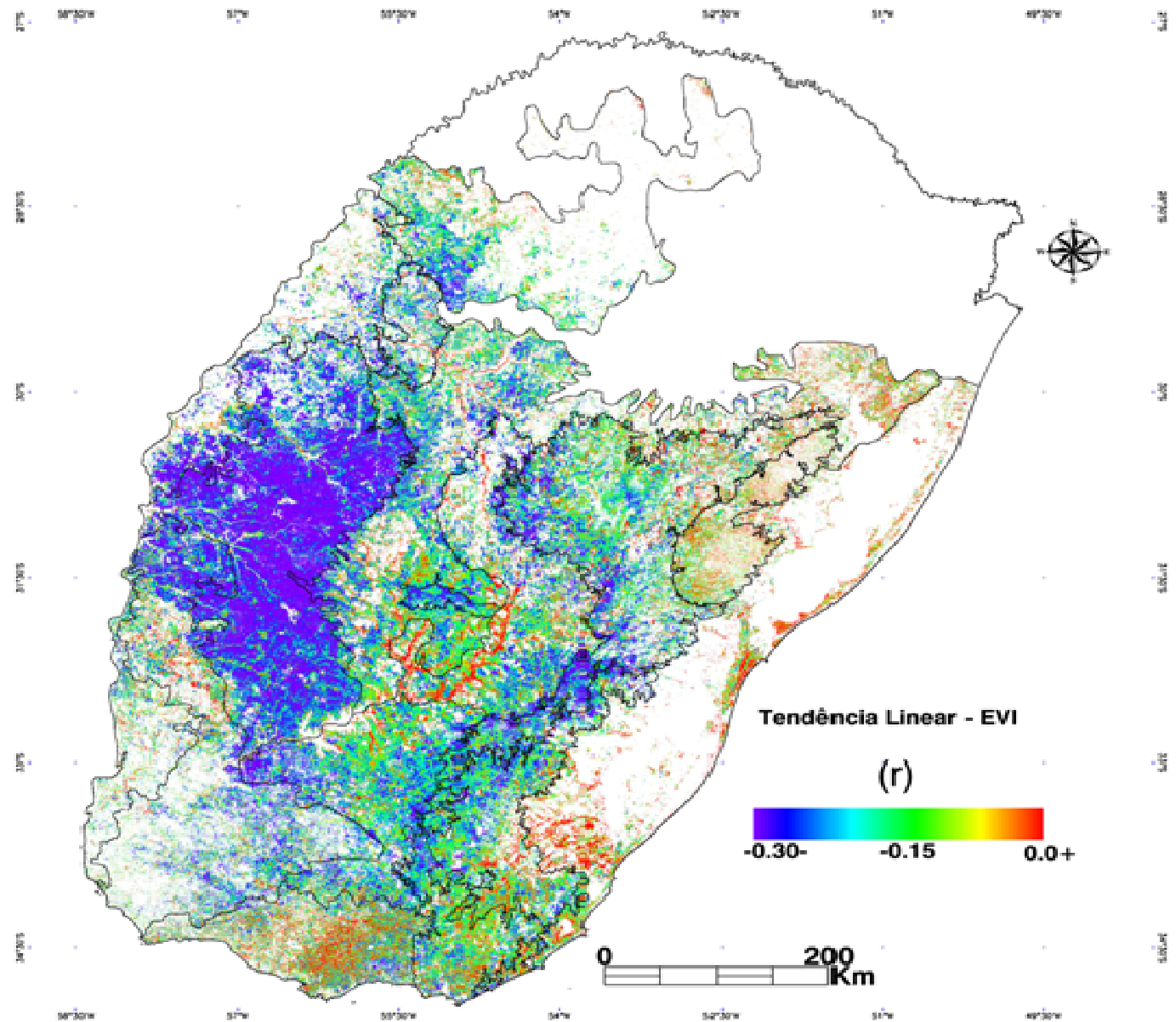
NDVI médio de verão em anos com eventos ENOS

Wagner et al. (2013)

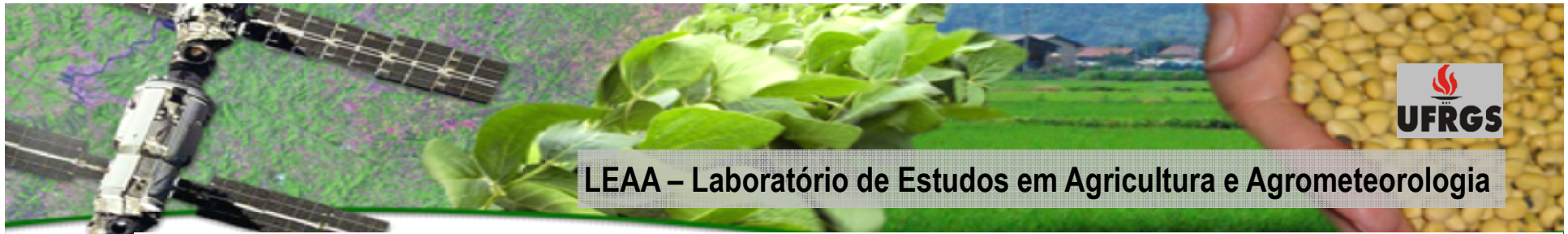
Análise de tendência temporal



Wagner et al. (2013)



Wagner et al. (2013)



LEAA – Laboratório de Estudos em Agricultura e Agrometeorologia

EXERCÍCIO: Apresentação e relatório em 7 de outubro

Utilizando a imagem MODIS da safra 2010/11

1. Escolher município no RS grande produtor de grãos
2. Definir a cultura de interesse e o período de estudo (meses e anos);
3. Coletar dados de área cultivada junto ao IBGE
4. Construir máscaras de cultivo utilizando duas metodologias propostas em aula (escolha duas entre as abaixo citadas):
 - Imagem diferença;
 - Chave de classificação;
 - Realce de distribuição;
 - Classificação digital supervisionada;
 - Classificação digital não supervisionada;
4. Extrair os valores de NDVI e/ou EVI ao longo da safra utilizando duas áreas:
 - a) municípios escolhido e b) melhor máscara de cultivo testada
5. Traçar os perfis temporais para as duas áreas;
6. Elaborar relatório comparando e discutindo os resultados obtidos.