



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS



**XXI Curso do Uso Escolar de Sensoriamento Remoto
no Estudo do Meio Ambiente**

Sensoriamento Remoto Aplicado à Agricultura

Victor Hugo Rohden Prudente

Engenheiro Agrícola (Unioeste/PR)

Doutorando em Sensoriamento Remoto (DSR)

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

São José dos Campos, 17 de julho de 2019

Importância da Agricultura

ALIMENTOS



FIBRAS



ENERGIA



Agricultura no Brasil:

- Vasta extensão territorial
- Clima favorável
- Bom desenvolvimento tecnológico
- Diversidade de produtos



Área Colhida (2016)



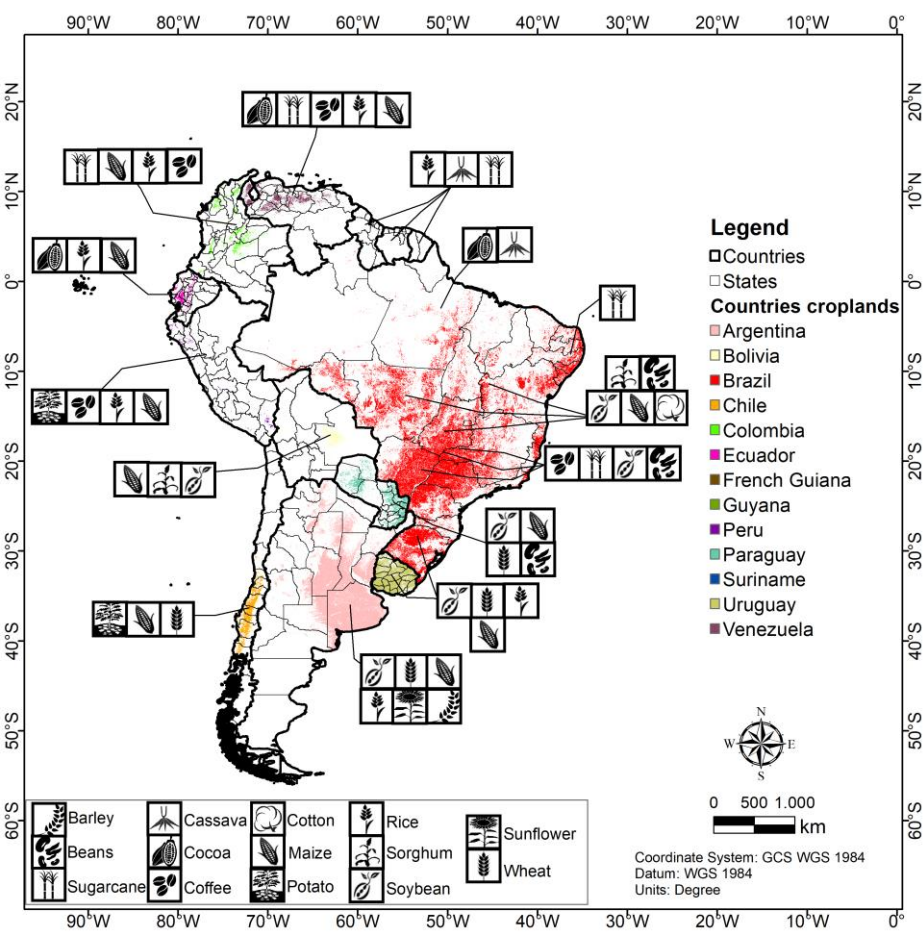
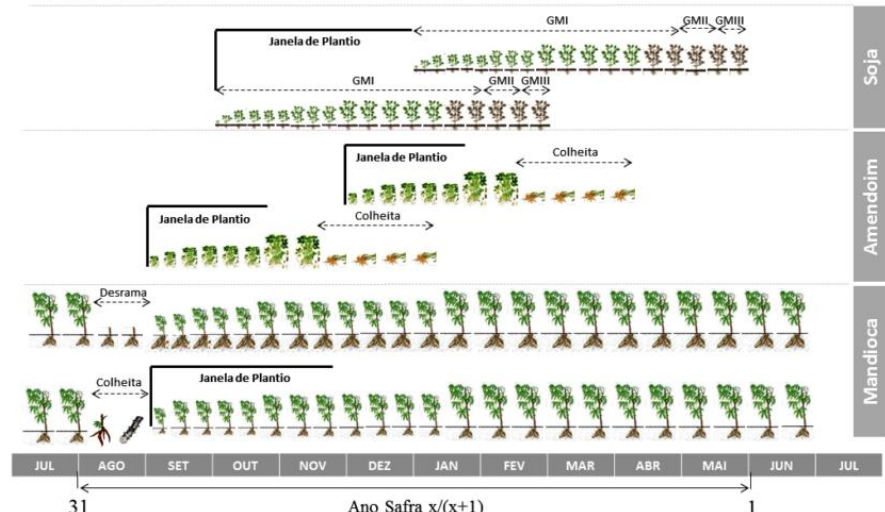
Fonte: FAOSTAT (2018)

Agricultura no Brasil:

- Dinâmica agrícola:

- > Espacial: Localização e tamanho/forma de áreas
- > Ciclos: Perenes, semiperenes, anuais
- > Histórico

Fonte da figura: Eberhardt (2015)



	Ano Safra x(x+1)											
	Period 1				Period 3				Period 2			
	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug
Soybean	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding
Maize	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding
Rice	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding
Cotton	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding
Barley	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding
Bean	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding
Potato	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding
Sunflower	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding
Sorghum	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding
Wheat	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding
Coffee	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding
Sugarcane	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding
Cassava	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding
Cocoa	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding	Seeding

Legend for table: Seeding (Green), Seeding/Harvest (Yellow), Harvest (Red)

Fonte da figura: Autor

Agricultura no Brasil:

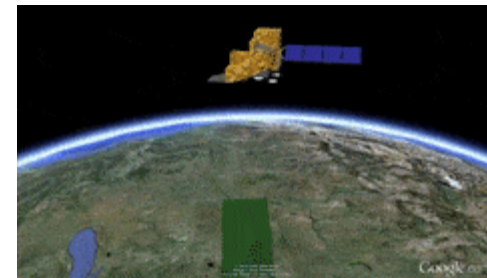
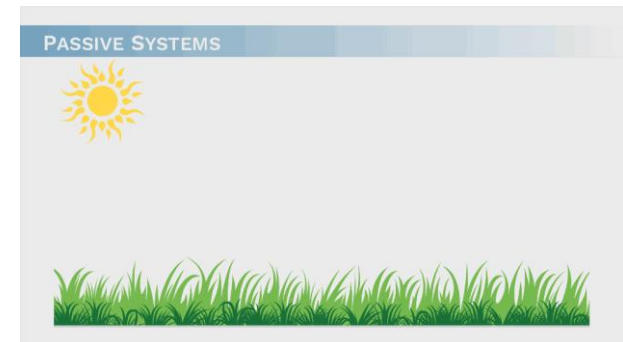
VARIABILIDADE ESPACIAL E TEMPORAL

Existe a necessidade de se poder contar com meios eficientes para monitorar vários aspectos da Agricultura, e isso deve ser feito de forma racional e otimizada, visando atender preocupações de várias ordens, **principalmente em termos de estratégias** de:

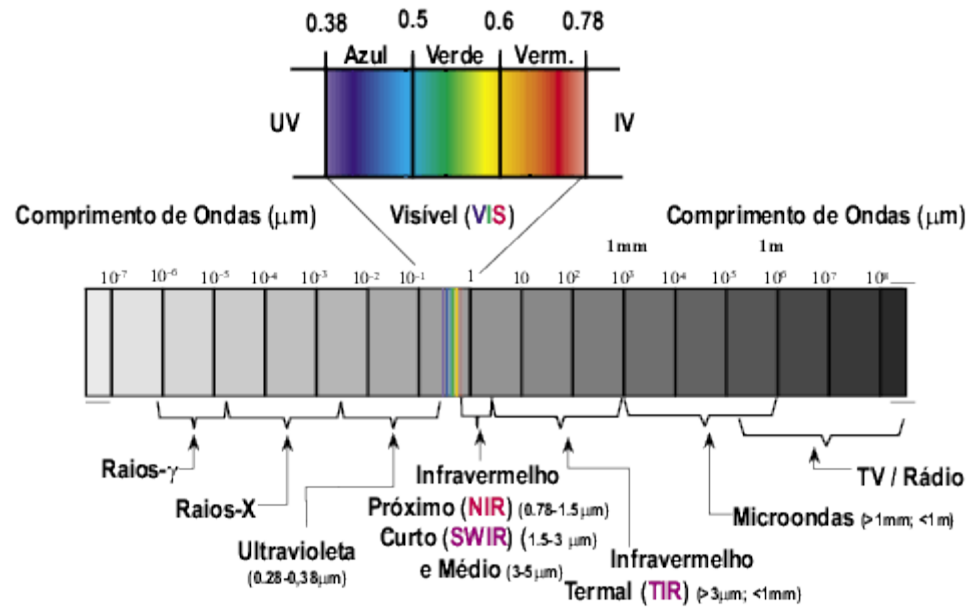
- Suprimento interno
- Exportações
- Sustentabilidade ambiental

Sensoriamento Remoto

- Visão sinóptica da superfície
- Repetitividade de recobrimento (monitoramento sistemático)
- Custo relativamente baixo (imagens gratuitas, SIGs gratuito)



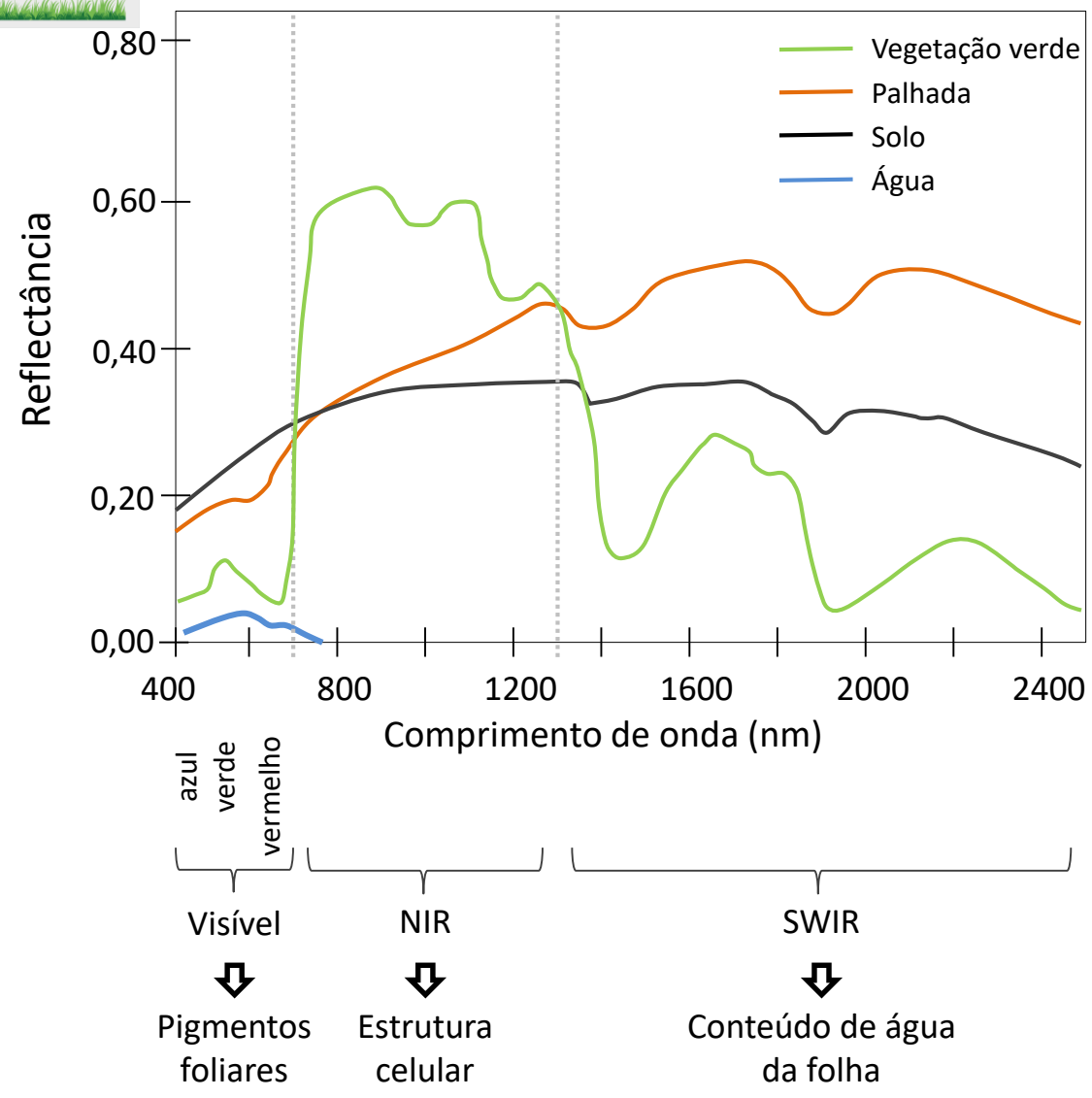
Sensoriamento Remoto



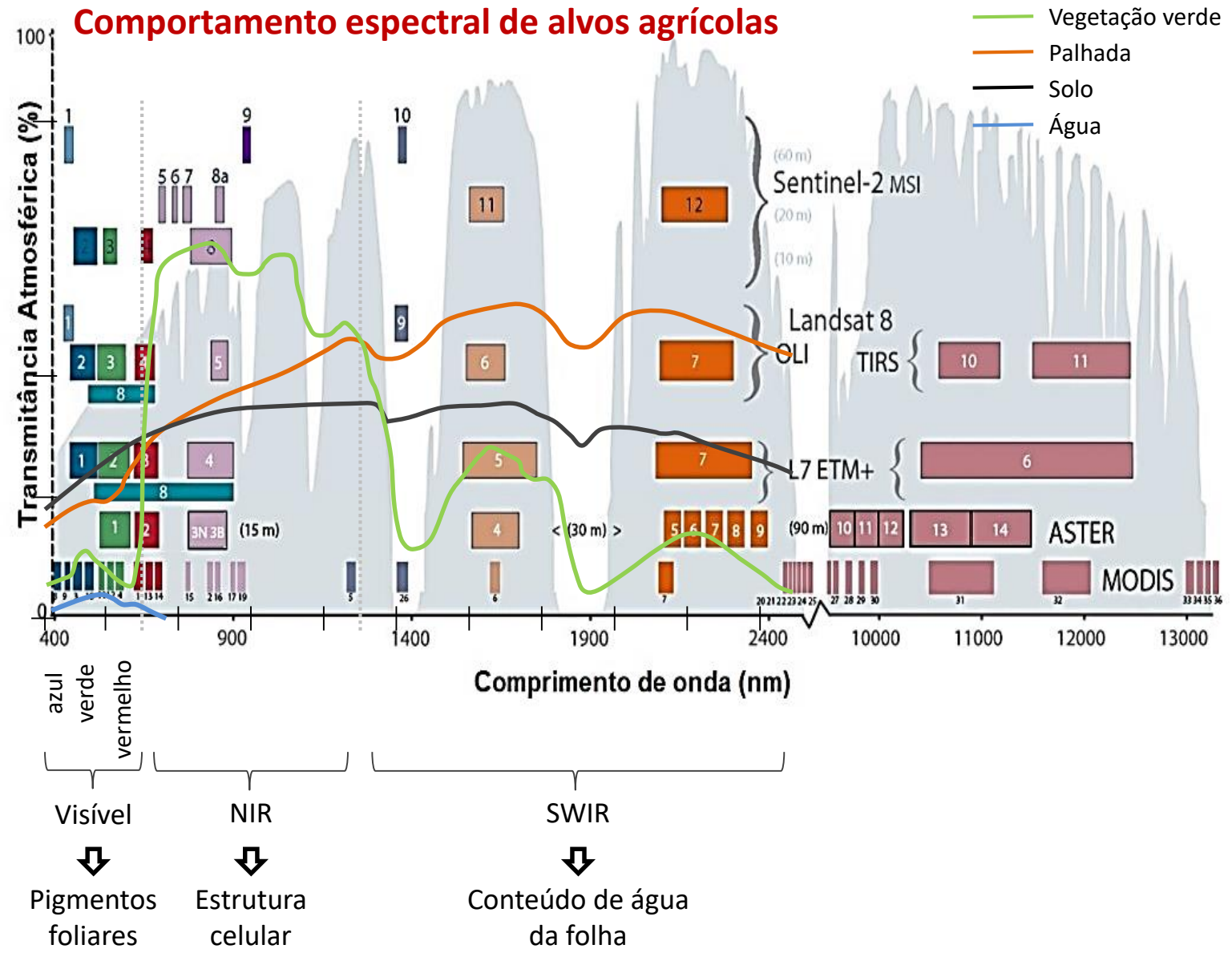
Interpretação de alvos agrícolas em imagens de satélite



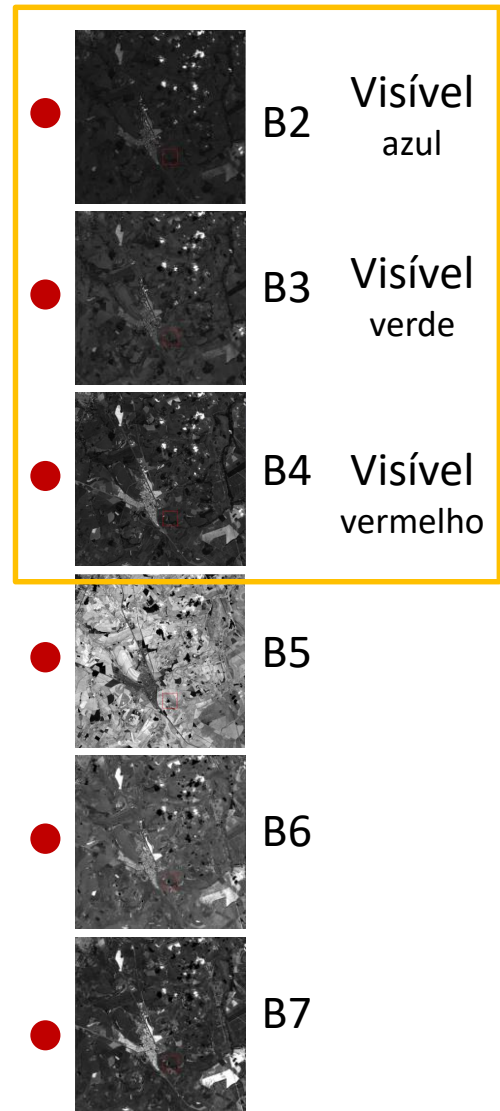
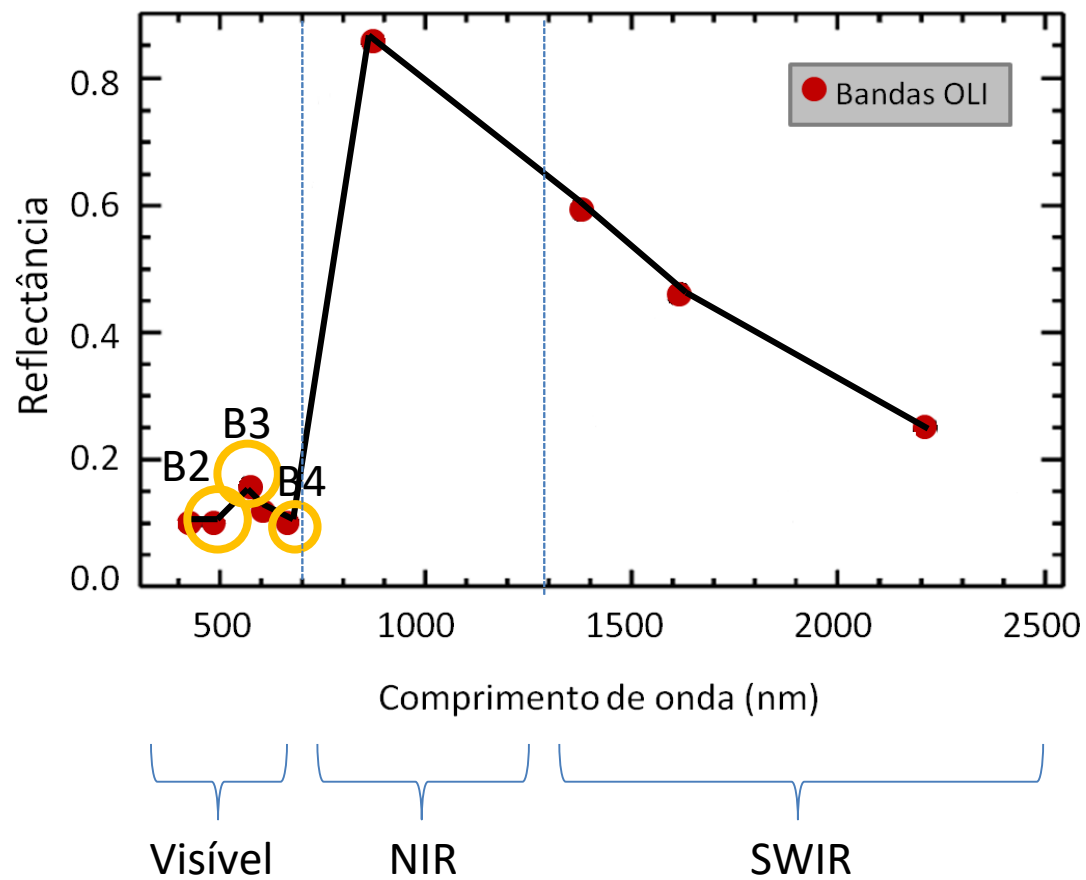
Comportamento espectral de alvos agrícolas



Interpretação de alvos agrícolas em imagens de satélite

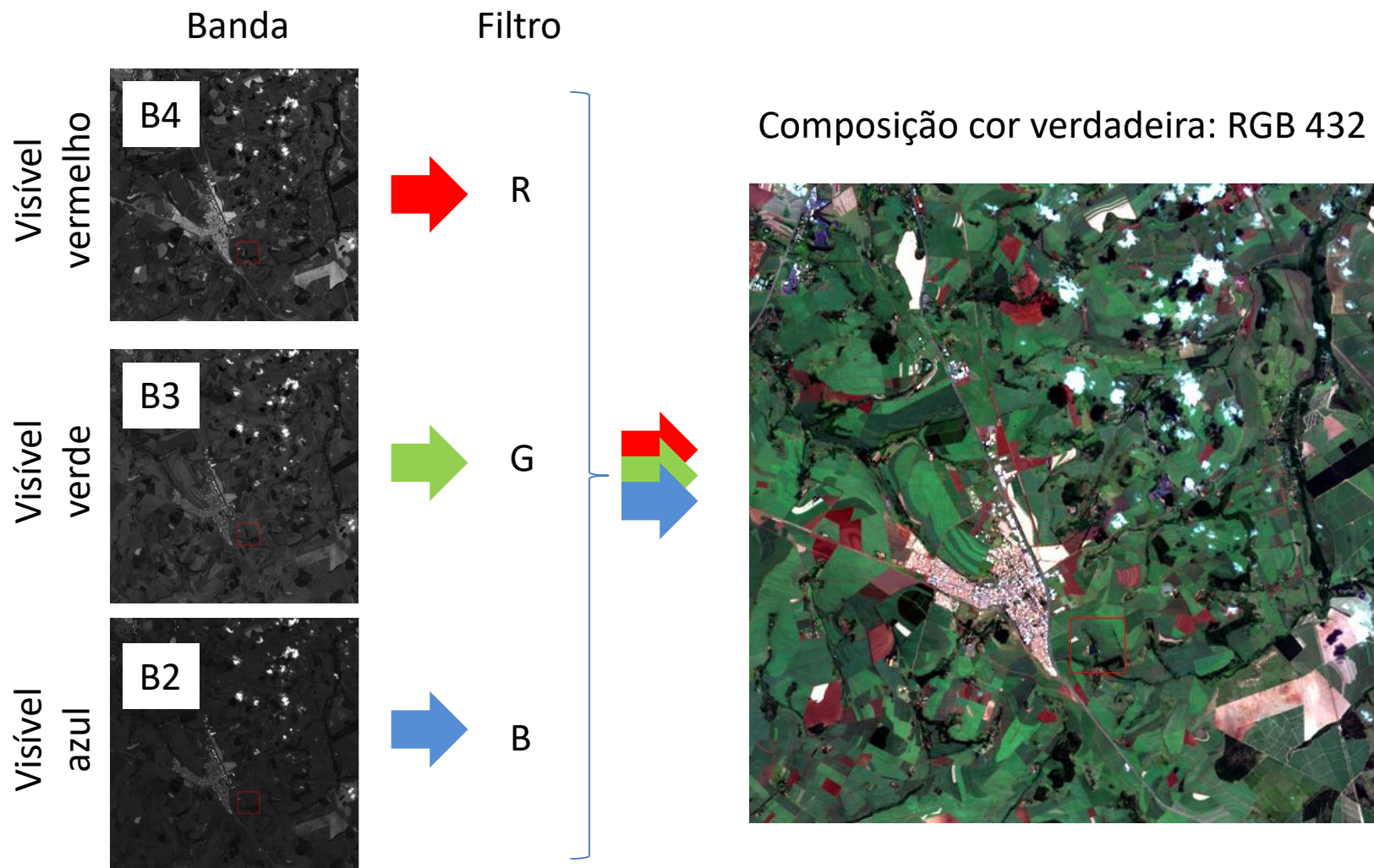


Composição colorida de imagens de satélite



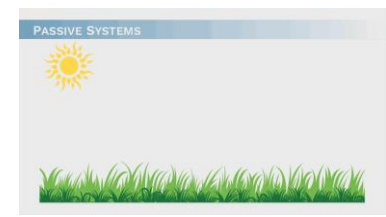
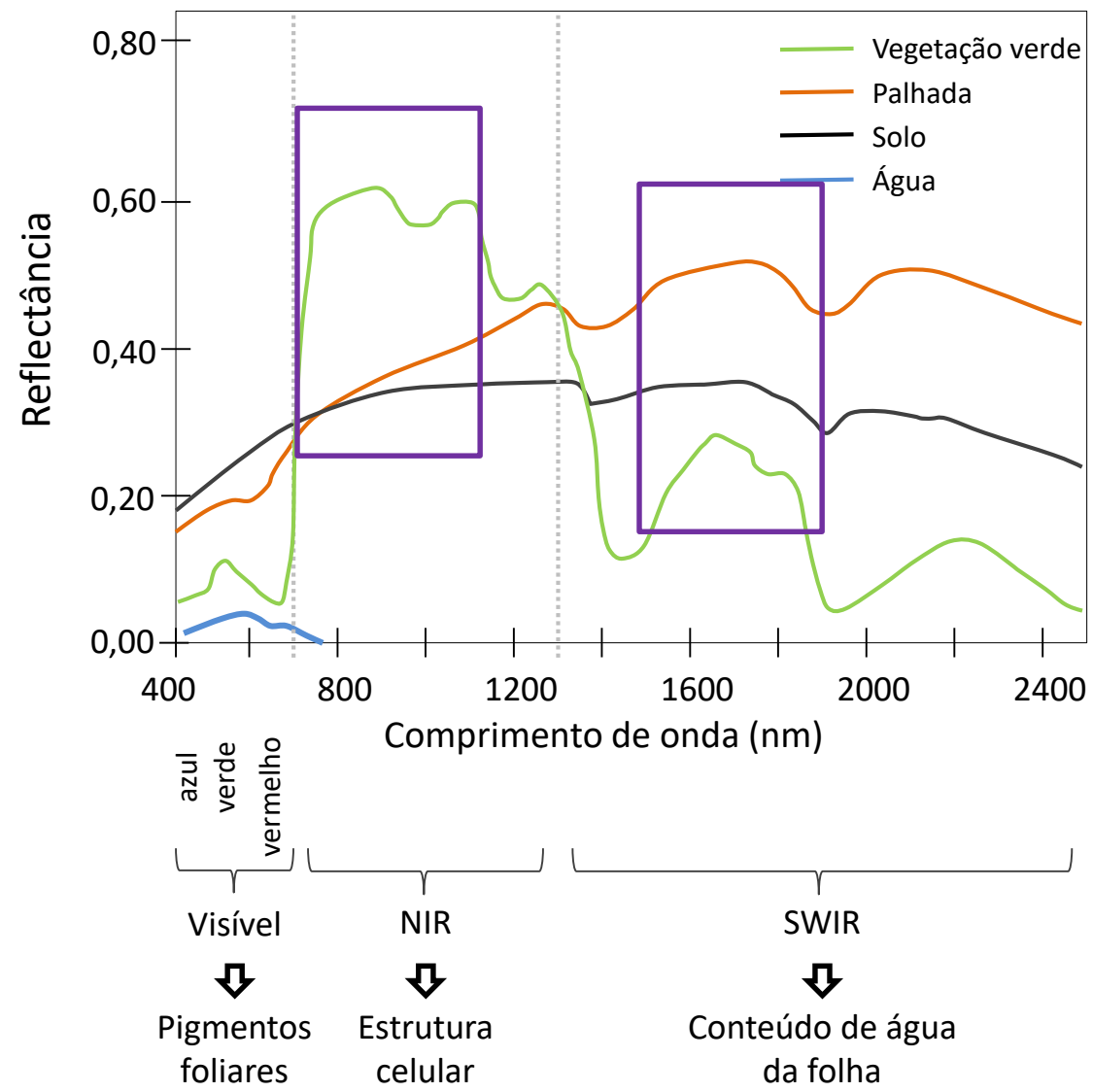
- B2 Visível azul
- B3 Visível verde
- B4 Visível vermelho
- B5
- B6
- B7

Composição colorida de imagens de satélite

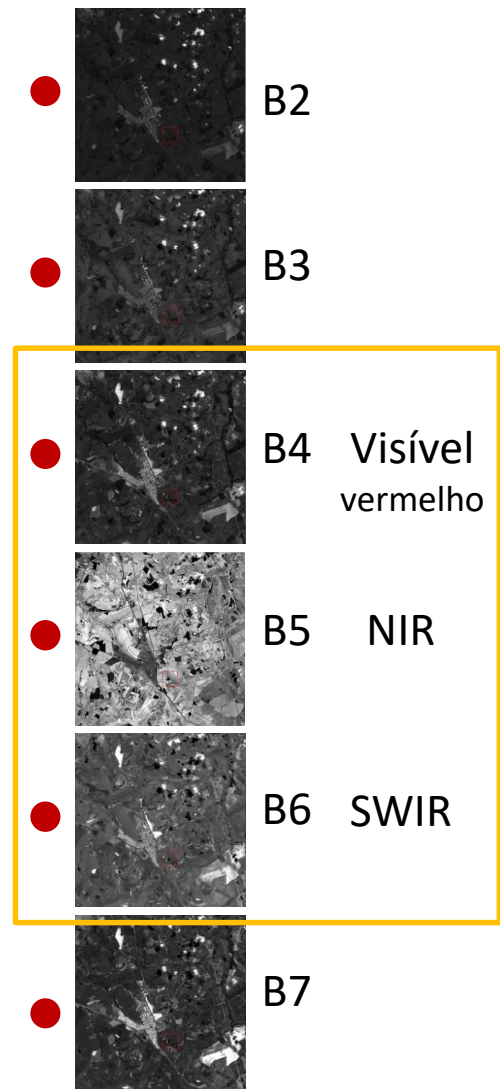
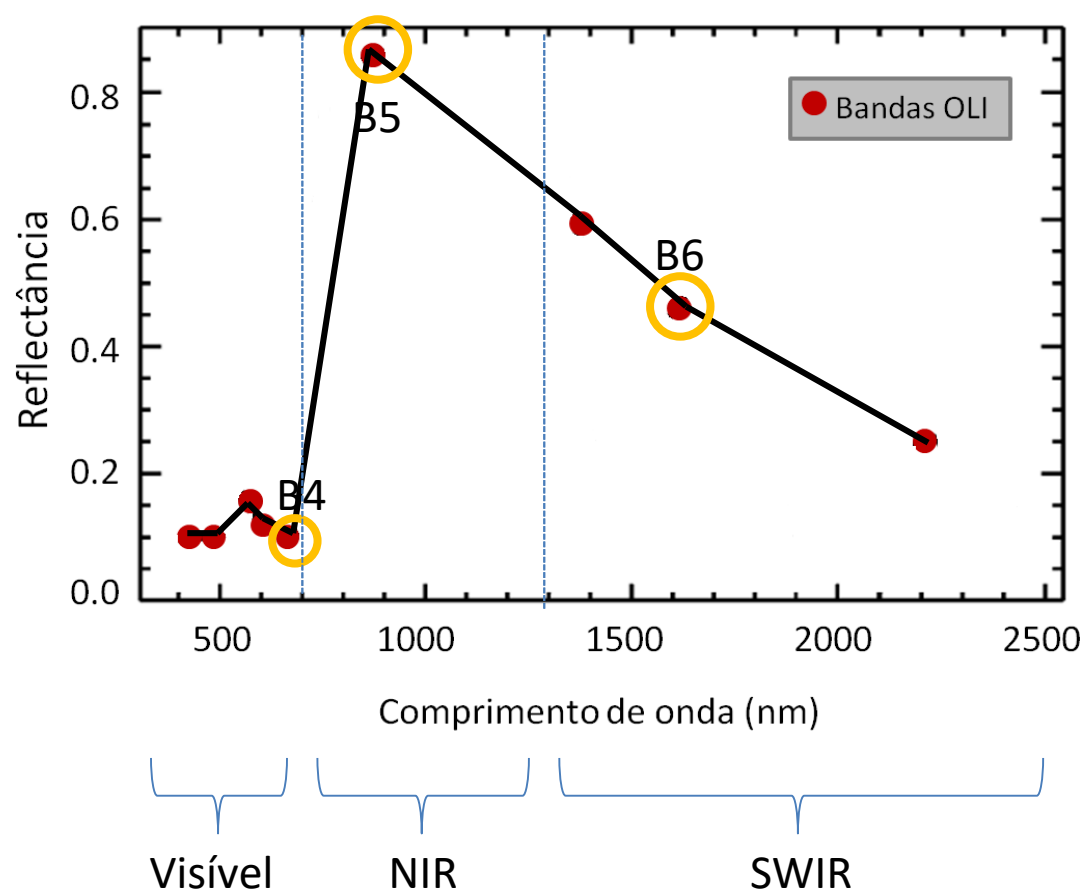


Interpretação de alvos agrícolas em imagens de satélite

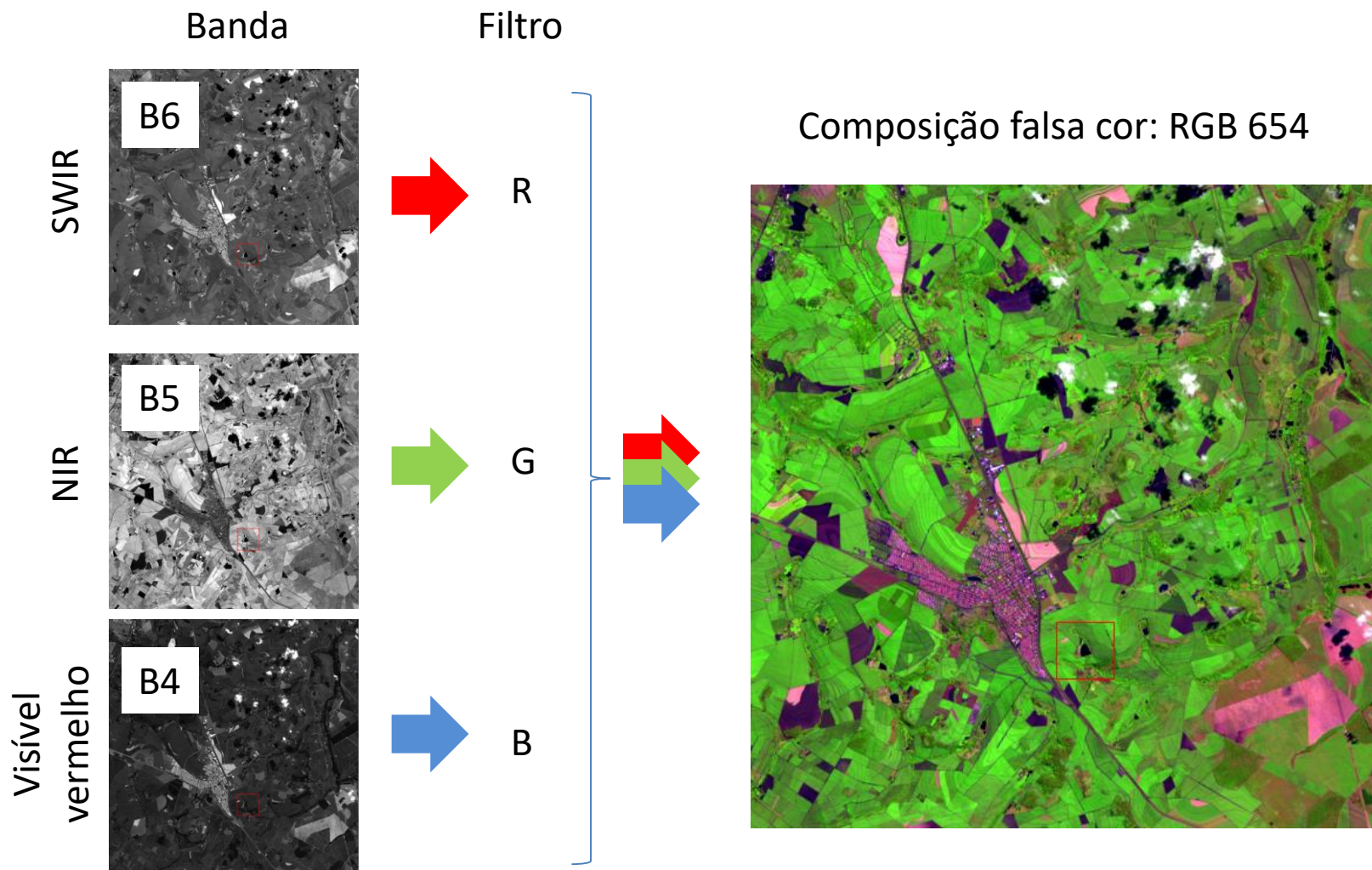
Comportamento espectral de alvos agrícolas



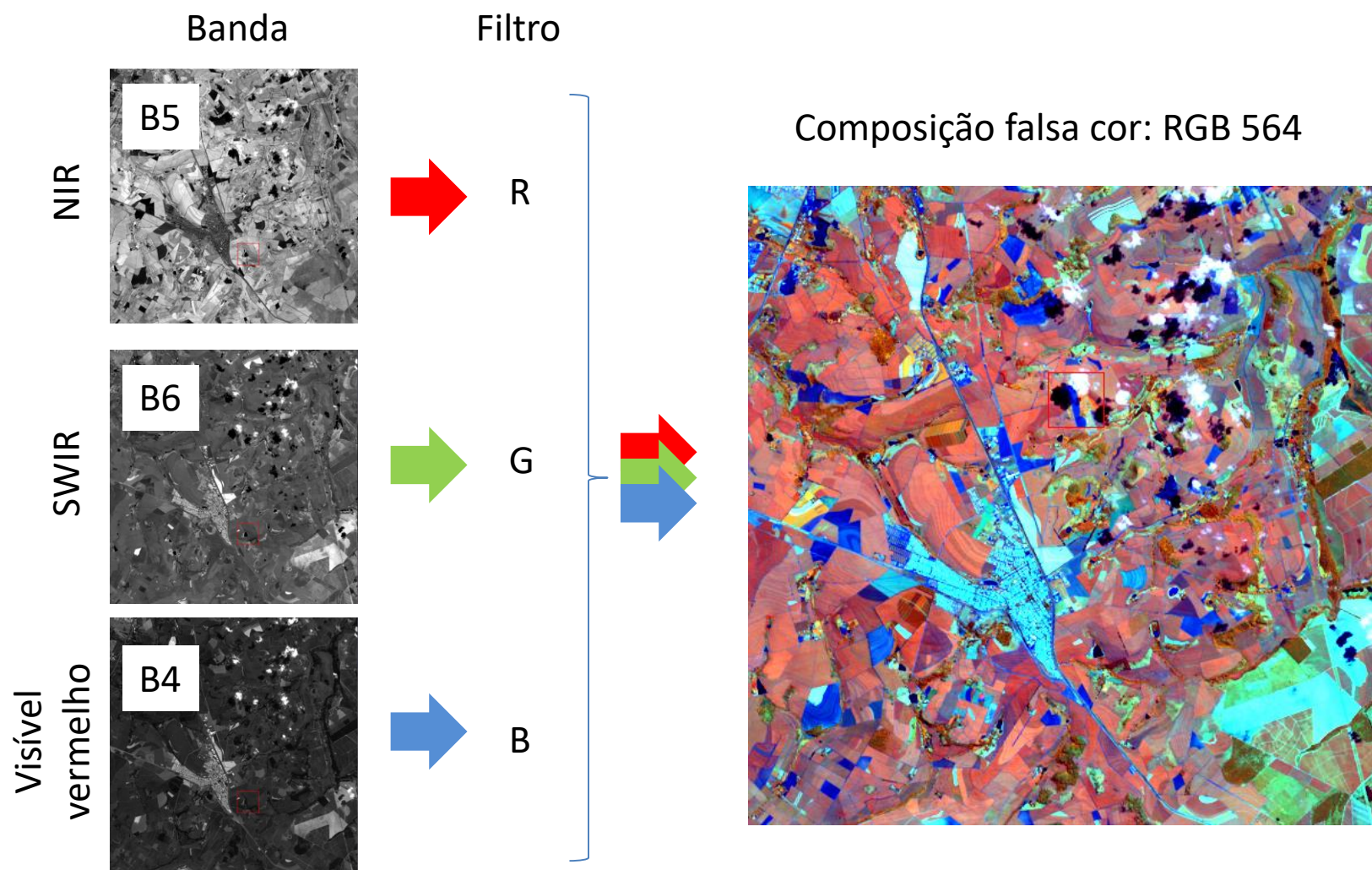
Composição colorida de imagens de satélite



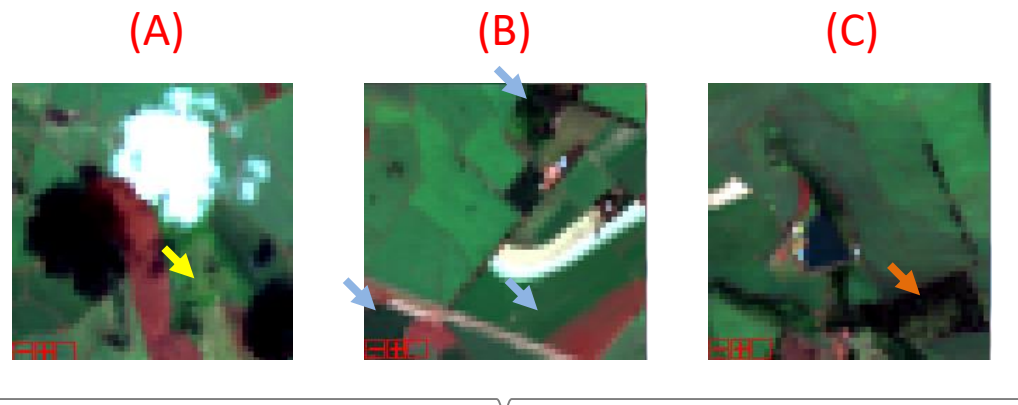
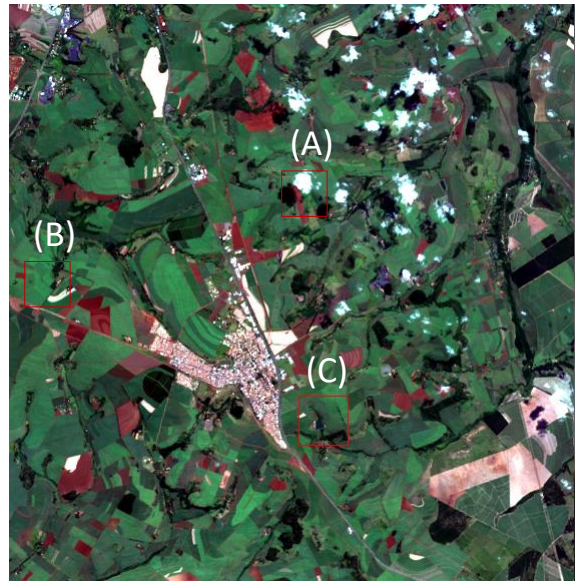
Composição colorida de imagens de satélite



Composição colorida de imagens de satélite

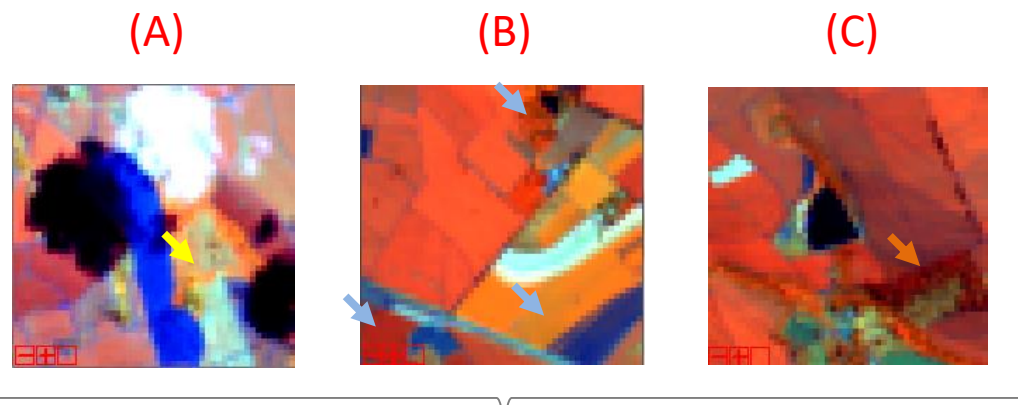
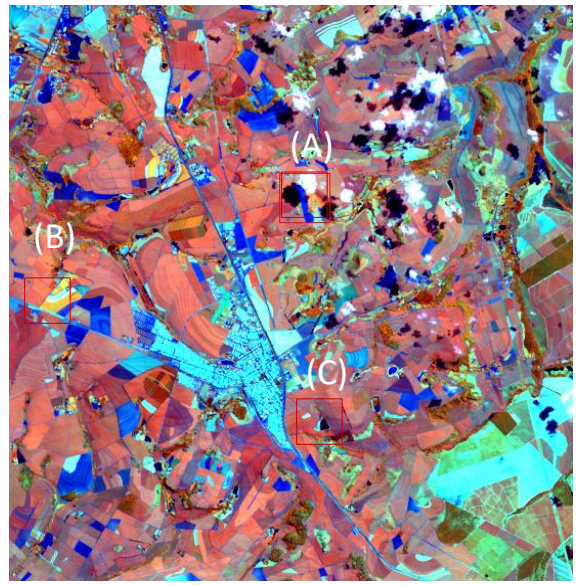


OLI/RGB 432 (Red-Green-Blue)



Informação só da faixa espectral do visível

OLI/RGB 564 (NIR-SWIR1-Red)

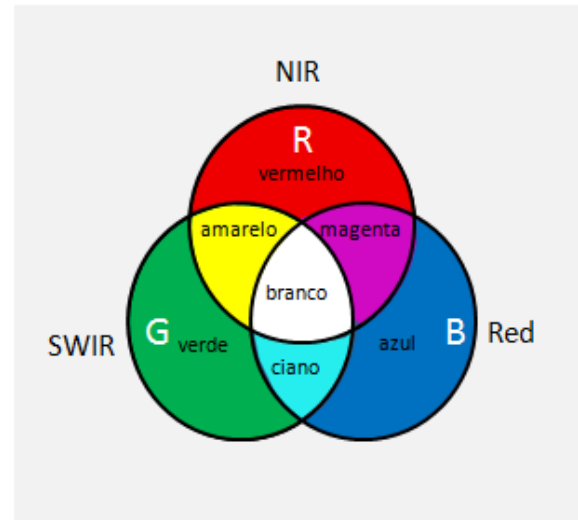
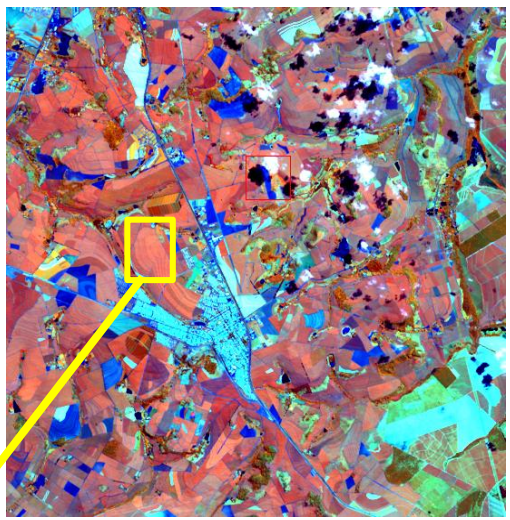


Informação das faixas espectrais do visível, NIR e SWIR

Como interpretar uma imagem falsa cor?

Composição colorida de imagens de satélite

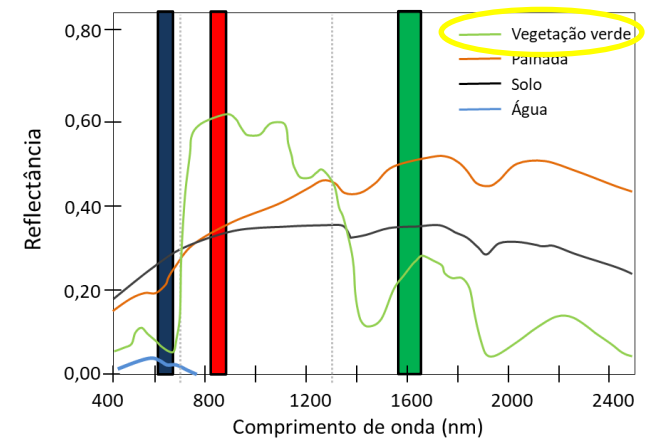
Composição falsa cor: RGB 564 (NIR-SWIR-Red)

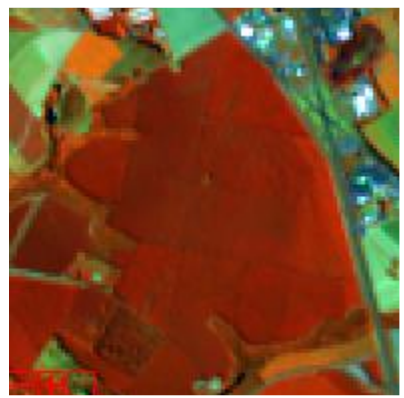
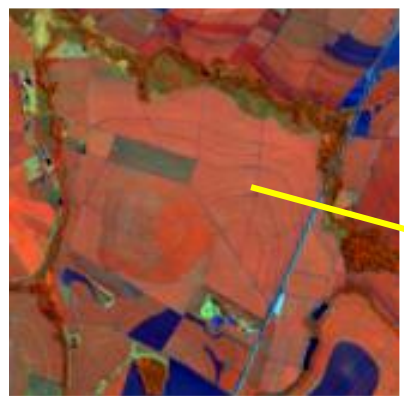
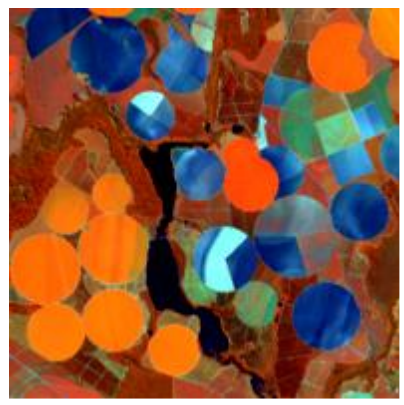
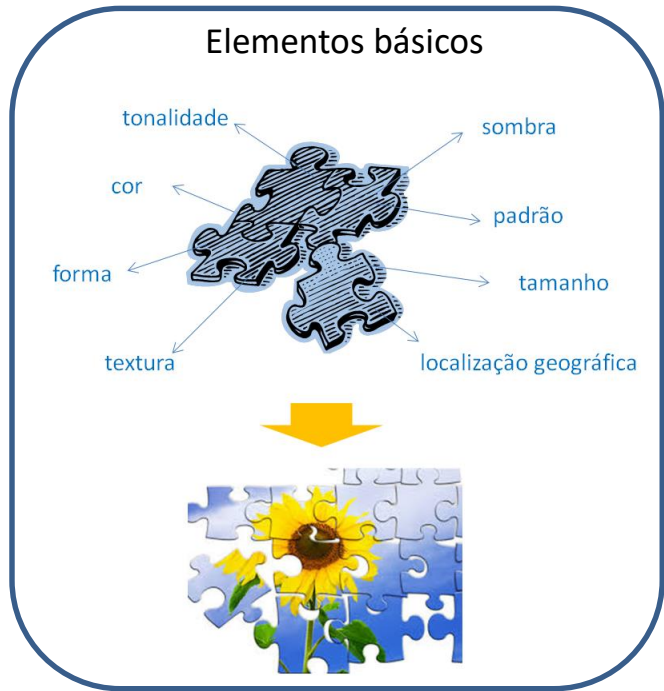


Alvo apresenta cor vermelha na composição colorida adotada



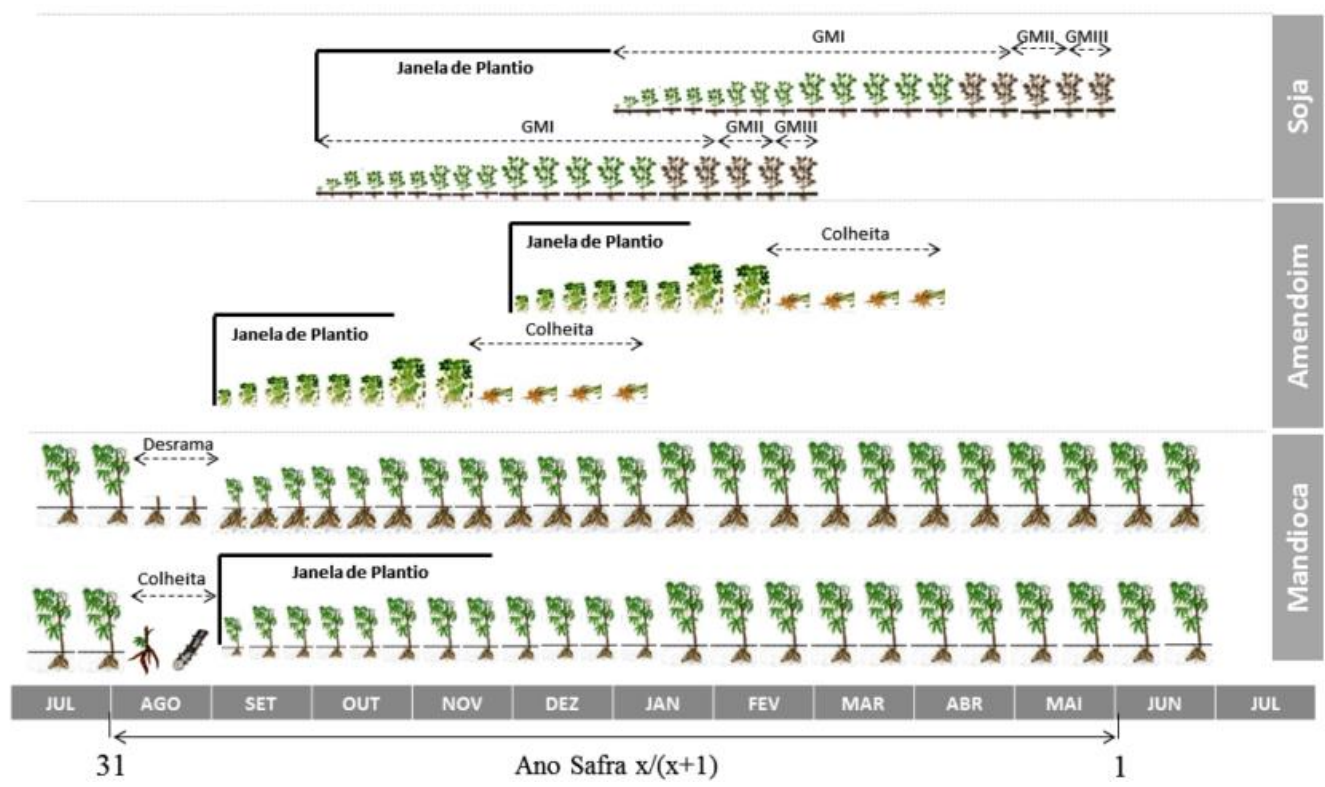
Isso quer dizer que o alvo reflete mais no NIR (banda 5/OLI que foi atribuída ao filtro do vermelho)





Análise temporal :

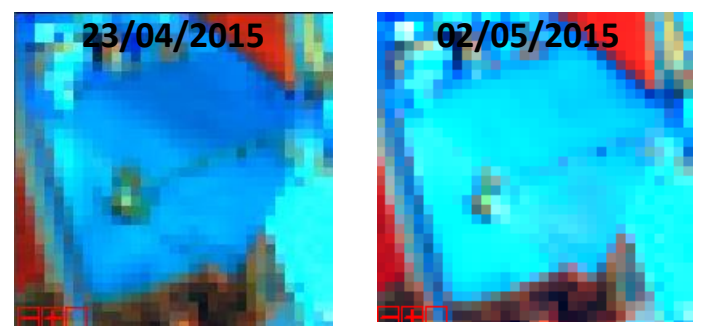
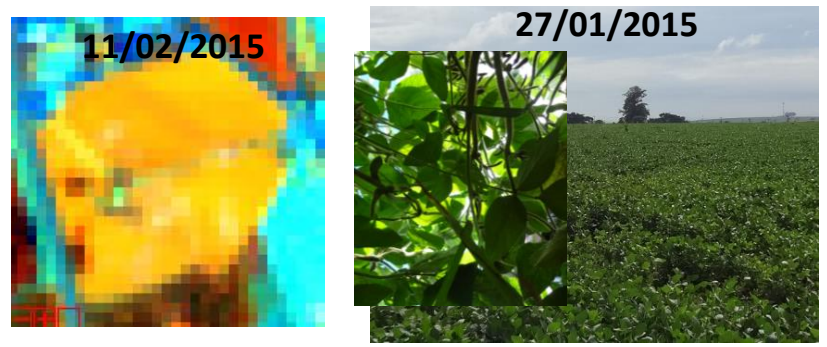
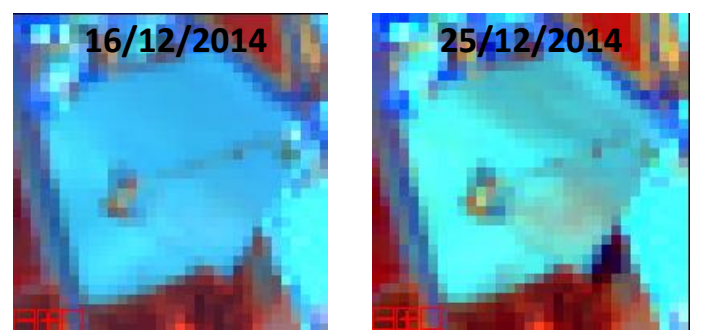
- importância na análise de imagens de satélite
 - → Ciclos: Perenes, semiperenes, anuais



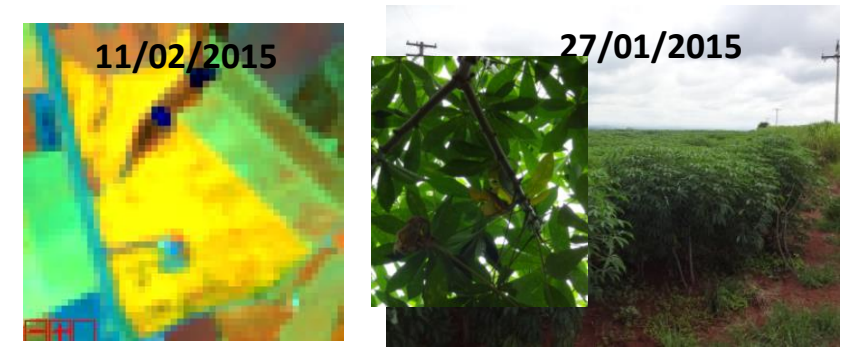
Fonte da figura: Eberhardt (2015)

Análise temporal de imagens de satélite para diferenciação de culturas agrícolas

Soja

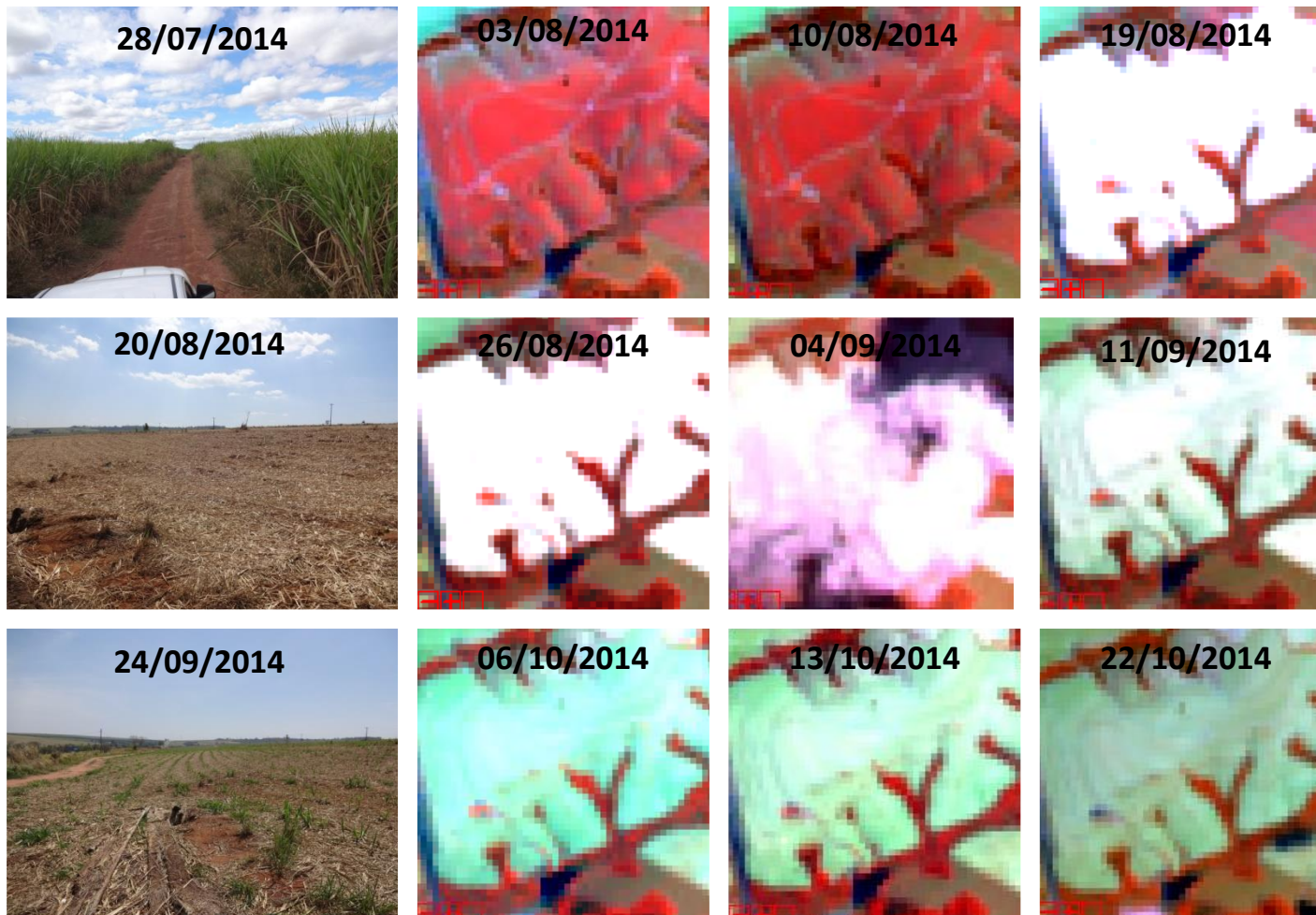


Mandioca

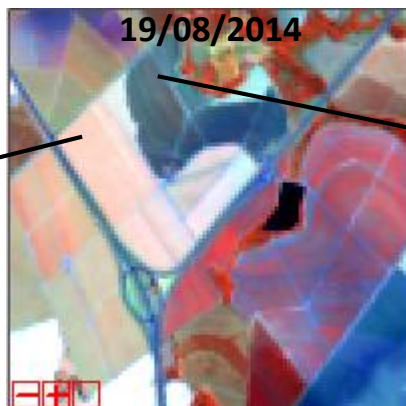
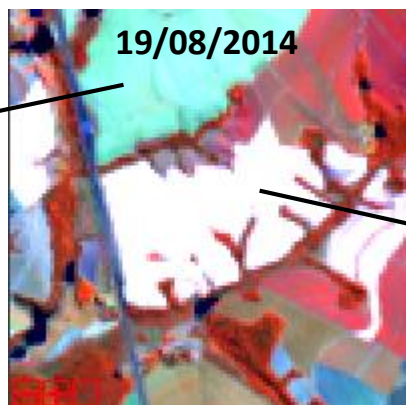


Monitoramento de culturas agrícolas: data de colheita

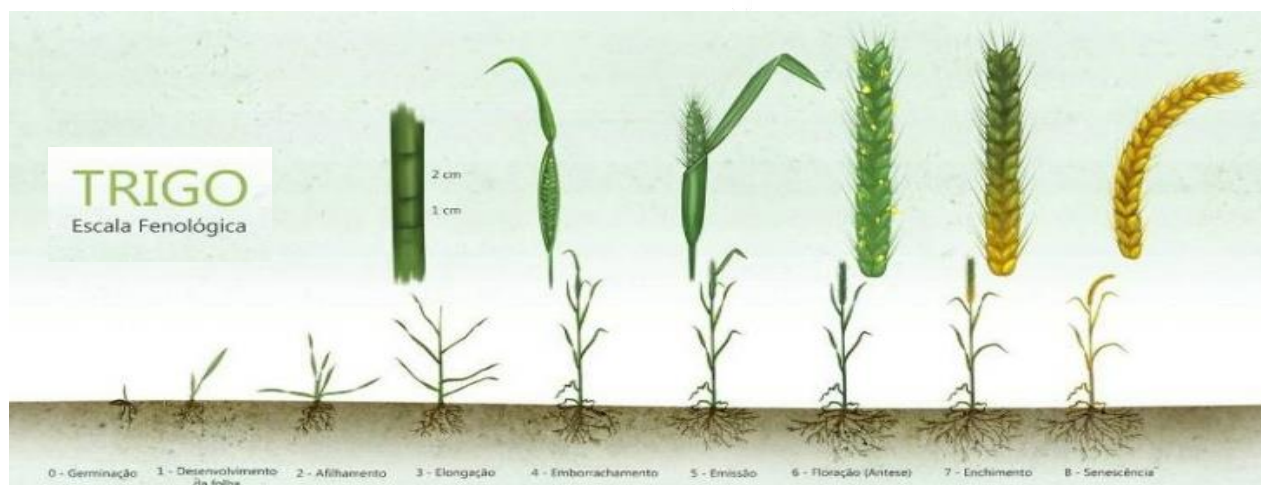
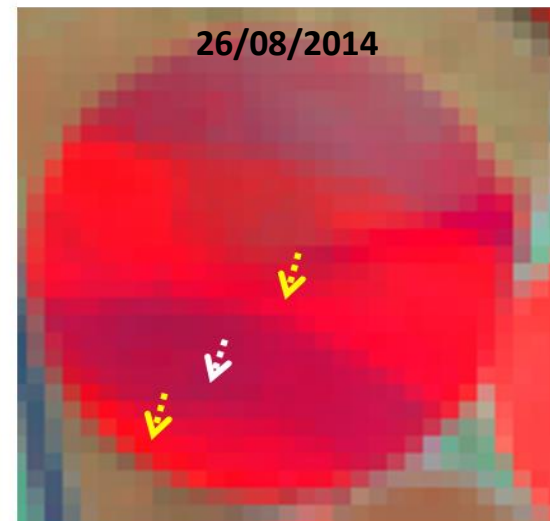
Cana-de-açúcar



Acompanhamento do desenvolvimento de culturas e identificação de práticas culturais como colheita mecânica e queima da palhada da cana-de-açúcar



Variações de cor da imagem podem representar diferenças de fases fenológicas de plantas de uma mesma espécie



Fonte da figura: internet

Imagem na composição colorida RGB 564 (NIR-SWIR-R)

Acompanhamento do desenvolvimento de culturas e identificação de práticas culturais como a rotação de culturas

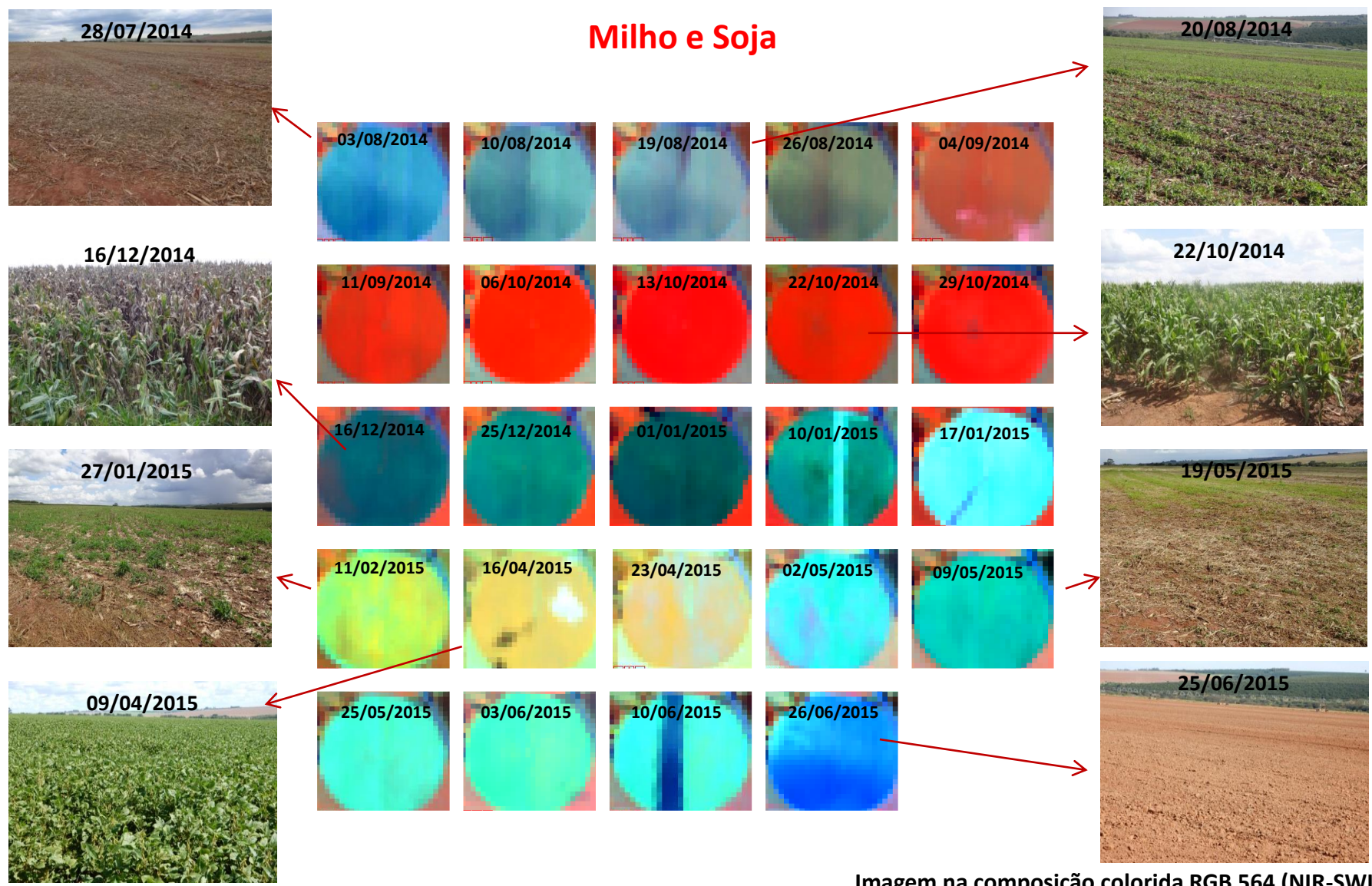
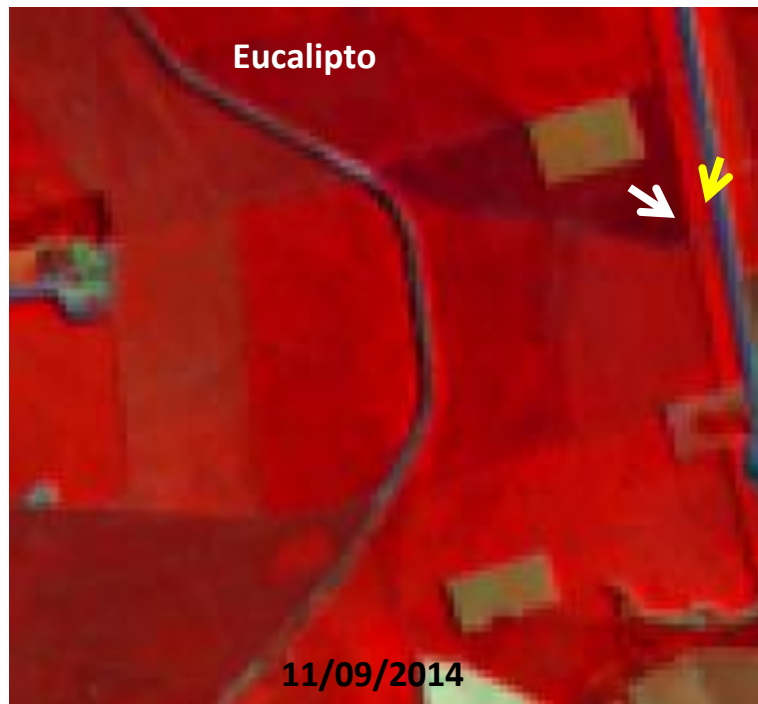
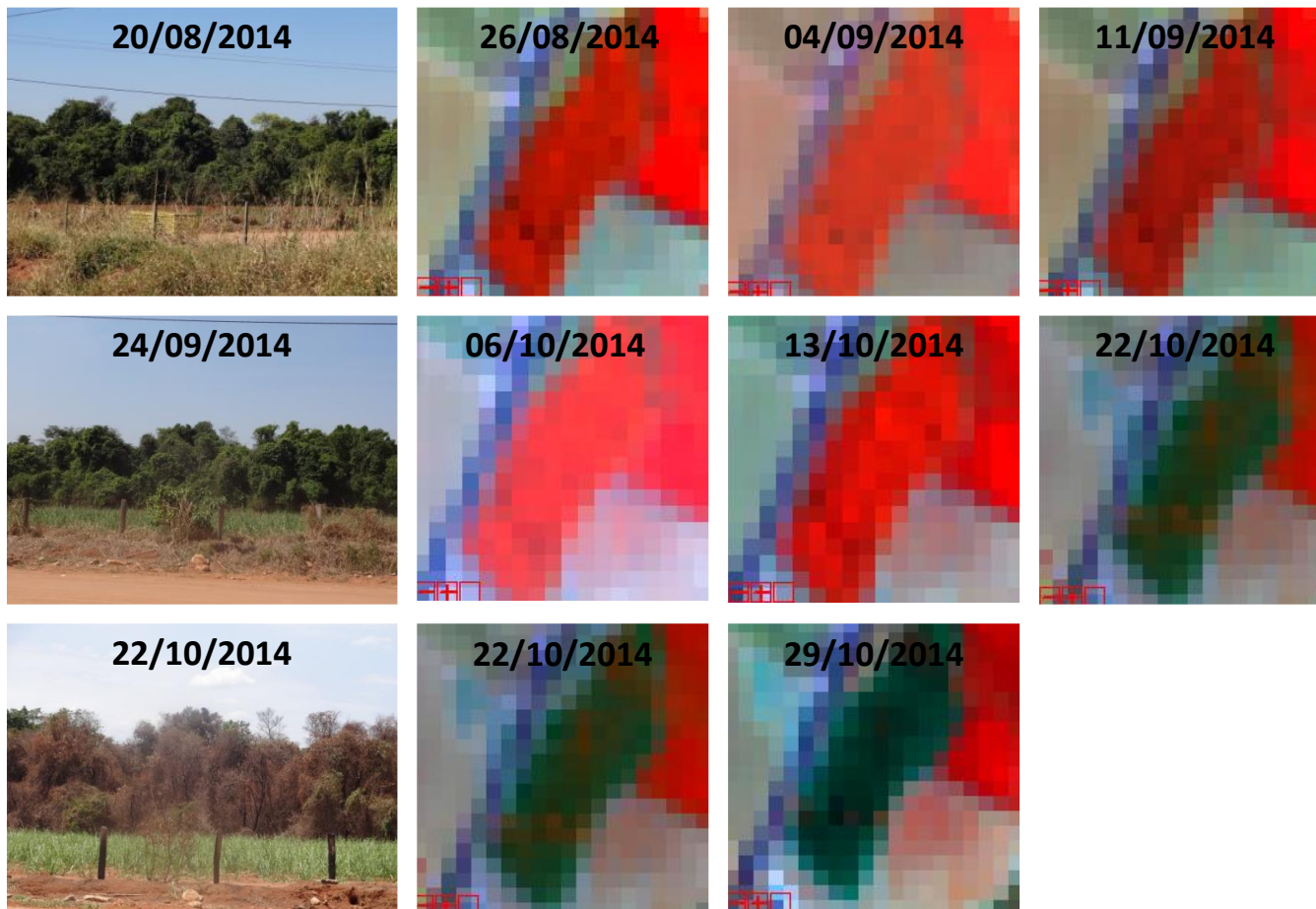


Imagem na composição colorida RGB 564 (NIR-SWIR-R)

Variações de cor da imagem podem representar diferenças de idade de plantas de uma mesma espécie

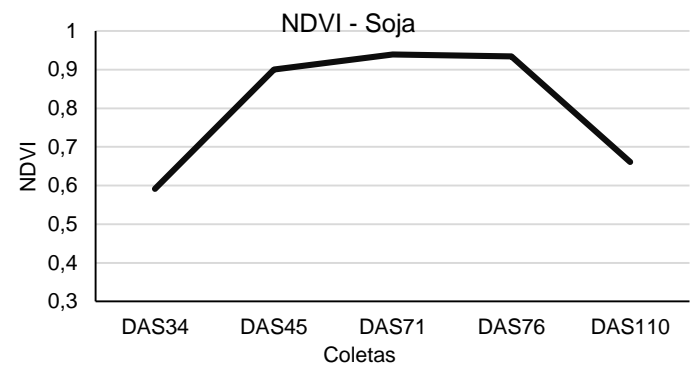
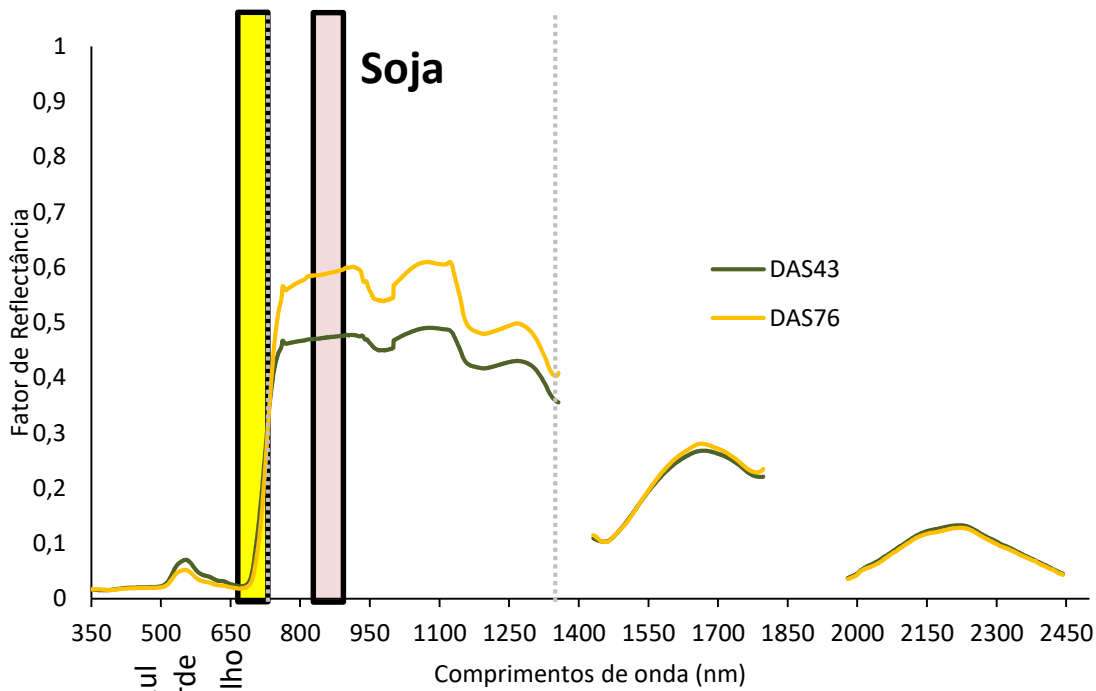


Identificação de queimada de matas em propriedades agrícolas



Índices de Vegetação

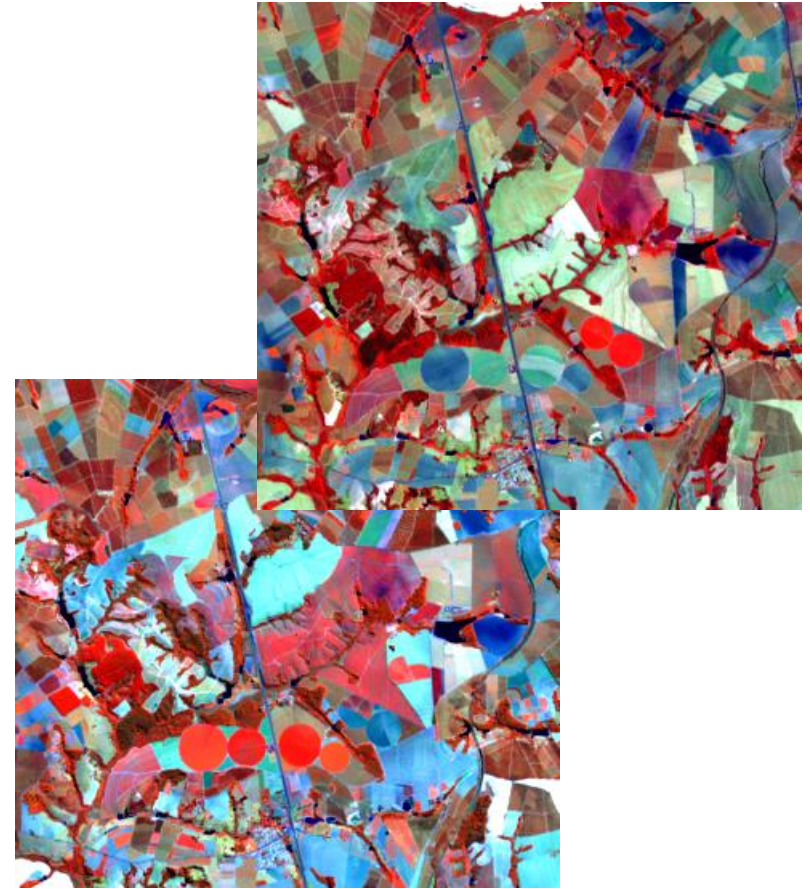
NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)



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

Algumas aplicações potenciais do SR relacionadas a atividade agrícola:

- Mapeamento das áreas agrícolas
- Monitoramento de culturas agrícolas
- Estimativa de área de culturas
- Estimativa de produtividade
- Mapeamento de áreas de irrigação (pivô)
- Fiscalização de crédito agrícola
- Detecção de estresse em plantas
- Previsão de safras
- Agricultura de precisão





Mapeamento e monitoramento de culturas agrícolas



Monitoramento da Cana-de-açúcar
via imagens de satélite

- Monitoramento anual do cultivo da cana-de-açúcar (na região centro-sul) nas classes: soca, expansão, em reforma e reformada (safra 2003/04 a 2013/14)
- Monitoramento anual do tipo de colheita, com ou sem queima da palha da cana-de-açúcar, no Estado de São Paulo (safra 2006/07 a 2012/2013).



Fonte: <http://www.dsr.inpe.br/laf/canasat/index.html>



O projeto CAFESAT visa espacializar as lavouras de café e fazer o monitoramento das mesmas nas principais regiões produtoras do Brasil.

- No momento, o mapeamento está disponível para os estados de Minas Gerais e São Paulo.
- O mapeamento é baseado na interpretação visual de imagens Landsat/TM, restaurada com pixel de saída 10m, usando a edição matricial disponível no software SPRING. Para auxiliar a interpretação utilizam-se dados do Google Earth.



Fonte: <http://www.dsr.inpe.br/laf/cafesat/index.html>



Estimativa de área cultivada e de produtividade

Desenvolvimento de metodologias para a estimativa de área e de produtividade de culturas agrícolas utilizando dados de **sensoriamento remoto**, sistema de posicionamento global (**GPS**), sistemas de informação geográfica (**SIG**) e **modelos estatísticos**.

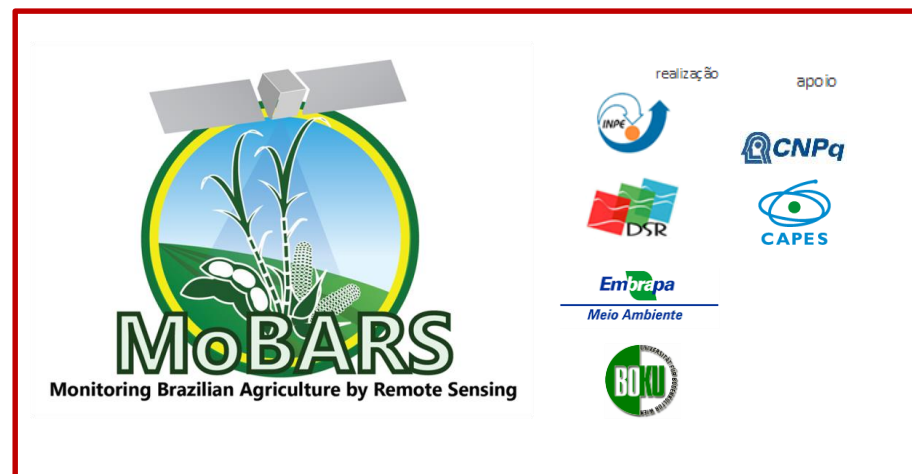
GeoSafras



Consórcio de aproximadamente **quinze instituições públicas de ensino e pesquisa** e muitas outras entidades de apoio e extensão rural que, em conjunto e sob a **coordenação da Conab**, realizaram grande parte das tarefas operacionais do Projeto. A Conab alocou nessas instituições recursos humanos custeados principalmente por meio das bolsas disponibilizadas pelo CNPq e de recursos repassados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento destinados ao Projeto.

Fonte: http://www.conab.gov.br/conabweb/geotecnologia/html_geosafra/geosafra.html
<http://mart.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.14.17.58/doc/191-195.pdf>

Projeto MoBARS, Programa “Ciência sem Fronteiras”,
CNPq/CAPES nº 402597/2012-5



Fonte: <https://www.researchgate.net/project/Monitoring-of-Brazilian-Agriculture-by-Remote-Sensing-MOBARS>



Missão: Contribuir para a regularidade do abastecimento e garantia de renda ao produtor rural, participando da formulação e execução das políticas agrícola e de abastecimento.

Objetivos:

- Estimar o volume da produção agrícola no menor tempo possível e com alto nível de confiabilidade;
- Fornecer informações de gestão estratégica para subsidiar a elaboração de políticas governamentais (oferta e demanda).

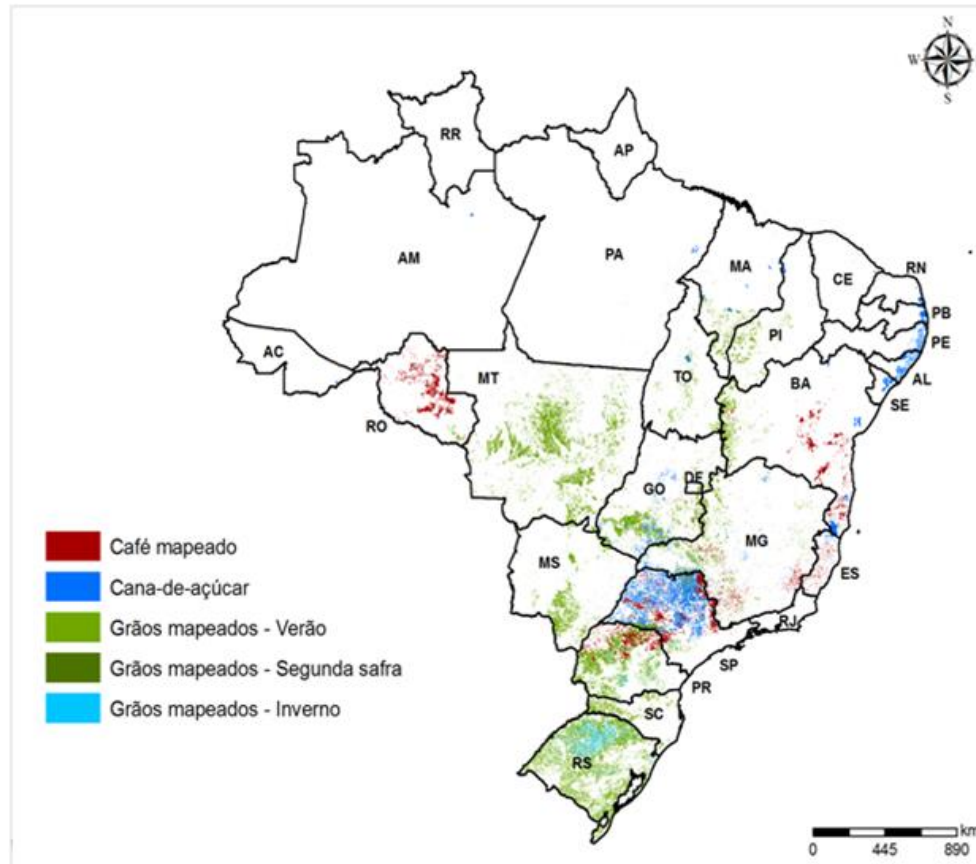
Geote (Gerência de Geotecnologia):

-> **Monitoramento Agrícola via Satélite**: produção brasileira de grãos, cana-de-açúcar e café estimadas pelas geotecnologias (SR + GPS + SIG)

Fonte: Társis Piffer (Geote/CONAB)

<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/mapeamentos-agricolas>
<https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/index.php/mapeamento>

Mapeamentos realizados até 2014/15



Companhia Nacional de Abastecimento
Portal de Informações Agropecuárias
OBSERVATÓRIO AGRÍCOLA

Mapeamento das Culturas Agrícolas



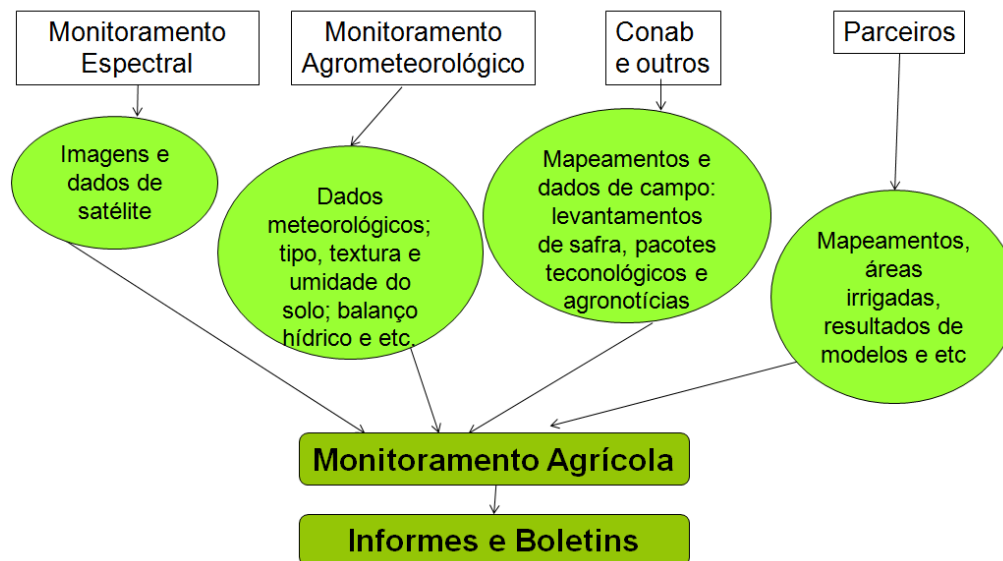
- PORTAL DE INFORMAÇÕES
- Custos de Produção
- Estoques Públicos
- Frete
- Hortigranjeiro
- Importação / Exportação
- PAA
- Armazém
- Plano Safra
- Preços Agropecuários
- Quadro de Oferta e Demanda
- Safras
- Preços Mínimos
- Mapeamento das Culturas Agrícolas**



Monitoramento Agrícola

A Conab realiza quinzenalmente o monitoramento agrícola via satélite, a partir de **parâmetros agrometeorológicos e espectrais**, em apoio às estimativas de safras.

O propósito é avaliar o **estado atual de desenvolvimento das lavouras** em decorrência das condições climáticas recentes, a fim de auxiliar na estimativa da produtividade agrícola nas principais regiões produtoras.



Monitoramento Agrícola



BOLETIM DA SAFRA DE GRÃOS

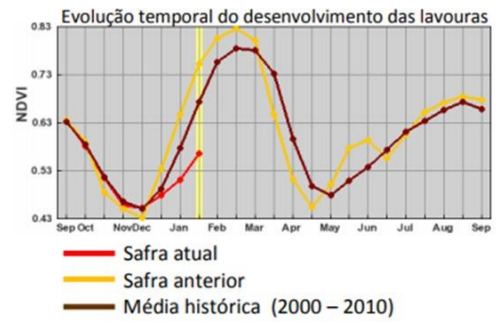
11/07/19 09h00

10º Levantamento - Safra 2018/19

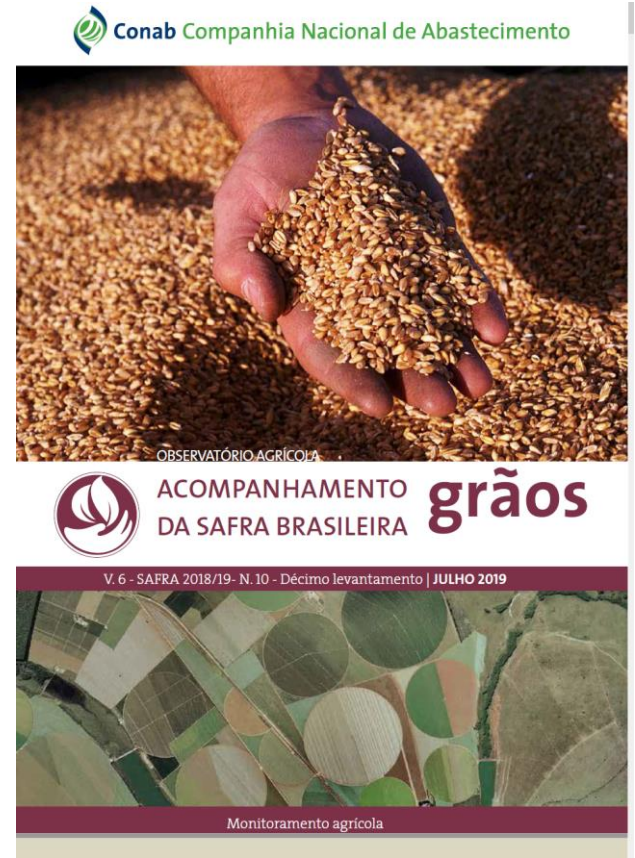
- Boletim Grãos Julho 2019 - Resumo (1756 Downloads)
- Tabela de Levantamentos (1908 Downloads)
- Boletim Grãos Julho 2019 - Completo (323 Downloads)

09/06/19 09h00

9º Levantamento - Safra 2018/19



Alterações percentuais no desenvolvimento das lavouras					
	Quinzena	2ª Nov	1ª Dez	2ª Dez	1ª Jan
% Relat média histórica	1	-3	-12	-16	
% Relat safra anterior	5	-10	-21	-25	



Conab Companhia Nacional de Abastecimento

OBSERVATÓRIO AGRÍCOLA

acompanhamento DA SAFRA BRASILEIRA grãos

V. 6 - SAFRA 2018/19 - N.10 - Décimo levantamento | JULHO 2019

Monitoramento agrícola

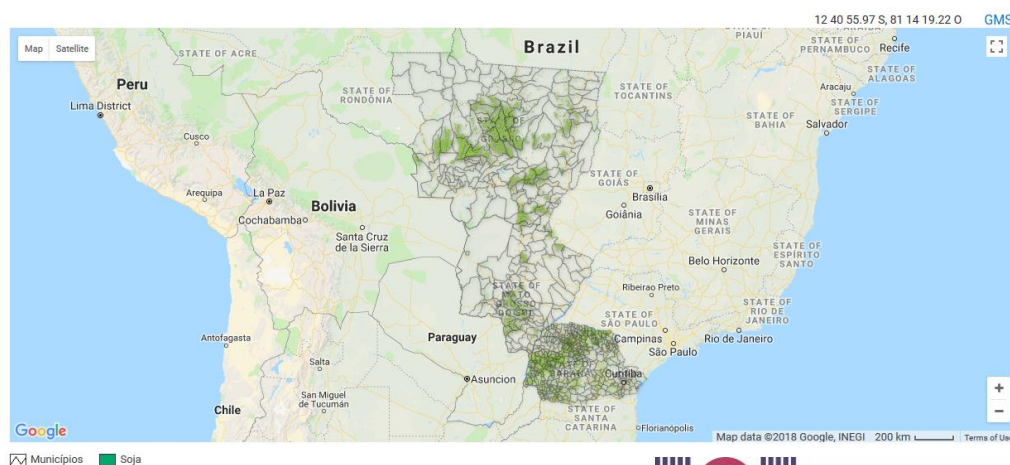


Monitoramento da **soja para os estados do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e do Paraná**. Parceria entre a Universidade do Estado do Mato Grosso - UNEMAT (GAAF - Geotecnologia Aplicada em Agricultura e Floresta) e a Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE (GEOSCIENCE - Núcleo de Geotecnologias e Ciência de Dados)



Endereço
 Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) - Campus I - Rod. MT 208, KM 147 - Jardim Tropical - Alta Floresta - MT

Telefone
 (66) 3521-0224



SAFRAS

- 2017-2018
- 2016-2017

EXIBIR DADOS DO MUNICÍPIO

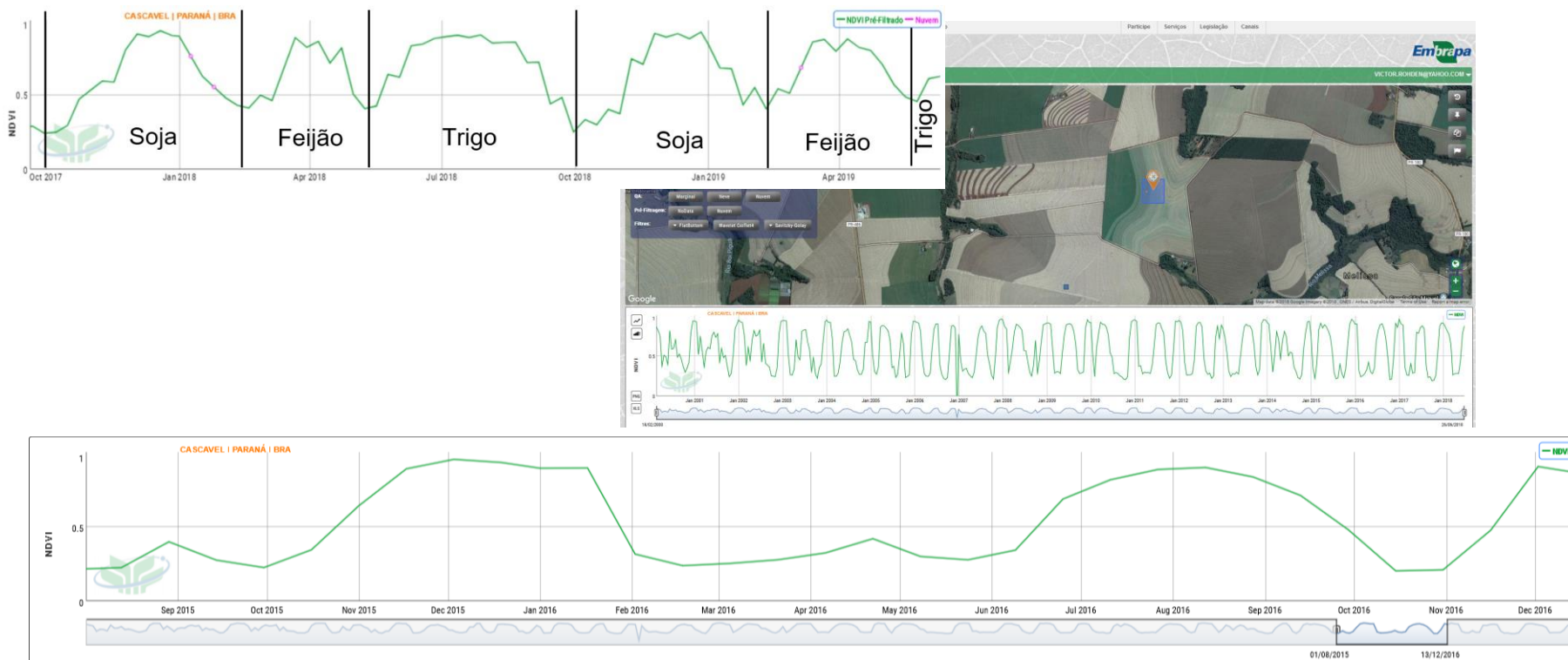
Digite o município



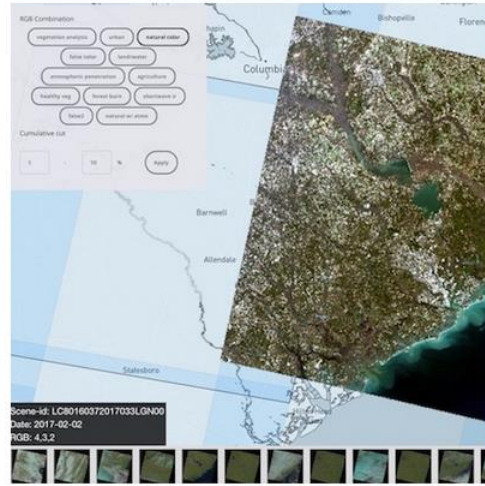
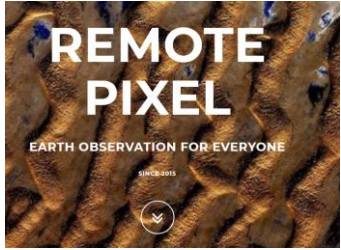
Fonte: <http://pesquisa.unemat.br/gaaf/>

<https://www.researchgate.net/project/SojaMAPS-Monitoramento-das-Areas-de-Soja-no-Brasil>

SATVeg - Sistema de Análise Temporal da Vegetação - é uma ferramenta Web desenvolvida pela Embrapa Informática Agropecuária, destinada ao **acesso e visualização de perfis temporais dos índices vegetativos NDVI e EVI** do sensor MODIS em qualquer local da América do Sul. O SATVeg fornece ao usuário uma interface Google Maps para a localização das áreas de interesse e acompanhamento da série temporal

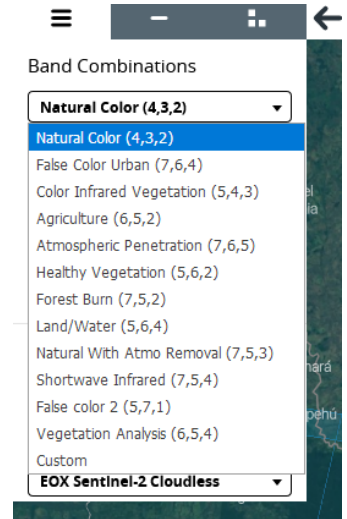


POPULAR PROJECTS



RemotePixel viewer

One, two, three clicks...
RemotePixel aim to create simple project to "Access, Use, Share" Satellite imagery



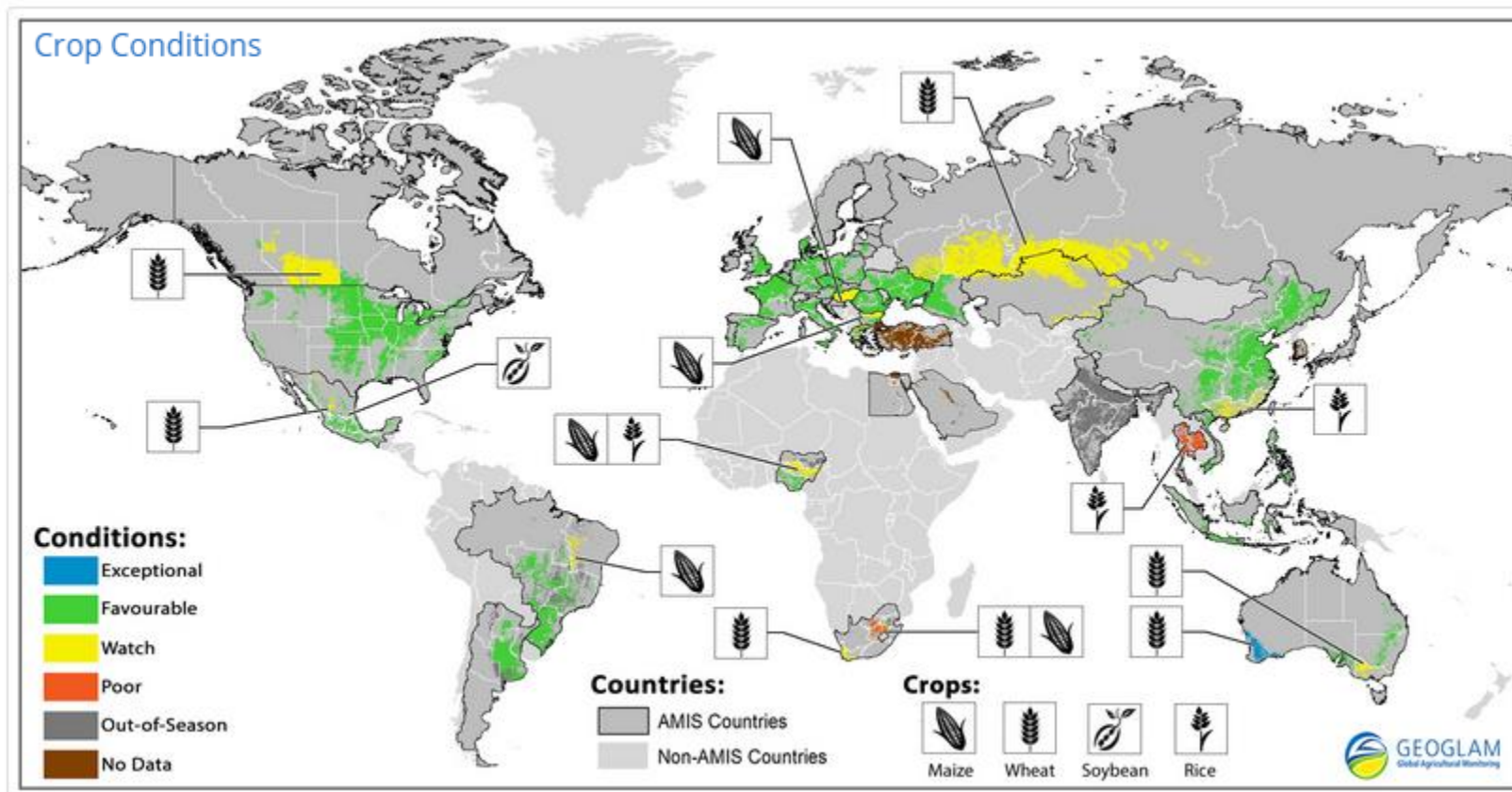
Monitoramento agrícola global



O Grupo **GEO** (Group on Earth Observation), uma parceria de governos e organizações internacionais, desenvolveu o **GEOGLAM** (Global Agricultural Monitoring) com o intuito de **melhorar a informação agrícola**. O objetivo do GEOGLAM é reforçar a capacidade da comunidade internacional para produzir e divulgar previsões relevantes, oportunas e precisas de produção agrícola em escalas nacionais, regionais e globais, através do uso de **Observação da Terra (EO)**, que incluem dados de satélites e de observações terrestres. Esta iniciativa busca apoiar programas de monitoramento agrícolas e iniciativas existentes a nível nacional, regional e global para melhora-los e fortalecê-los, através de uma rede internacional de pesquisa e compartilhamento de métodos e dados.

O objetivo do **Crop Monitor** é fornecer para a AMIS (Agricultural Market Information System) uma avaliação internacional, transparente e multi-fonte das condições de desenvolvimento de culturas agrícolas, status e condições agro-climáticas que possam impactar na produção global. Esta atividade cobre quatro tipos de culturas primárias (trigo, milho, arroz e soja) nas principais regiões produtoras agrícolas dos países da AMIS. Estas avaliações estão sendo produzidas operacionalmente desde setembro de 2013 e são publicados no boletim do AMIS Market Monitor. Os relatórios fornecem mensalmente resumos das condições dessas culturas.





The Crop Monitor assessment is conducted by GEOGLAM with inputs from the following partners (in alphabetical order): Argentina (INTA), Asia Rice Countries (AFSIS, ASEAN+3 & Asia RiCE), Australia (ABARES & CSIRO), Brazil (CONAB & INPE), Canada (AAFC), China (CAS), EU (EC JRC MARS), India (ISRO), Indonesia (LAPAN & MOA), International (CIMMYT, FAO, IFPRI & IRRI), Japan (JAXA), Mexico (SIAP), Russia (IKI), South Africa (ARC & GeoTerraImage & SANSa), Thailand (GISTDA & OAE), Ukraine (NASU-NSAU & UHMC), USA (NASA, UMD, USGS - FEWS NET & USDA (FAS, NASS, ARS)), Vietnam (VAST STI & VIMHE-MARD).



- Trabalho liderados por Alyssa Whitcraft!
- ☐ Estudos preliminares para verificar a viabilidade e as fontes dados para implementar o GEOGLAM.
- Whitcraft, A.K., Becker-Reshef, I., Justice, C.O., 2015b. **Agricultural growing season calendars derived from MODIS surface reflectance.** Int. J. Digit. Earth 8, 173–197. <https://doi.org/10.1080/17538947.2014.894147>
- Whitcraft, A.K., Vermote, E.F., Becker-Reshef, I., Justice, C.O., 2015d. **Cloud cover throughout the agricultural growing season: Impacts on passive optical earth observations.** Remote Sens. Environ. 156, 438–447. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2014.10.009>
- Whitcraft, A.K., Becker-Reshef, I., Killough, B., Justice, C., 2015c. **Meeting Earth Observation Requirements for Global Agricultural Monitoring: An Evaluation of the Revisit Capabilities of Current and Planned Moderate Resolution Optical Earth Observing Missions.** Remote Sens. 7, 1482–1503. <https://doi.org/10.3390/rs70201482>
- Whitcraft, A.K., Becker-Reshef, I., Justice, C., 2015a. **A Framework for Defining Spatially Explicit Earth Observation Requirements for a Global Agricultural Monitoring Initiative (GEOGLAM).** Remote Sens. 7, 1461–1481. <https://doi.org/10.3390/rs70201461>

Moratória da Soja

A moratória é um **acordo voluntário** firmado entre **governo, indústria e sociedade civil em 2006**, pelo qual as grandes empresas comercializadoras de soja (as chamadas “traders”) se comprometem a **não comprar grãos que tenham sido produzidos em áreas de novos desmatamentos na Amazônia**. **As plantações são monitoradas por meio de imagens de satélite**, e a ideia, que vem funcionando bem é transformar a soja produzida às custas do desmatamento em um produto sem valor de mercado.



Fonte: Gibbs et al. 2015

Aplicação SR Agrícola: Mapeamento de áreas com pivô central de irrigação



Os pivôs foram identificados visualmente em imagens de satélite de média (OLI/Landsat-8) e alta (Google Earth Pro) resolução espacial, do ano de 2014. Foram obtidas preferencialmente imagens do período seco de cada região do país. Dados secundários, tais como outorgas de direito de uso de recursos hídricos e estatísticas censitárias auxiliaram o mapeamento.

Pivôs centrais de irrigação (2013)



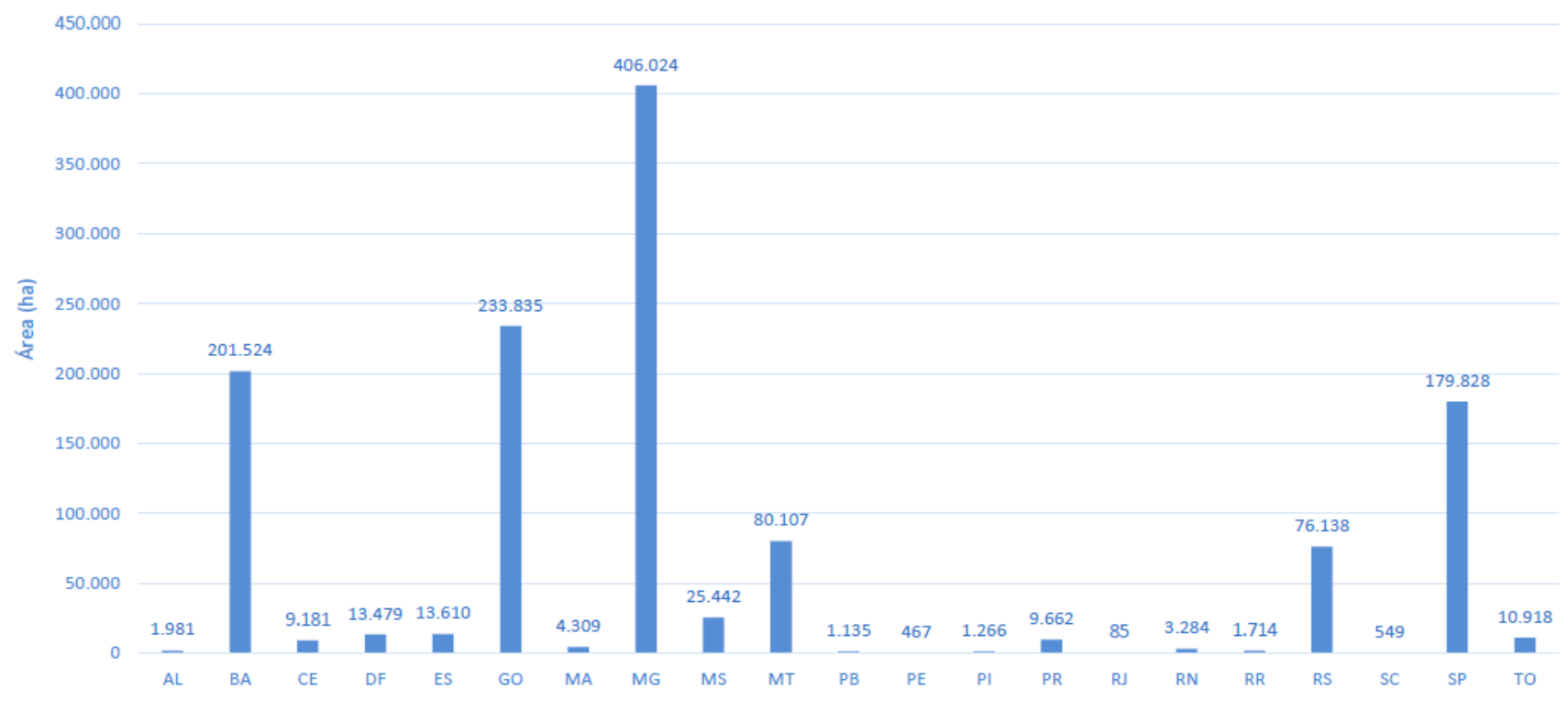
- 19,9 mil pivôs centrais

- Área total de 1,275 milhão de hectares

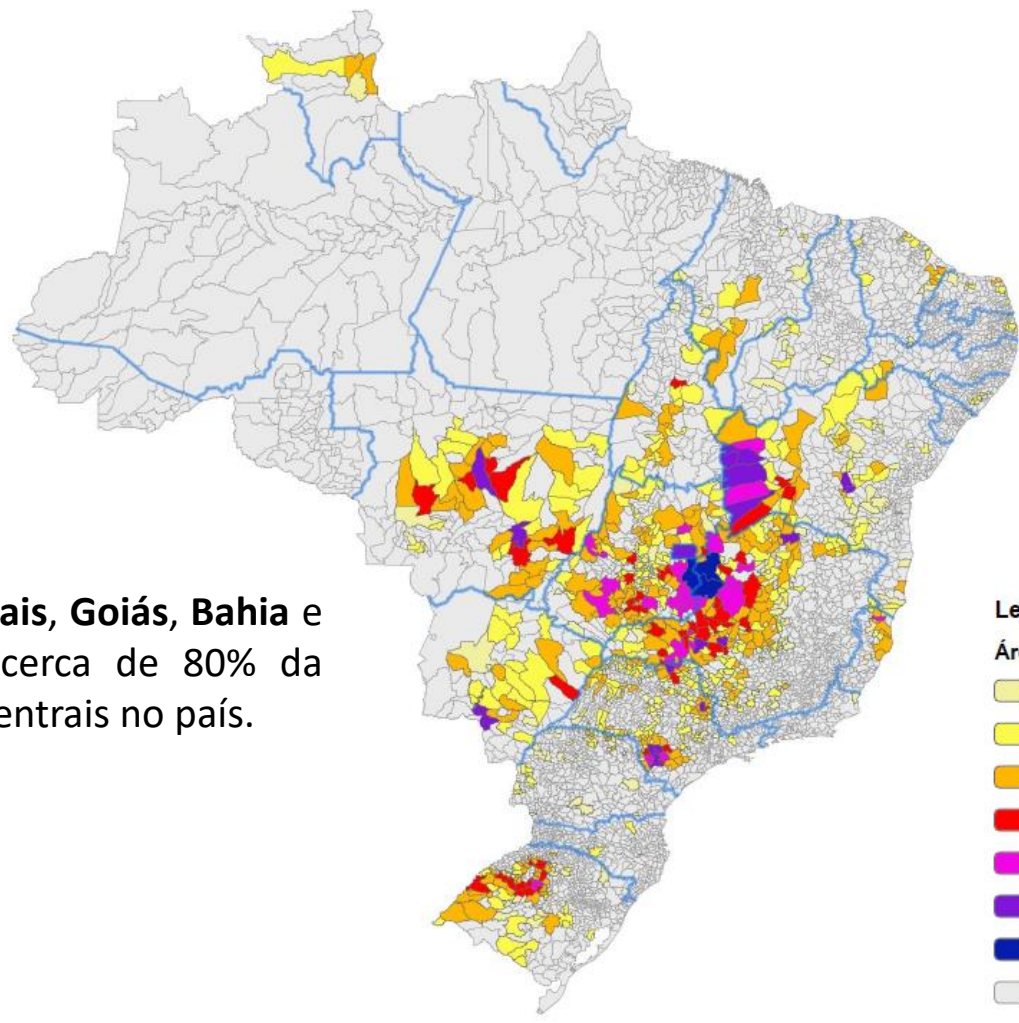
Pivôs centrais de irrigação (2014)

- 19,9 mil equipamentos identificados
- 1,275 milhão de hectares (+43% em relação ao Censo 2006)

UFs - Área ocupada por pivôs centrais (ha)



Área irrigada municipal – Pivôs (2014)



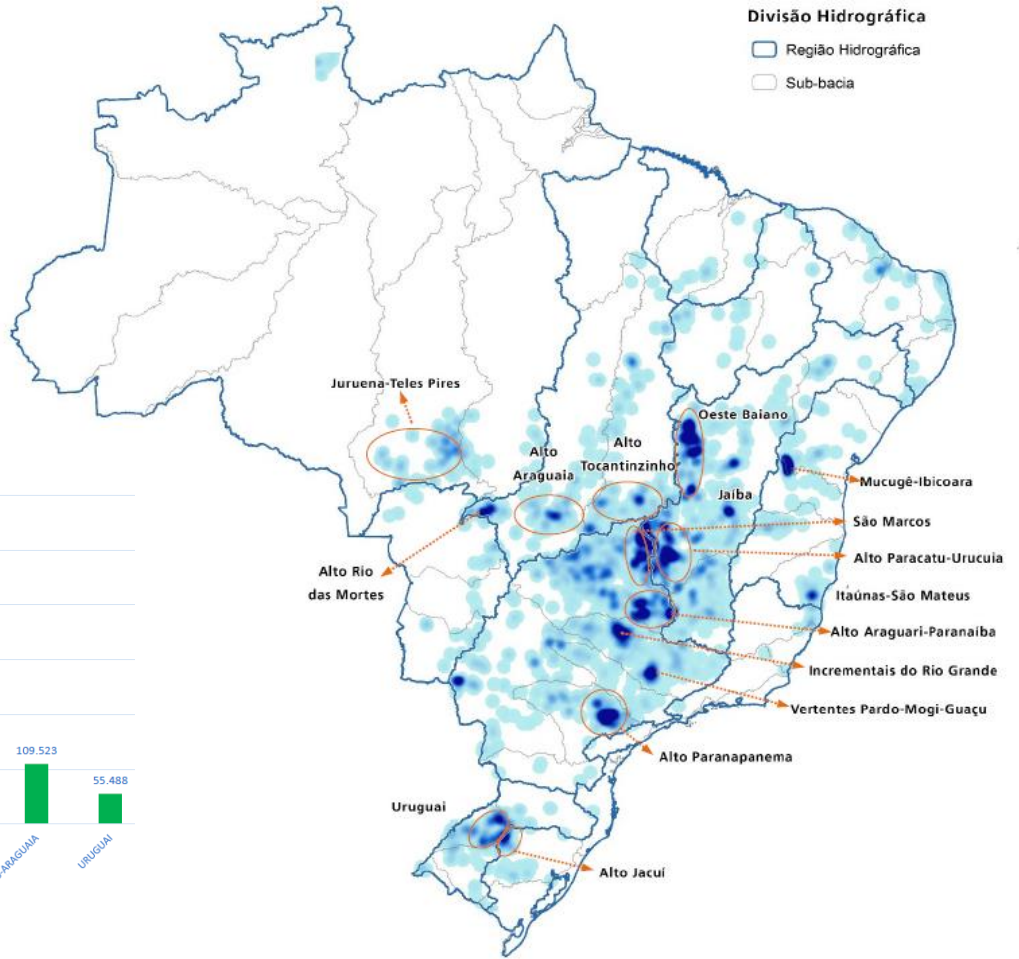
Legenda

Área Irrigada por Pivôs (ha)

até 100
100 a 500
500 a 2.500
2.500 a 5.000
5.000 a 10.000
10.000 a 40.000
40.000 a 62.000
zero

Os Estados de **Minas Gerais, Goiás, Bahia e São Paulo** concentram cerca de 80% da área ocupada por pivôs centrais no país.

Polos Nacionais – Pivôs (2014)



Na divisão hidrográfica nacional, destacam-se maiores áreas ocupadas por pivôs nas regiões Tocantins-Araguaia e São Francisco e nas bacias dos rios Grande, Paranapanema e Paranaíba (ambas na região hidrográfica do Paraná).

SR Agrícola Aplicado na Fiscalização do Crédito Rural

- No Brasil, o crédito rural é uma ferramenta importante para o desenvolvimento da agricultura, e tem sido fundamental nos últimos quarenta anos para permitir o crescimento da economia nacional
- Todas as operações de crédito rural precisam ser monitoradas após a liberação do recurso requisitado



BANCO CENTRAL DO BRASIL

RESOLUÇÃO Nº 4.427, DE 25 DE JUNHO DE 2015

Autoriza a utilização do sensoriamento remoto para fins de fiscalização de operações de crédito rural e determina o registro das coordenadas geodésicas do empreendimento financiado por operações de crédito rural no Sistema de Operações do Crédito Rural e do Proagro (Sicor).

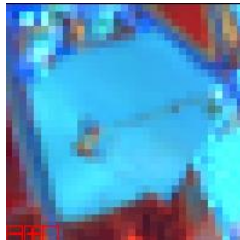


- Desde 2015, o Conselho Monetário Nacional (CMN) **autorizou o uso de sensoriamento remoto para fins de fiscalização das operações de crédito rural.**

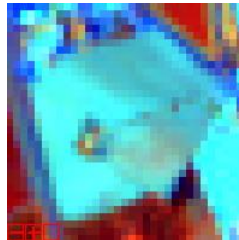
Objetivos da fiscalização do crédito rural:

- 1) Quantificação da área plantada
- 2) Identificação da cultura agrícola
- 3) Avaliação do desenvolvimento vegetativo

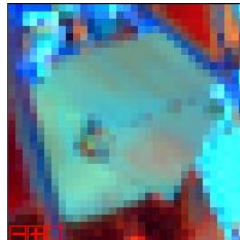
16/12/2014



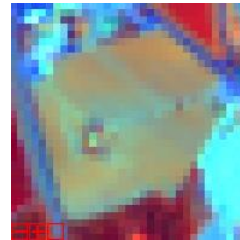
25/12/2014



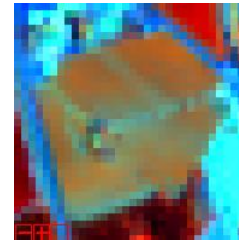
01/01/2015



10/01/2015



17/01/2015

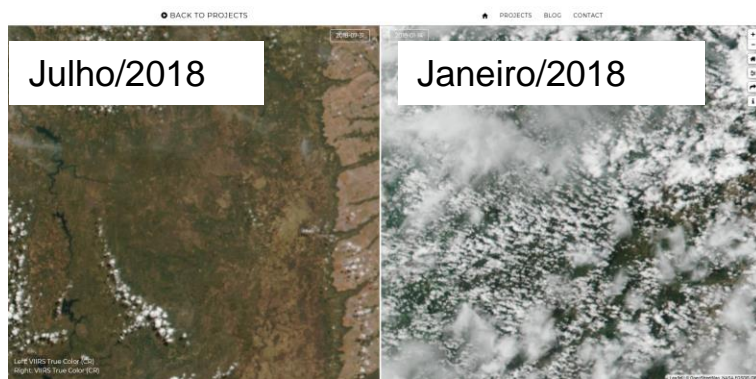
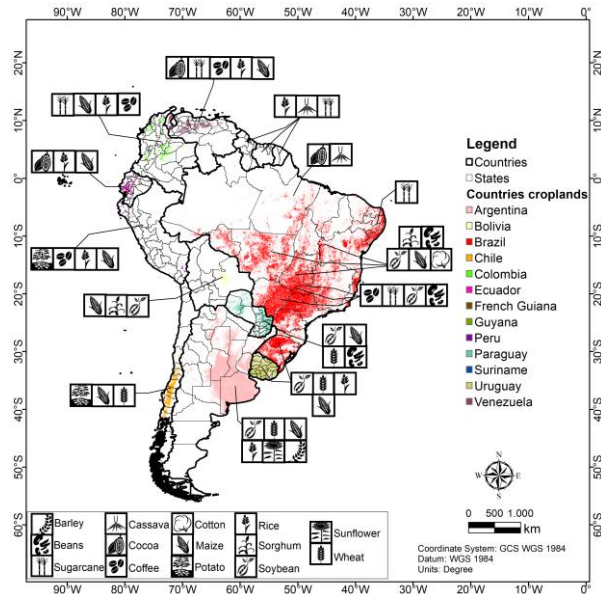


11/02/2015

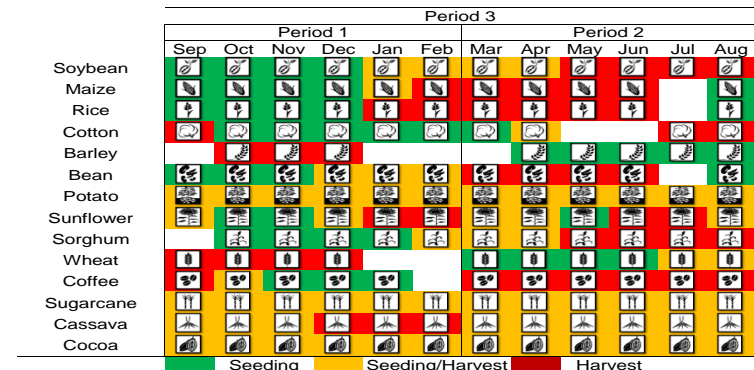


Desafios existentes

- Falta de planejamento estratégico;
- Ampla diversidade/dinâmica (tipos de culturas, calendários agrícolas, etc)
- “Nuvens”



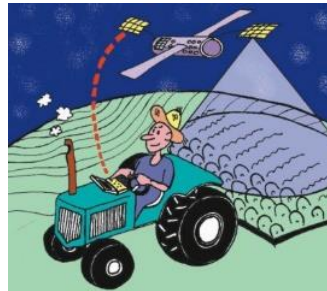
Oeste do estado da Bahia



Futuro

- Difundir a utilização do SR ;
- Implementar a tecnologia (Empresas, cooperativas, produtor);
- Garantir o acesso a informação.

- Difundir a utilização do SR;



Sensoriamento Remoto em agricultura



Antonio Roberto Formaggio
Ieda Del'Arco Sanches

oficina de textos

Livro lançado em 2017,
pela Editora Oficina de
Textos

Ieda Del'Arco Sanches
(ieda.sanches@inpe.br)



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS



Obrigado pela atenção!

(victor.prudente@inpe.br)

