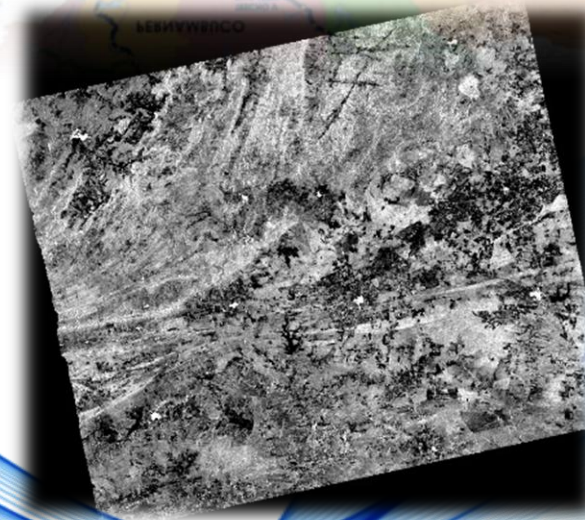
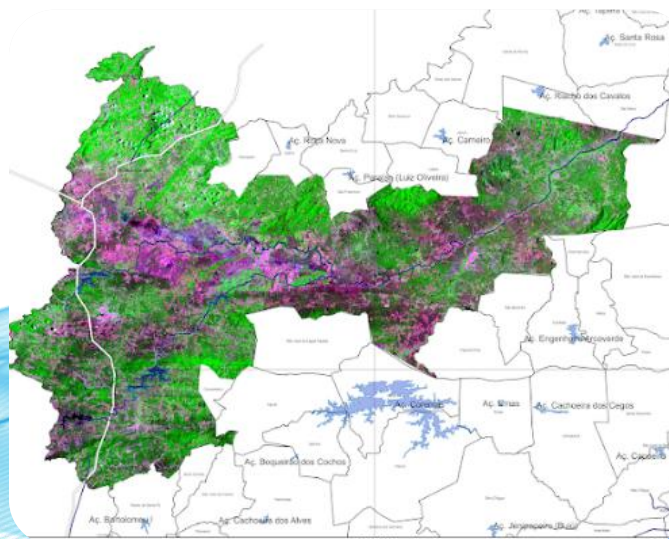
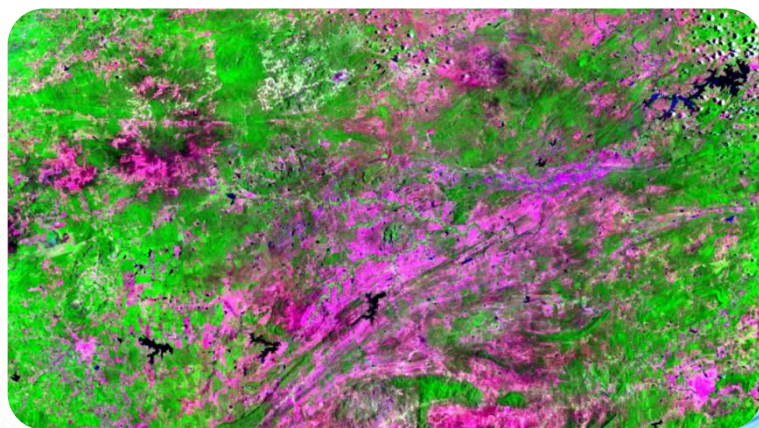


SENSORIAMENTO REMOTO E PROCESSAMENTO DE DADOS HIDROLÓGICOS: INTERPRETAÇÃO E MONITORAMENTO DAS ÁGUAS DO PISF (PROJETO DE INTEGRAÇÃO DAS ÁGUAS DO RIO SÃO FRANCISCO) – ÁREAS AGRÍCOLAS

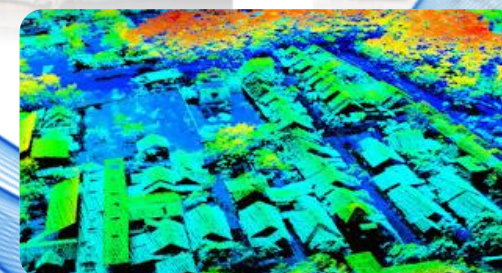
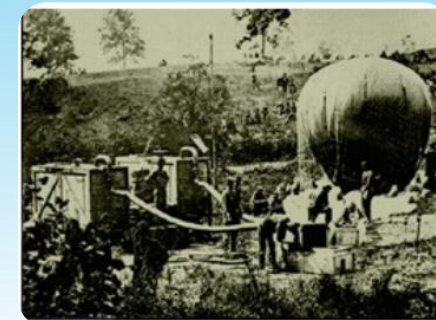
JANA YRES – Técnica de Geoprocessamento e Recursos Hídricos
Formação: Eng. Agrícola / Gestora Ambiental / Consultora em Geotecnologias



Tecnologias (Sensoriamento Remoto)

Breve Histórico

- Câmaras para coletas de imagens em balões de ar quente usada durante a Guerra Civil dos EUA (1862) para reconhecimento do território;
- Foguetes lançados durante a guerra fria para registros fotográficos com sistemas de sensores mais sofisticados (1950-60); 1960 surge o TIROS, 1º satélite meteorológico e sistemas de sensores LIDAR;
- 1970 produções pelo mundo, em especial os EUA de sensores orbitais como o TM-LANDSAT (estudos terrestres), anos 80-90, surge o CBERS1-2-3, 2014-2019, surge o CBERS4 e 4 A; Amazônia 1 em 2021 (INPE-BRASIL).
- Atualidade: Sensores LIDAR mais evoluídos gerando cenas por meio de nuvens de pontos e Sensores do Sentinel, o MSI (multi-spectral instrument) -2015



Tecnologias (Sensoriamento Remoto)



GOVERNO
DA PARAÍBA

Aplicações do SR

Dados repetitivos e consistentes da superfície da Terra!

Estudos de urbanização, agricultura, meteorologia, estudos ambientais (geologia, solos, vegetação, bacias hidrográficas, climatologia, oceanografia), etc.

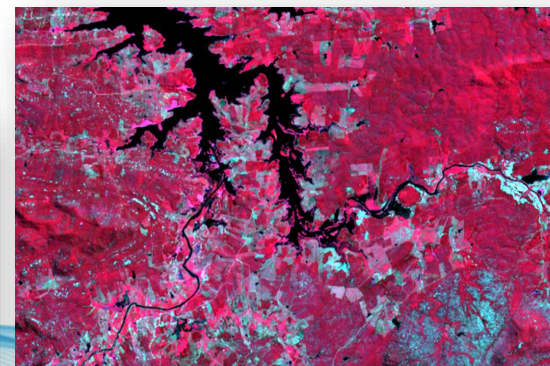
Seca no Amazonas – rio Negro 2023



Inundação de rios no Rio Grande do Sul (2024)

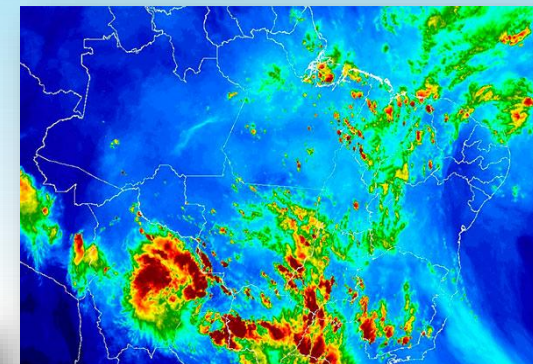


Análises temporal

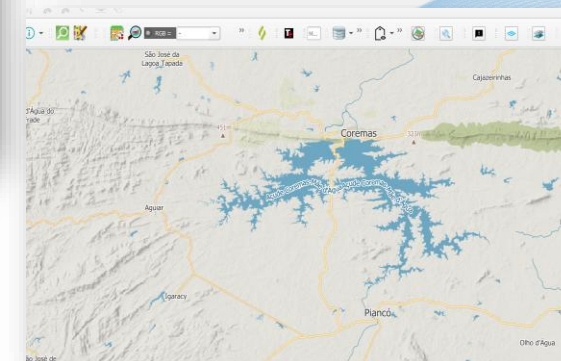


Estudos de vegetação – Sensor MUX CEBRS4.

Meteorologia (Previsão do Tempo)



Estudos Hidrológicos – Complexo Coremas –Mãe d'água - PARAÍBA

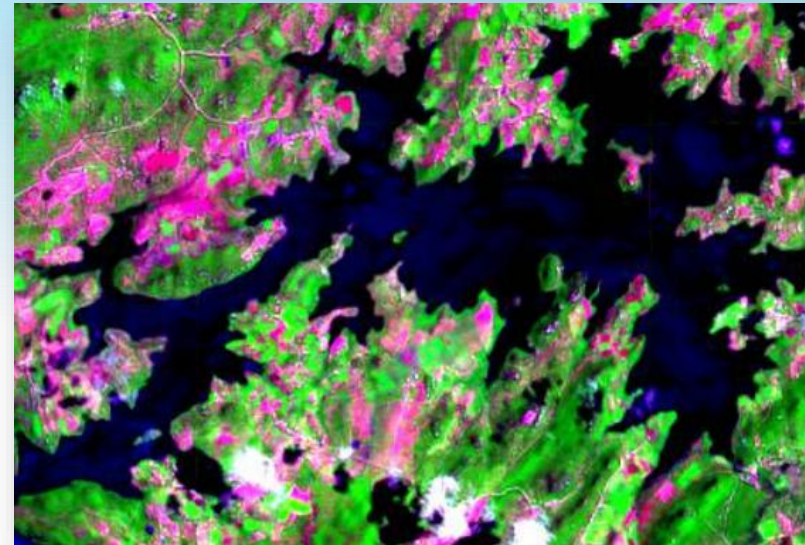


Tecnologias (Sensoriamento Remoto)

Visão Humana e Espectral



COR NATURAL (RGB) – podemos visualizar pelas faixas do espectro visível uma condição real do alvo.



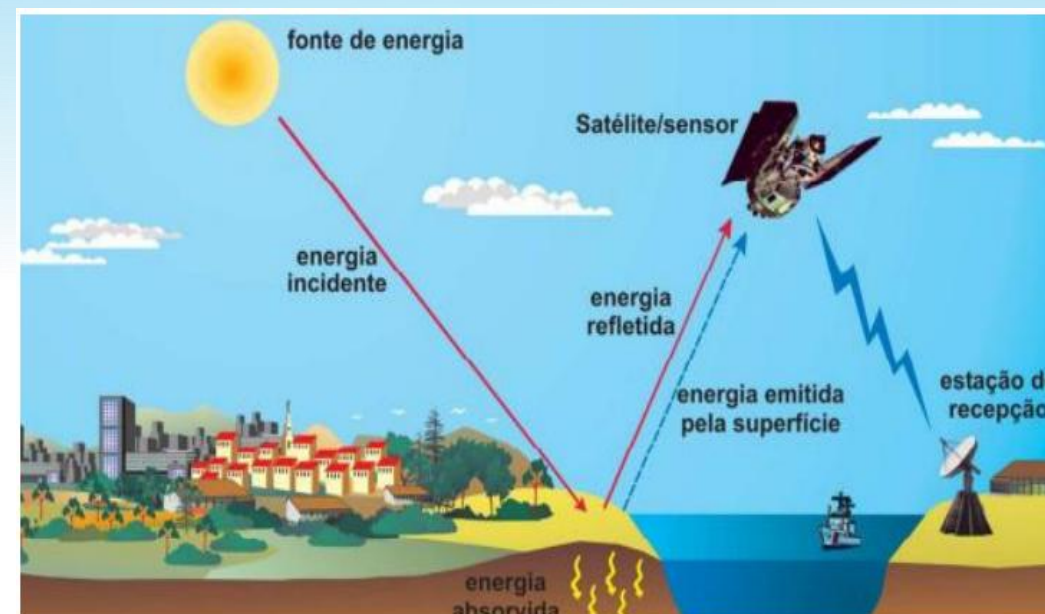
COR FALSA (RGB) – podemos visualizar pelas faixas do espectro INFRAVERMELHO uma condição dos processos fotossintéticos da cobertura vegetal e a água não reflete a cobertura da faixa do infravermelho.

Tecnologias (Sensoriamento Remoto)

SR na aquisição de informações

Condição 1: Detecção da radiação da superfície terrestre; Condição 2: Transformações da energia radiada (radiação eletromagnética);

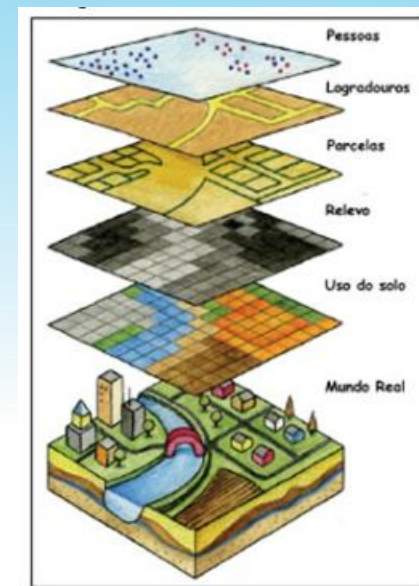
A radiação se propaga pela atmosfera ,atingindo a superfície terrestre em direção ao objeto observado. Atingindo a superfície terrestre sofre interações, fazendo um retorno. No retorno pela atmosfera essa energia adquirida chega no sensor, gerando uma informação dentro daquele sensor, como mostra na Figura.



<http://parquedaciencia.blogspot.com.br/2013/07/como-funciona-e-para-que-serve-o.html>

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- ÍNDICES ESPECTRAIS (SENSORIAMENTO REMOTO)
- AVANÇOS E USO DE NOVAS GEOTECNOLOGIAS: AUTOMATIZAÇÃO DE DADOS (GEE X MACHINE LEARNING)
- DELIMITAÇÃO DE ÁREAS AGRÍCOLAS (AGRICULTURA FAMILIAR) X SOLOS DE SEMIÁRIDO
- SERVIÇOS SIG : APOIO EM DECISÕES ESTRATÉGICAS DE GESTÃO HÍDRICA
- QGIS: NDVI E OS ÍNDICES INDICADORES DE ÁGUA NO ENTORNO DO CANAL DO PISF
- MAPAS DE DIAGNÓSTICOS E CLASSIFICAÇÃO



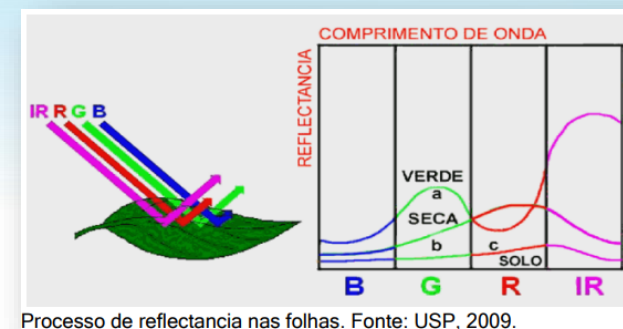
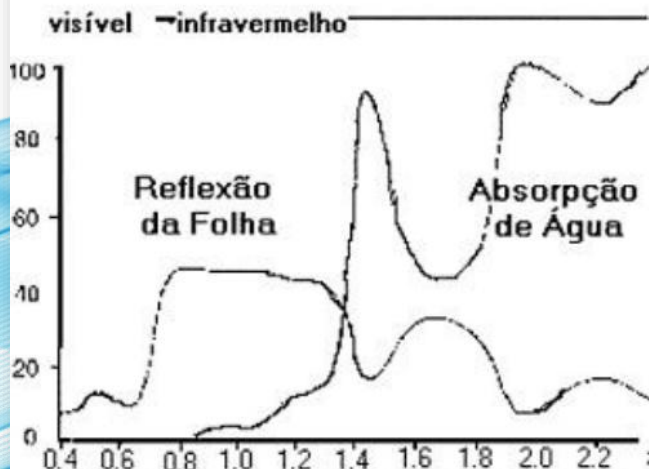
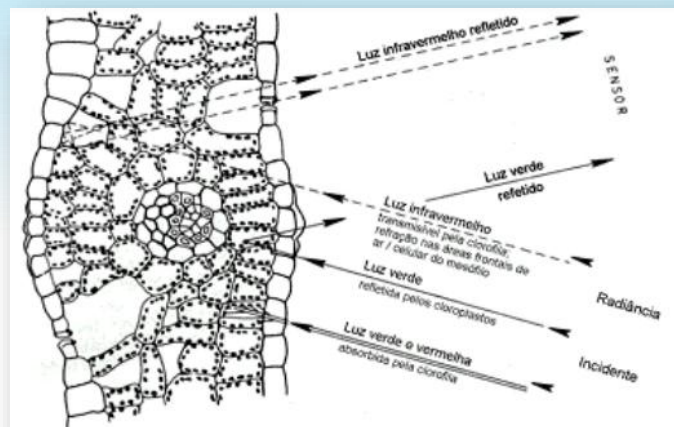
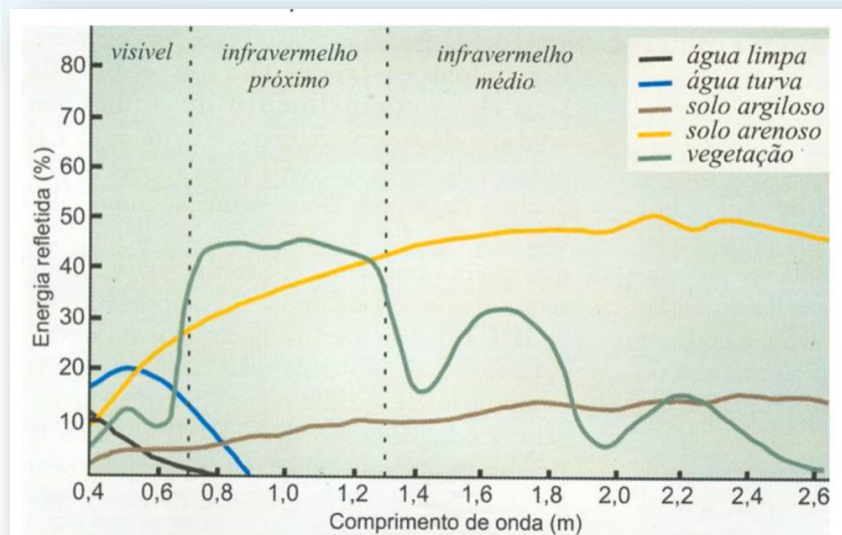
Fonte: SIG web CTMGEO, 2013.



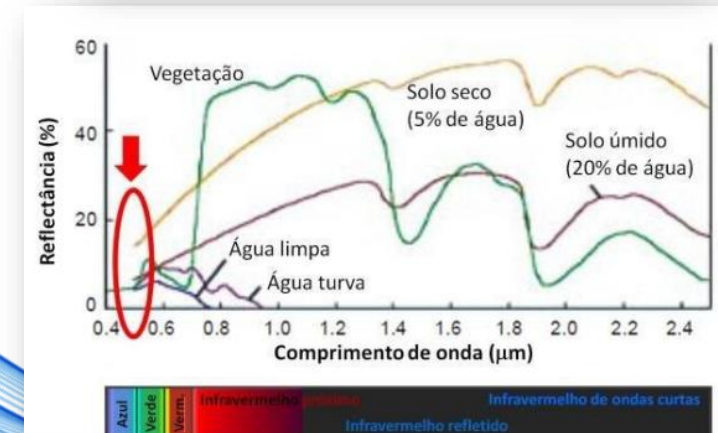
Índices e assinaturas ESPECTRAIS (SENSORIAMENTO REMOTO)



A assinatura Espectral é definida por um gráfico, onde o eixo X (que diferencia o tipo de energia eletromagnética) e o eixo Y que apresenta o valor da reflectância.



Processo de reflectancia nas folhas. Fonte: USP, 2009.



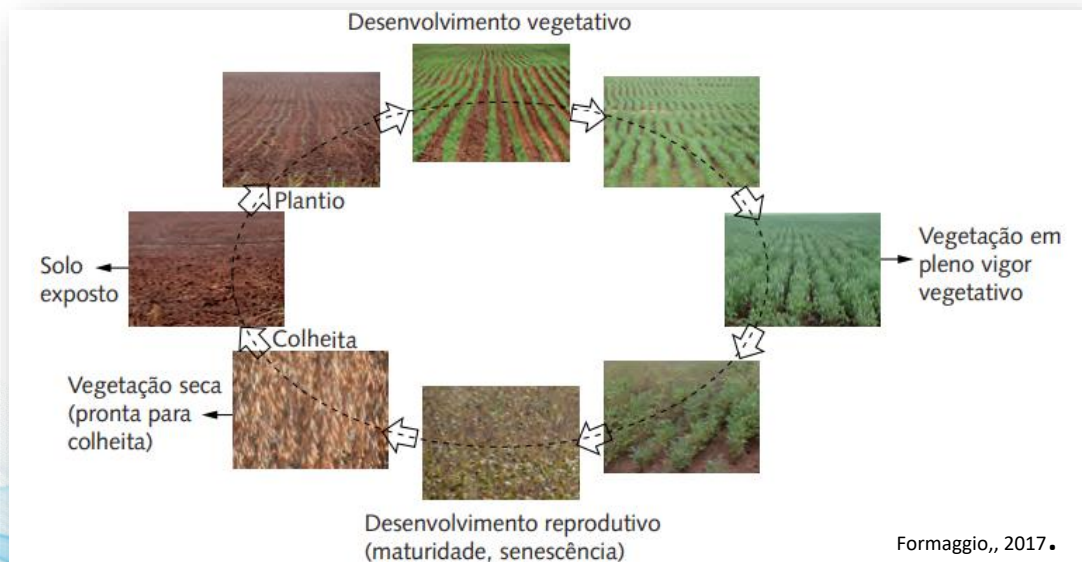
Noções de cores; Assinatura espectral e Uso de índices espectrais



GOVERNO
DA PARAÍBA

ÁREAS AGRÍCOLAS!

Os alvos apresentam diferentes propriedades físico-químicas e biológicas. Estas diferentes interações é que possibilitam a distinção e o reconhecimento dos diversos objetos terrestres pelo SR !



Áreas agrícolas – trecho do rio Paraíba (PISF) no município Caraúbas 2023

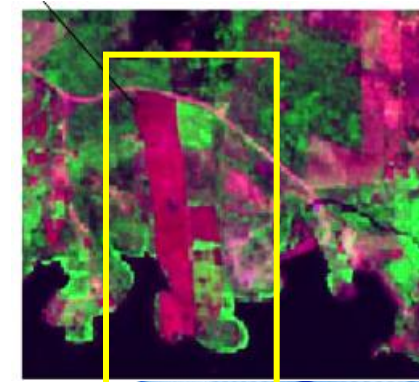


Alta interação da radiação (reflectância)



Áreas agrícolas – açude Poções 2023

Alta interação da radiação (expressões de influências de água e de composições mineralógicas do solo)



Expressões dos canais do Sentinel 2A/B



ATENÇÃO PARA OS INFRAVERMELHOS!

Quando se trata de canais espectrais de quaisquer satélite, existem as composições RGB ou NIR-GB. É nessa mistura que surge o que podemos chamar de interferências de cores. O verde e o azul, mas especificamente, “interage” com o vermelho e o infravermelho. Em consequência, descriminam os alvos, em especial a vegetação.

Fatores importantes VEGETAÇÃO SADIA:

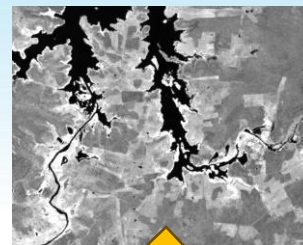
- a. Ótimas condições de umidade;
- b. Atividade fotossintética: boa produção de clorofila; (excesso de umidade reduz a reflectância);

Fatores importantes VEGETAÇÃO DOENTE:

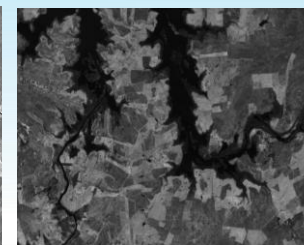
- a. Problemas com a refletância devido a diminuição de pigmentos na folha! Processos que envolve estresse hídrico; Baixos teores de alguns componentes químicos do solo;

FALSA COR

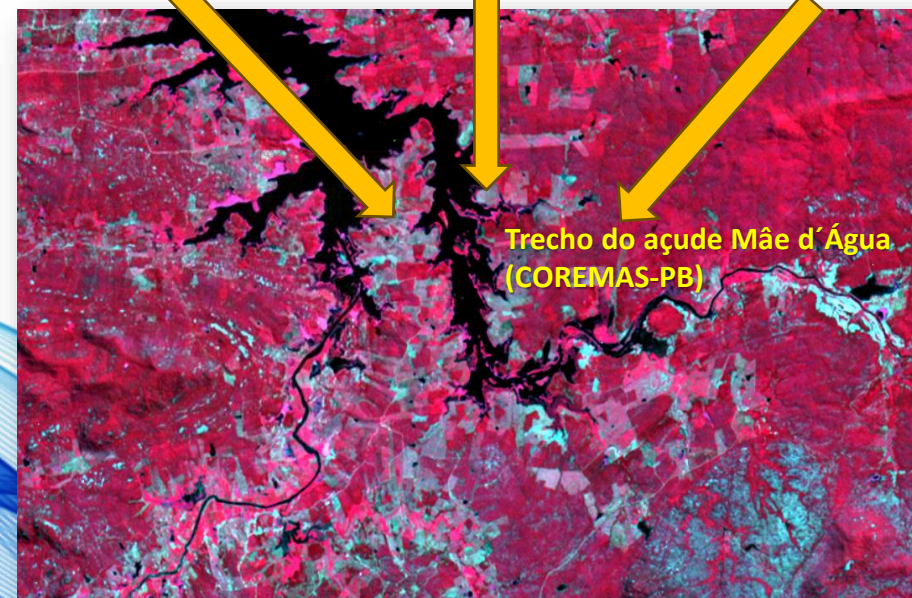
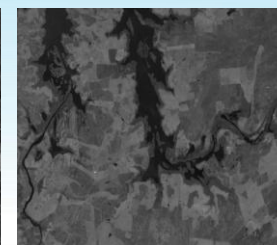
Infravermelho próximo
B8A



Vermelho
B4

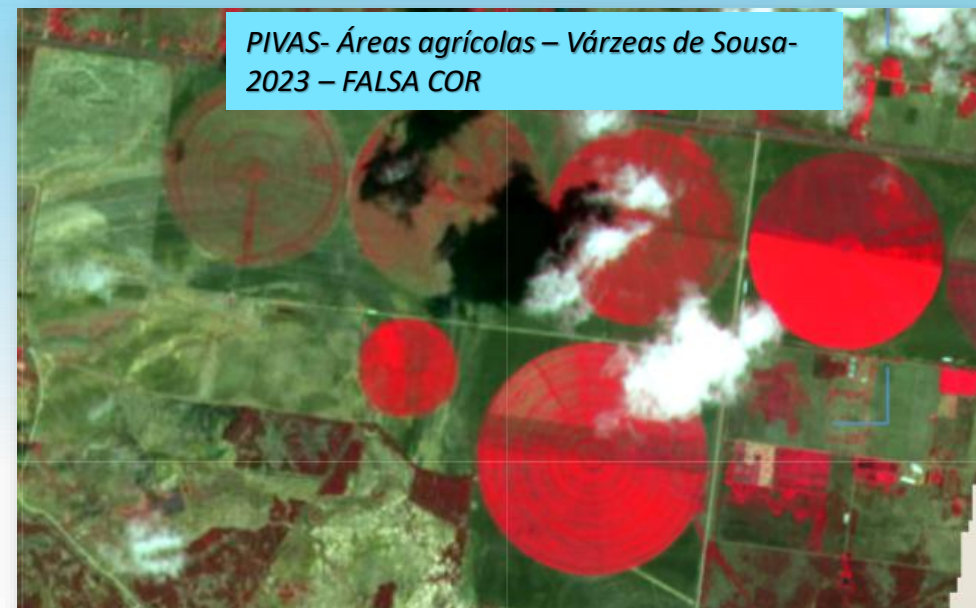


Azul
B3



DINÂMICA ESPECTRAL DOS ALVOS!

OXENTE?! É VEGETAÇÃO???



Expressões dos canais do Sentinel 2A/B

Combinações entre os canais 8 e 8A

Sentinel-2 Bands	Central Wavelength (µm)	Resolution (m)
Band 1 - Coastal aerosol	0.443	60
Band 2 - Blue	0.490	10
Band 3 - Green	0.560	10
Band 4 - Red	0.665	10
Band 5 - Vegetation Red Edge	0.705	20
Band 6 - Vegetation Red Edge	0.740	20
Band 7 - Vegetation Red Edge	0.783	20
Band 8 - NIR	0.842	10
Band 8A - Vegetation Red Edge	0.865	20
Band 9 - Water vapour	0.945	60
Band 10 - SWIR - Cirrus	1.375	60
Band 11 - SWIR	1.610	20
Band 12 - SWIR	2.190	20

Infravermelho próximos: expressividade das camadas superficiais do vegetal! (folhas saudáveis)

Infravermelho próximo de borda: expressividade das camadas mais internas do vegetal! (folhas saudáveis)

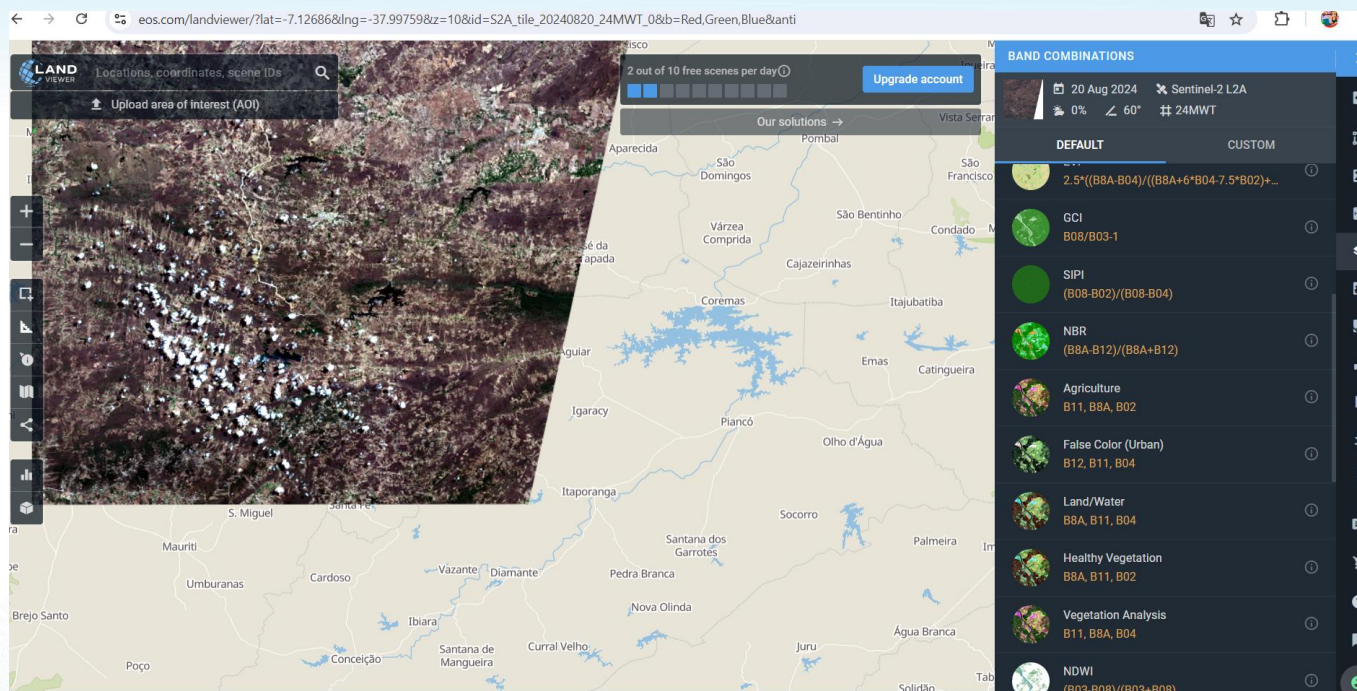
Infravermelho médio: garante a expressividade de distinguir solo e água da vegetação.



Fonte: <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.youtube.com%2Fwatch>

Expressões dos canais do Sentinel 2A/B

Combinações entre os canais 8 e 8ª
Fornecidos pela empresa EOS DATA ANALYTICS



[Produtos](#)
[Soluções](#)
[Empresa](#)
[Parceria](#)
[EOS SAT-1](#)
[Blogue](#)
[Contate-nos](#)

[PT](#)

VEJA COMO A GUERRA AFETA AS COLHEITAS DA UCRÂNIA

[DESCOBRIR](#)

Monitoramento de safras EOSDA

O EOSDA Crop Monitoring é uma solução on-line completa para agricultores e clientes envolvidos em agronegócios, auxiliando no rastreamento remoto da saúde das colheitas por meio de imagens de satélite atualizadas regularmente e análises geoespaciais. Nesta plataforma, você pode armazenar dados coletados de campos, gerenciar vastas terras de cultivo de qualquer local do globo, acessar previsões do tempo, planejar atividades de campo e muito mais.

Visualizador de Terras EOSDA

O EOSDA LandViewer é o melhor software GIS para armazenar e processar inúmeras imagens recuperadas de diversas fontes de satélite, permitindo que você resolva problemas comerciais do mundo real obtendo uma visão panorâmica de qualquer área de interesse.

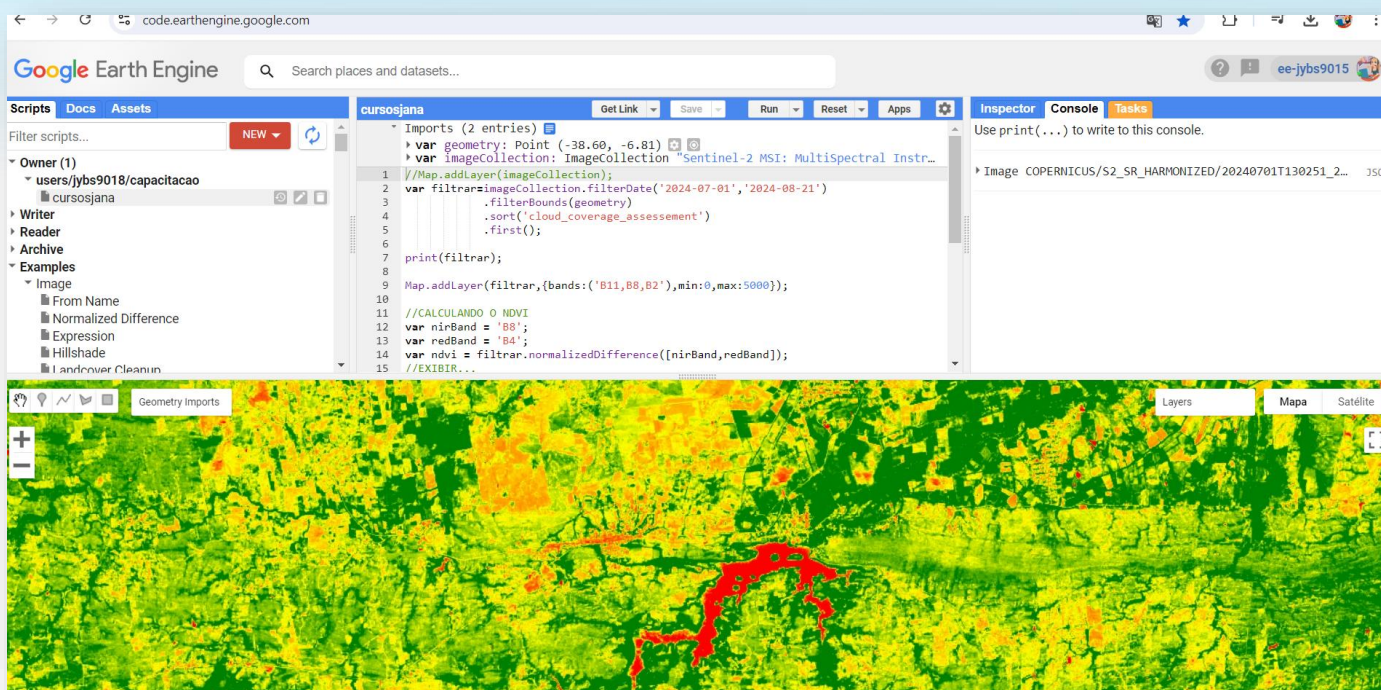
Imagens de alta resolução

Como um provedor de dados geoespaciais, a EOSDA pode atuar como revendedora de imagens de alta resolução dos melhores satélites do mundo. Basta nos dizer qual área lhe interessa e nós lhe forneceremos a mais alta precisão e nível de detalhes para atender às suas necessidades.

Nome	Composição	Observação
Healthy Veg.	(B8A,B11,B4)	Veg. Saudável
Veg. Analysis	(B11,B8A,B4)	Análise da Veg.
Agriculture	(B11,B8A,B2)	Agricultura
Color Infrared	(B8,B4,B3)	Cores do Infravermelho

Avanços e uso de novas Geotecnologias (GEE x Machine Learning)

GOOGLE EARTH ENGINE!



**O GEE está projetado em uma página da web
(<https://code.earthengine.google.com/>)**

Grande volume de dados vem aumentando ao longo dos anos. Análises de séries históricas já são possíveis através de linhas de códigos, tanto em Java, Python, etc.

Por isso ao longo dos anos pesquisadores e programadores investem em tecnologias que até anos atrás somente instituições privadas (pagando), as utilizava. Empresas de plataformas como o GEE disponibiliza imagens e sistemas de Referências em códigos (scripts) de API ("Interface de Programação de Aplicativos").

Scripts: instrução computacional que executa algum processo.

```
BOLETINSPISF
Get Link Save Run Reset Apps

Imports (2 entries)
  var geometry: Point (-38.60, -6.81)
  var imageCollection: ImageCollection "Sentinel-2 MSI: MultiSpectral..."

1 //Map.addLayer(imageCollection);
2 var filtrar=imageCollection.filterDate('2024-07-01','2024-08-21')
3   .filterBounds(geometry)
4   .sort('cloud_coverage_assesment')
5   .first();
6
7 print(filtrar);
8
9 Map.addLayer(filtrar,{bands:('B11,B8,B2'),min:0,max:5000});
10
11 //CALCULANDO O NDVI
12 var nirBand = 'B8';
13 var redBand = 'B4';
14 var ndvi = filtrar.normalizedDifference([nirBand,redBand]);
15 //EXIBIR...
16 Map.addLayer(ndvi, {min: 0, max: 0.6,palette:['red','yellow','green']},'NDVI')
17
18 //exportando a imagem...
19 Export.image.toDrive({
20   image: ndvi,
21   description: 'ndvi_export',
22   folder: 'CAPACITACAO_GEE',
23   region: geometry,
24   scale: 10,
25   crs: 'EPSG:32724',
26   fileFormat: 'GeoTIFF',
27   formatOptions: {
28     cloudOptimized:true
29   }
30 });
```

O que é uma API? Conjunto de rotinas de programação para acesso a um aplicativo de software ou plataforma baseado na Web. A sigla API refere-se ao termo em inglês "Application Programming Interface" que significa em tradução para o português "Interface de Programação de Aplicativos".

Manipulação
de DADOS

RELEVÂNCIA

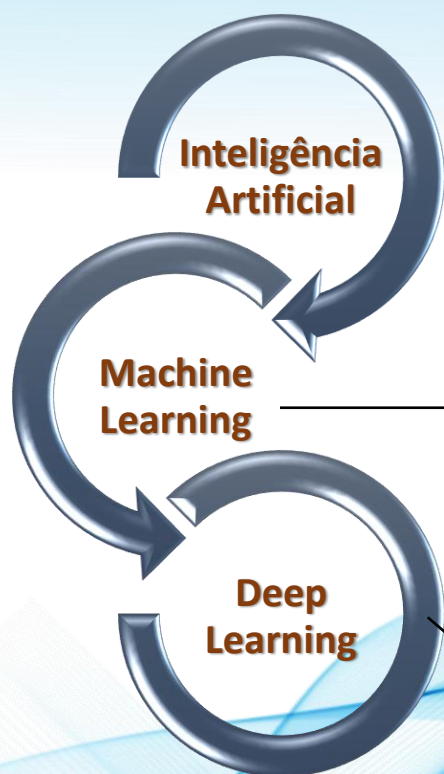
ACESSIBILIDADE

CONSCISTÊNCIA

CUSTO ZERO

Avanços e uso de novas Geotecnologias (GEE x Machine Learning)

GERENCIAMENTO DE DADOS NAS NUVENS !



A automação já vem sendo necessária para complementar o grande número de uso de imagens, nos estudos do SR.

Aprendizado de Máquina: modelos de M.L funcionam como identificadores, ou seja, se ramificam para alguns tipos de algoritmos: os de regressão, classificação e árvores de decisão.

Aprendizado Profundo (se difunde através da estruturação algoritmos em camadas para criar uma "rede neural artificial" capaz de aprender e tomar decisões inteligentes por conta própria.



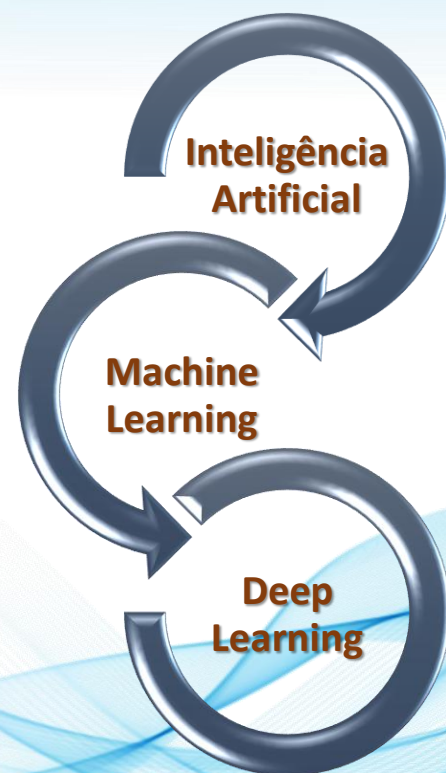
Exemplo: (Monitoramento do PISF (bacia hidráulica do açude Epitácio Pessoa), 2022.

Tendências com o Machine Learning e Deep Learning...

1. Classificação supervisionada e não supervisionada. Algoritmos são classificados, segmentados, rotulados e condicionados computacionalmente (linguagens de programação; IA) a identificar com precisão áreas (de vigor vegetativo, pouca e baixa umidade, classificação de culturas, hectares excedidos, é plantio/não é plantio.

Avanços e uso de novas Geotecnologias (GEE x Machine Learning)

SENSORIAMENTO REMOTO: Há um processo bem detalhado por trás...vejamos...



Obtém-se uma imagem de satélite qualquer...



Aplica-se algumas codificações, mas essa codificação deve recobrir sua área trazendo várias outras informações que se pretende buscar.



*Chega-se no processo de classificações dessas imagens. Os primeiros passos desse processo são: **Unir conjunto de amostras – aplicar parâmetros, alinhar os dados e gerar um modelo para classificar uma imagem** -*



No ambiente da programação, qual linguagem e qual ferramenta se está usando? Alguns ambientes se destacam, O GITHUB (vários modelos) tem vários modelos (códigos e paper);



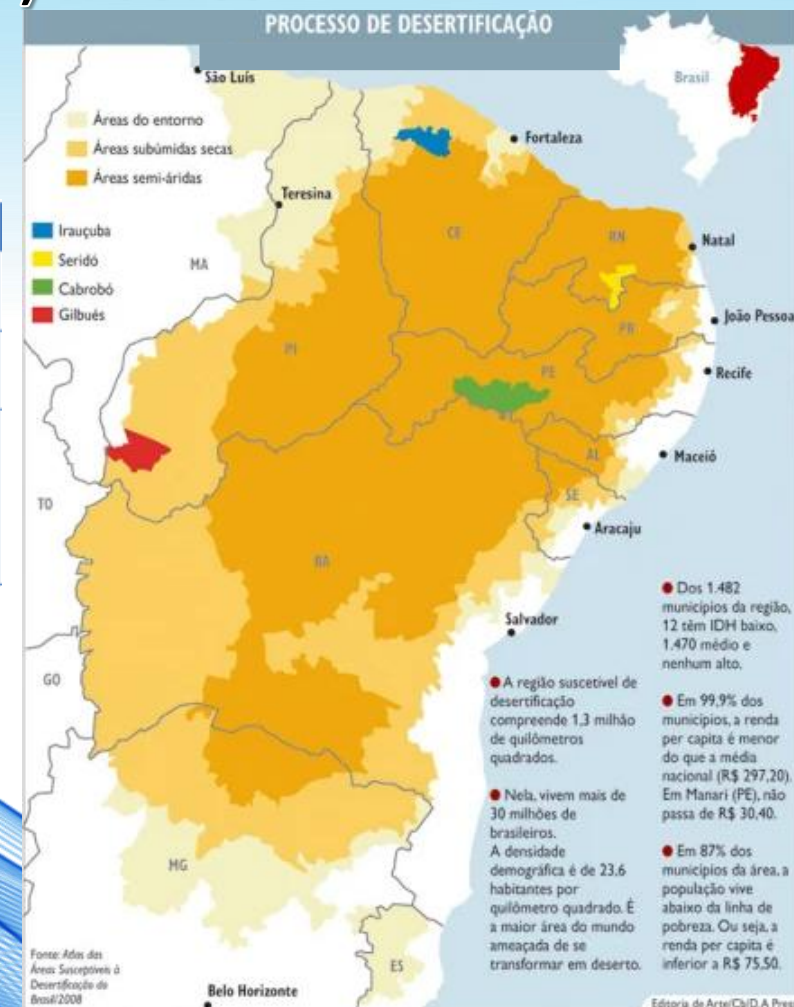
Escolher uma plataforma adequada em nuvem para extensas codificações; E quanto aos algoritmos, escolher modelos adequados para classificar um imagem;

Delimitação de áreas agrícolas (agricultura familiar) x solos de semiárido

Voltando as informações para o Projeto de Integração do Rio São Francisco, o PISF, precisamos entender que, com base em leis federais se determinam limites de áreas para acolhimento de famílias que se dispõem a viver da Agricultura Familiar. Conforme, ANA/IPEA (2021-2022), existem projetos e subprojetos que incluem uso das águas do Rio São Francisco, dentre elas áreas agrícolas irrigadas.

Projeto/subprojeto
Agricultura irrigada/atividades localizadas de irrigação
Agricultura irrigada/perímetros públicos de irrigação
Agricultura irrigada/irrigação em projetos de assentamento nos canais do PISF

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – ipea 2022



O PISF (Projeto de Integração das águas do rio São Francisco)



GOVERNO
DA PARAÍBA

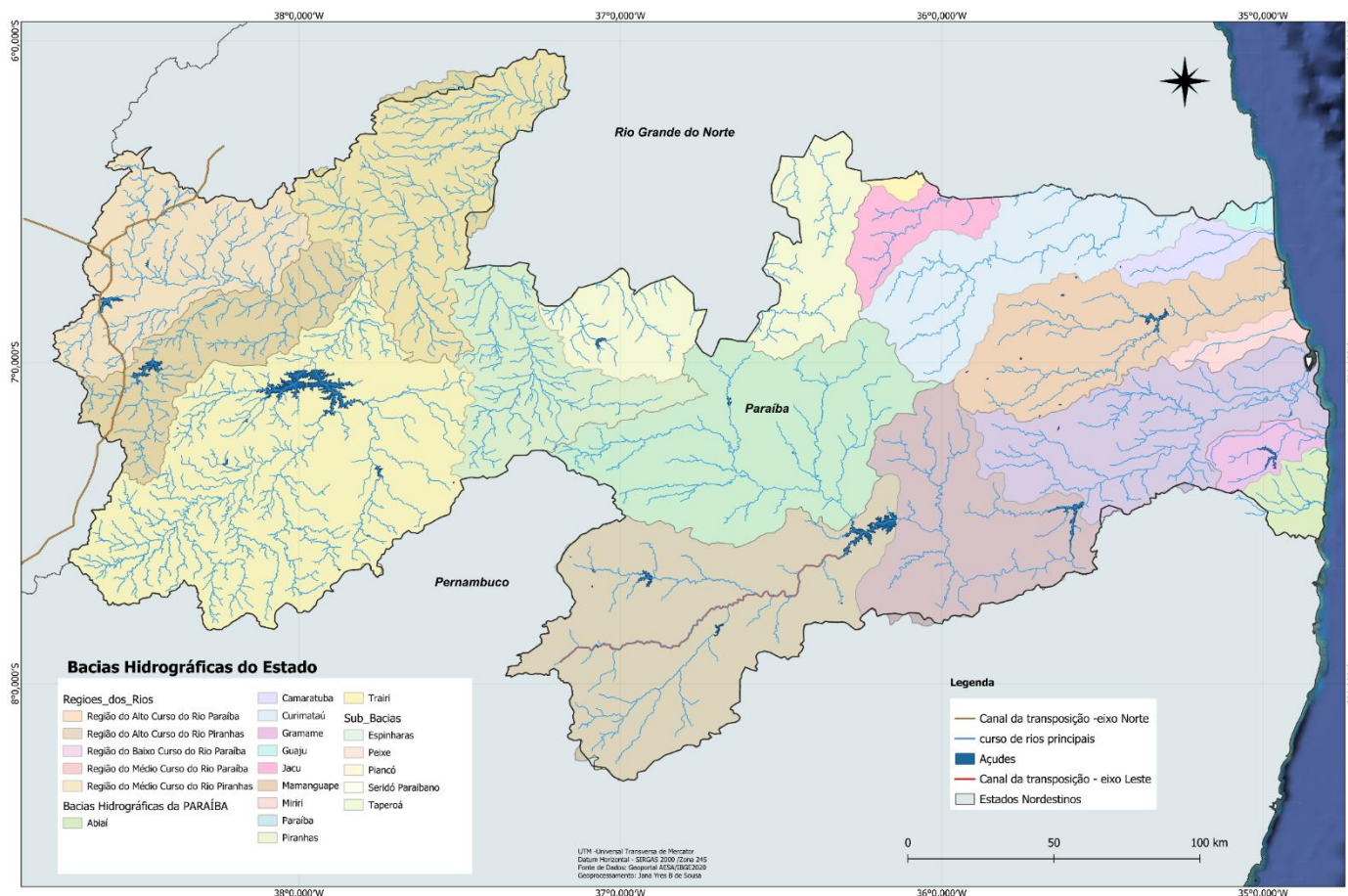
*O Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias do Nordeste Setentrional - PISF, vai **garantir a segurança hídrica da região, além de gerar emprego, renda, promover a inclusão social** e alavancar o desenvolvimento regional.*

A Transposição das águas do rio São Francisco é a 5ª maior obra hídrica do mundo. Contempla atualmente, 12 milhões de pessoas.

A AESA na Gestão do Sistema de Monitoramento e Fiscalização;

Como funciona? (DUAS MANEIRAS)

- 1. Força da gravidade, através de canais com declives de aproximadamente 3°;*
- 2. Sistemas de bombeamento. No município de Cabrobó –PB se destaca o maior sistema: 36m.*

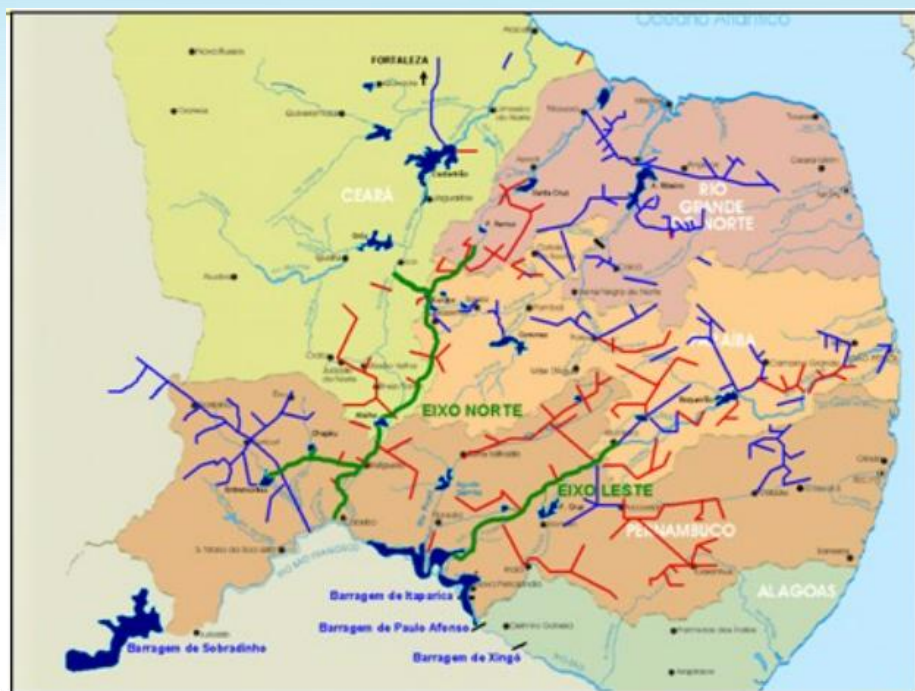


O PISF (Projeto de Integração das águas do rio São Francisco)



GOVERNO
DA PARAÍBA

RESOLUÇÃO CONJUNTA ANA/AESA Nº 42, DE 21 DE SETEMBRO DE 2020



Legenda

- Eixos de Integração
- Adutoras Construídas e em Funcionamento
- Adutoras Planejadas e em Construção

Fonte: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/aceso-a-informacao/perguntas-frequentes/seguranca-hidrica/projeto-de-integracao-do-rio>

Art. 1º O art. 4º da Resolução Conjunta ANA/AESA nº 87, de 05 de novembro de 2018, passa a vigorar com a seguinte redação:

“Art. 4º

I – a área de cultivo no entorno do reservatório Epitácio Pessoa (Boqueirão) e ao longo do rio Paraíba fica limitada a 500,0 ha (quinhentos hectares) em cada um dos trechos;

II – a vazão autorizada a cada usuário de recursos hídricos, devidamente inscrito no Cadastro de Pessoas Físicas – CPF ou Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica – CNPJ, será limitada à necessária para o cultivo em área máxima de 1,0 ha ou volume máximo diário igual a 51.840 L, observado também o limite de 4,0 ha por propriedade ou volume máximo diário igual a 207.360 L.



**GOVERNO
DA PARAÍBA**

O PISF (Projeto de Integração das águas do rio São Francisco)



GOVERNO
DA PARAÍBA

Monitoramento AESA: método quali-quantitativo

Monitorar impactos agrícolas concentrados na expansão e intensificação de uso (em recursos hídricos, no solo, na vegetação nativa) para gerar relatórios e boletins que contribuam na fiscalização e gestão.

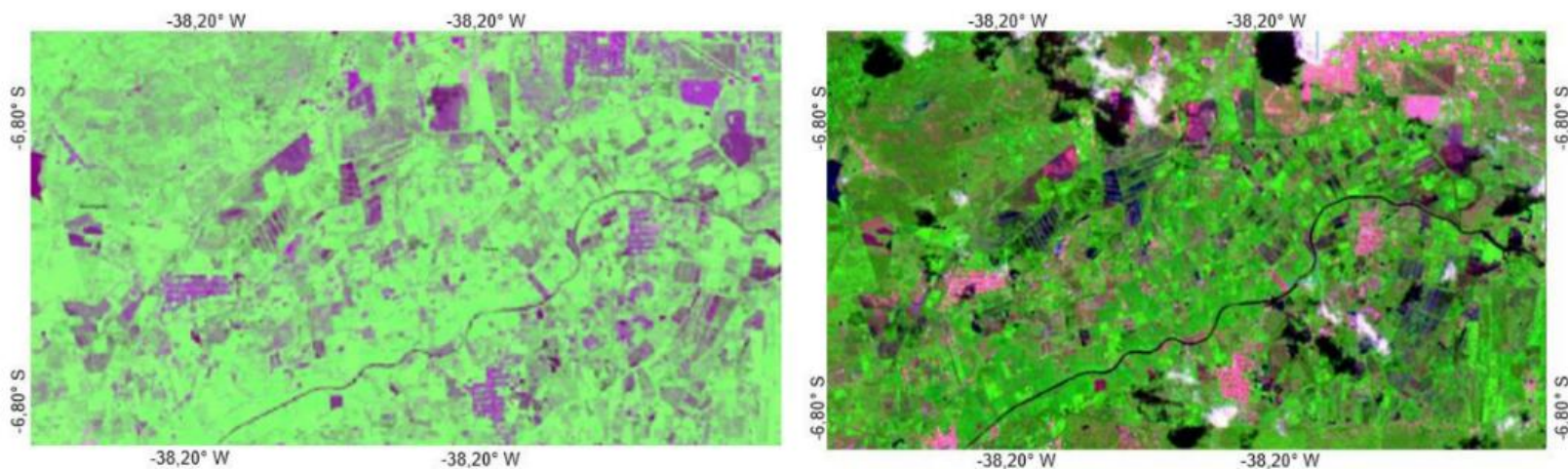
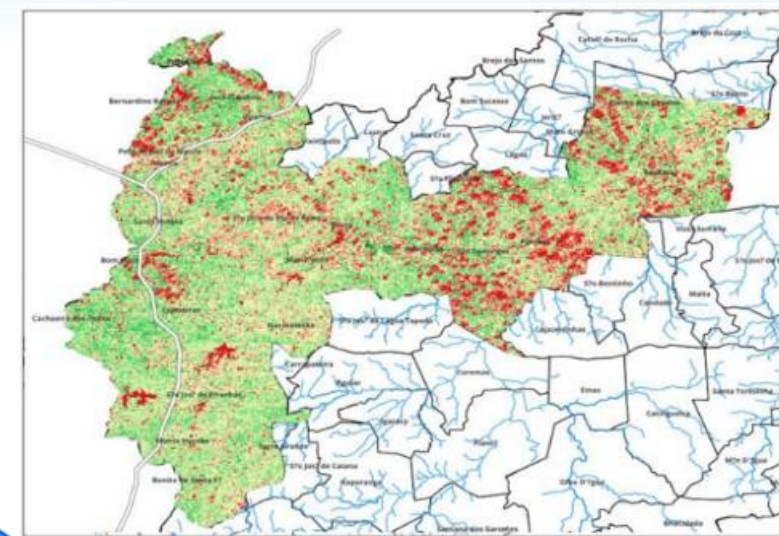


Figura 12 – Trechos do entorno do canal EIXO NORTE com áreas agrícolas. Imagem do dia 27 de ABRIL de 2024.



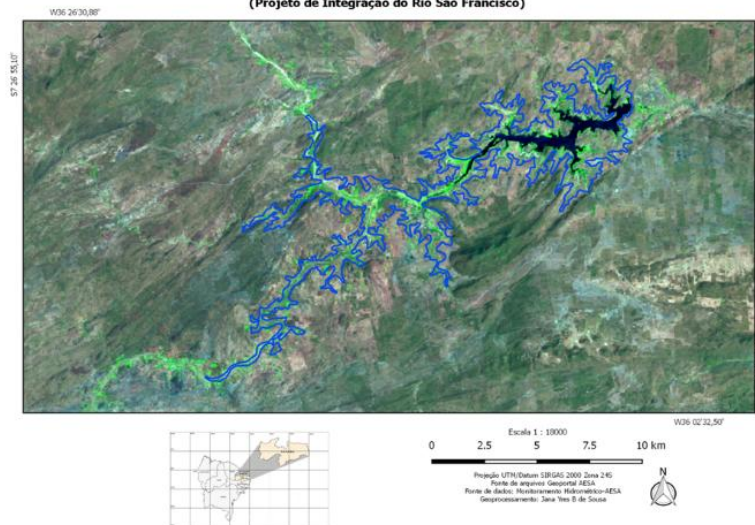
O PISF (Projeto de Integração das águas do rio São Francisco)



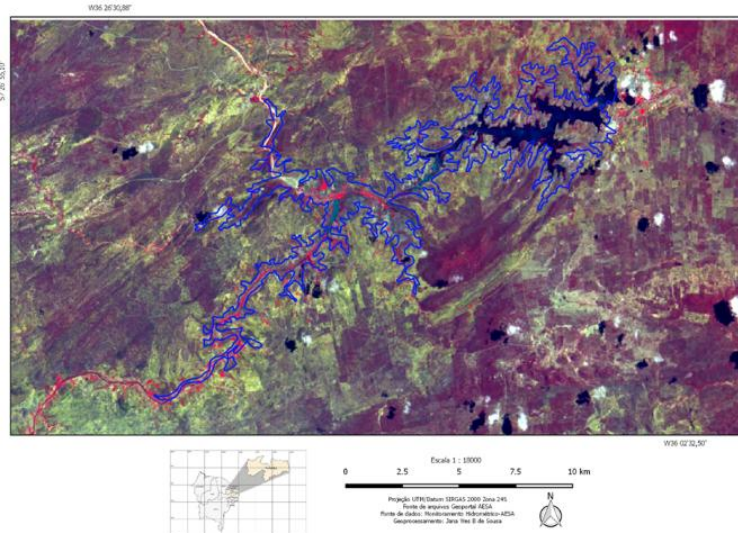
GOVERNO
DA PARAÍBA

Produtos gerados BOLETINS !

Carta-imagem da Bacia Hidráulica do Açude de Boqueirão
Satélite Landsat8 / Sensor OLI (Imagem - 29 de novembro 2016)
Visão geral da área da Bacia e seu entorno antes da conclusão do PISF
(Projeto de Integração do Rio São Francisco)



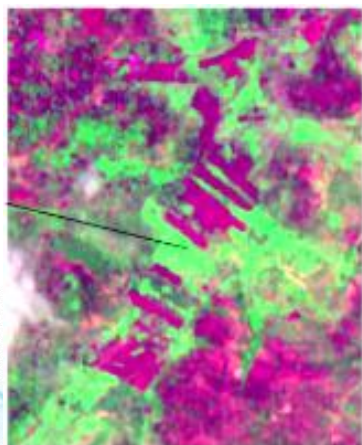
Carta-imagem da Bacia Hidráulica do Açude Epitácio Pessoa - Boqueirão - Paraíba
Satélite CBERS4 - Sensor MUX (Imagem - 17 de Setembro 2017)
Visão geral da área da Bacia e seu entorno após a chegada das águas do PISF (Projeto de Integração do Rio São Francisco)



DRONES: Mapeamento de áreas irrigadas próximas a rios ou reservatórios

Processamento das imagens e aplicações no entorno dos rios EIXO NORTE e EIXO LESTE do PISF

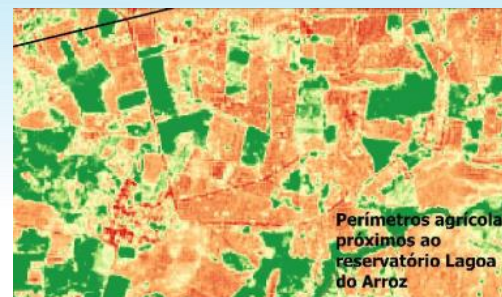
**OBS.: Variação do tamanho dos
talhões (áreas agrícolas cultivadas)!**



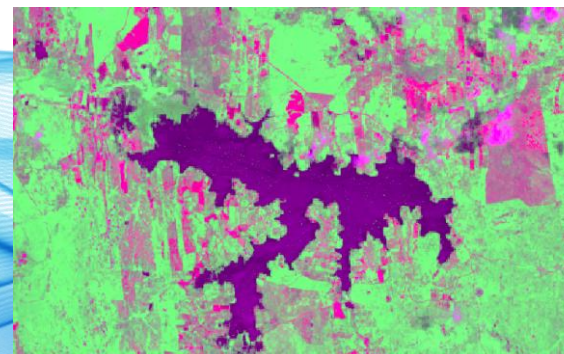
EXEMPLO - AMOSTRAS



NDVI realçado – ÚNICA BANDA!



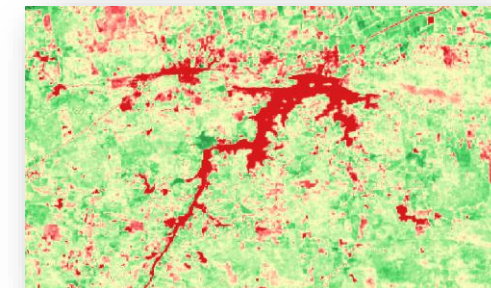
NDVI realçado – açude Poções
em processamento “RGB”



AMOSTRAS



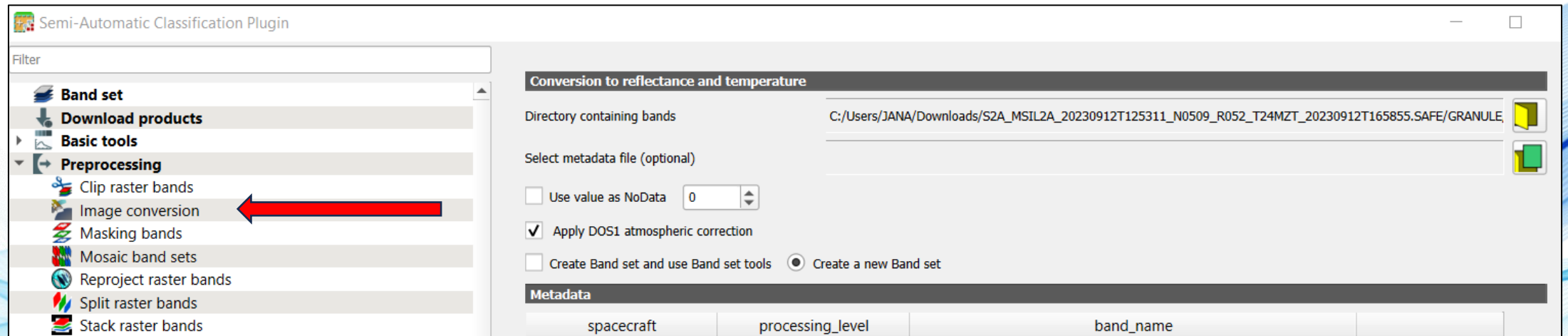
Açude Lagoa do Arroz – EIXO NORTE



Processamentos iniciais de imagens - QGIS

Existem nas literaturas vários métodos de correção atmosférica, a começar por um tão já conhecido dentro do estudo do SR, o DOS, já citado. Esse método da Subtração de Objetos ESCUROS, proposto por Chavez, (1988), a qual elimina na imagem aqueles pixels com valores nulos, caracteres pretos, ou seja, zero reflectância. O programa do QGIS tem como ferramenta o SCP (Semi-automatic Classification Plugin) onde no menu de Preprocessing existe a opção do usuário corrigir as imagens brutas (de preferência georreferenciadas e em formato TIFF). Em resumo, segue abaixo um quadro explicativo dos demais métodos utilizados por usuários e pesquisadores Brasil afora.

Método	Autor	Proposta
DOS (Subtração de Objetos Escuros)	Chavez, (1988)	Correção atmosférica usando as imagens orbitais com os metadados.
MODTRAN (Moderate Resolution Atmospheric Transmission)	Berk et al., (2016)	Correção atmosférica usando as imagens orbitais com os metadados, em interfaces gráficas.
6S (Second Simulation of the Satellite Signal in the Solar Spectrum)	Vermote et al., (1997)	Correção atmosférica usando as imagens orbitais com os metadados, em interfaces gráficas.
FLAASH (Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes)	Cooley et al., (2002)	Correção atmosférica usando as imagens orbitais com os metadados, em interfaces gráficas.

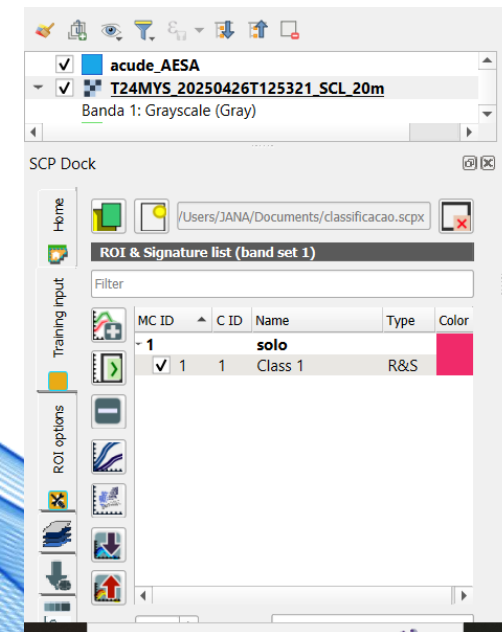
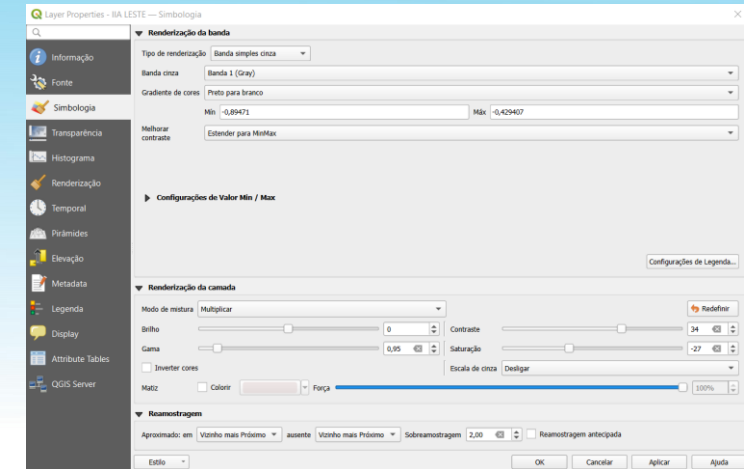


Processamentos iniciais REALCE

Os realces são técnicas que ajudam e facilitam a interpretação e visualização dos alvos imageados por satélites. É nas bandas realçadas que podemos encherger vários elementos que a compoe, como as formas, a textura e as cores.

Os realces utilizados são de CONTRASTE e SATURAÇÃO DO CONTRASTE.

*Realce linear;
Realce Mínimo/Máximo;
Realce por Histograma;*



QGIS: tratamentos e fusões de imagens



GOVERNO
DA PARAÍBA

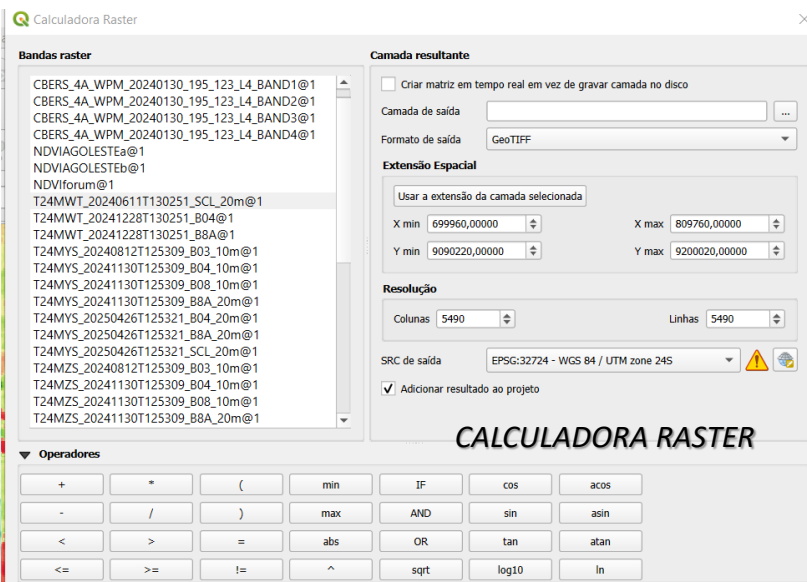
Comportamento da água (influência do PISF)

Cálculo do IIA:

$IIA = G - 4NIR / G + 4NIR$ (POLIDORIO et al., 2003).

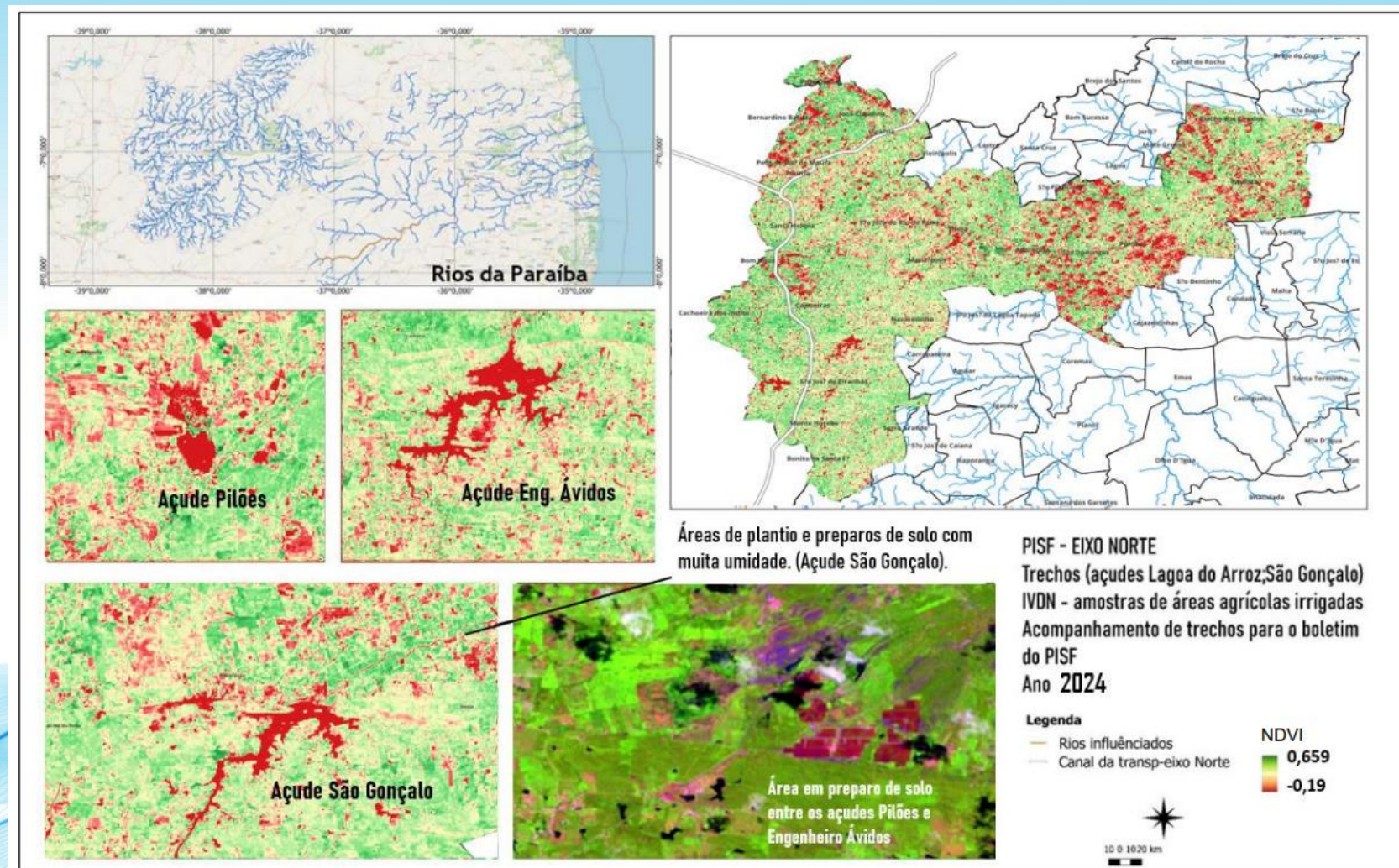
Respostas espectrais de corpos hídricos são mais expressivos! Esse processamento hidrológico por SR também contribuem para as demandas de fiscalização e monitoramento.

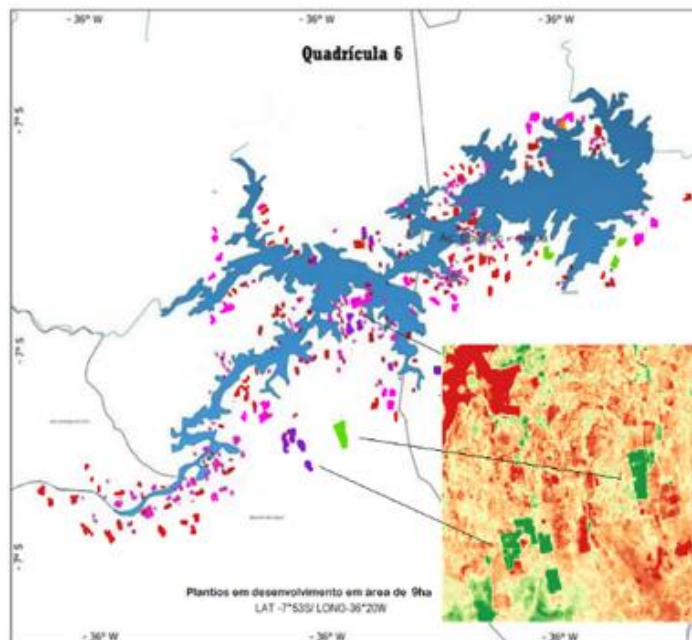
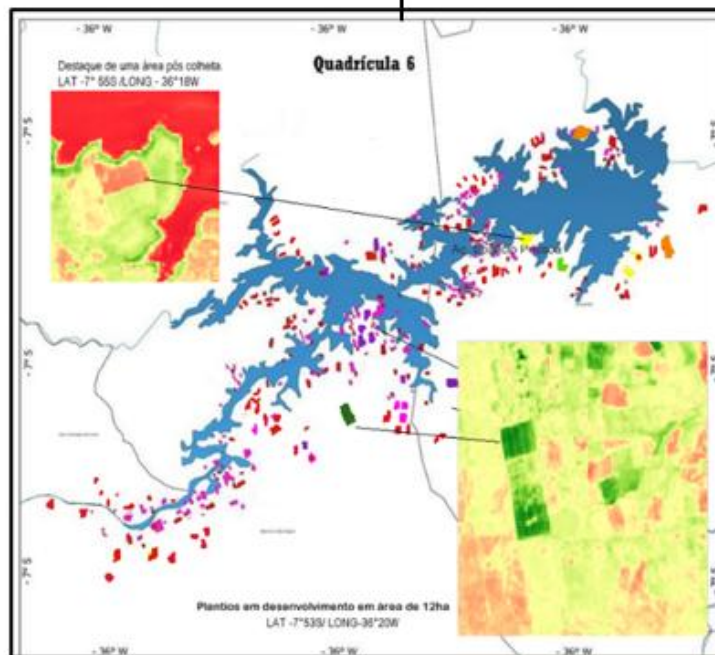
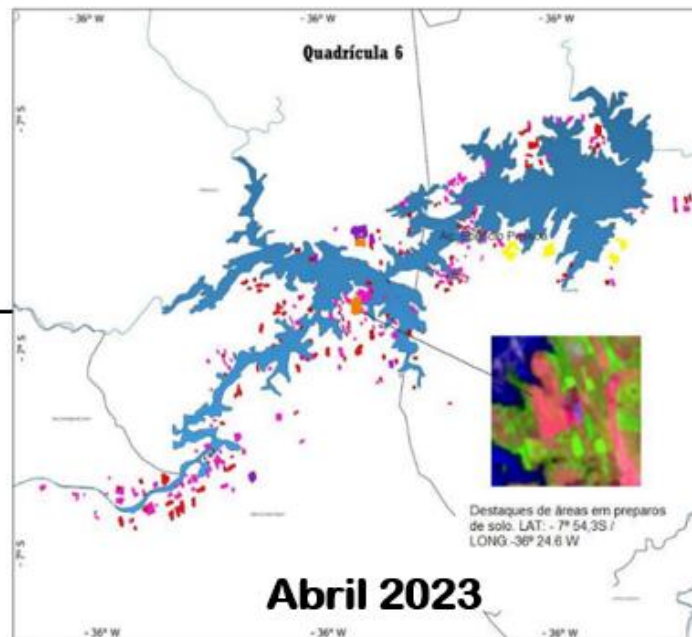
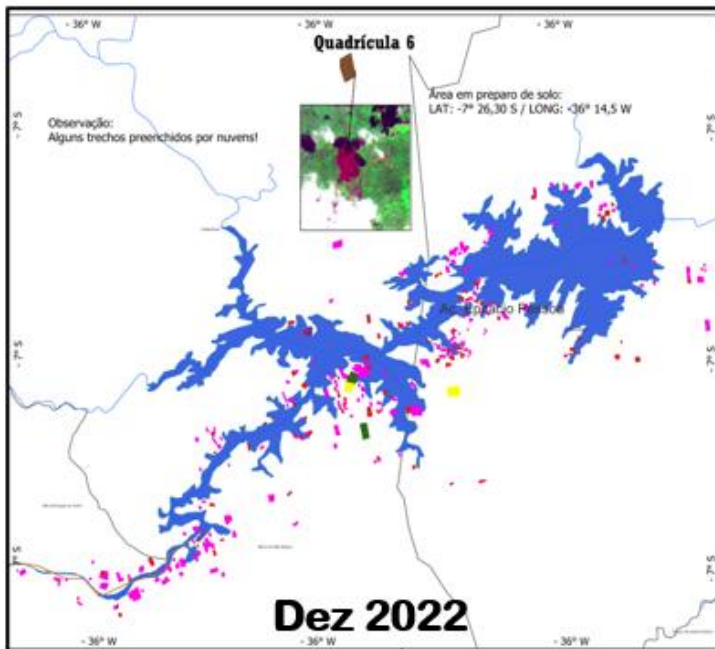
IIA (única banda)– açude CORDEIRO – município de Congo!



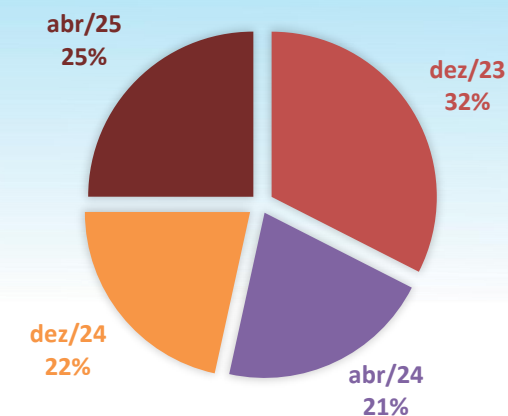
MAPAS DE DIAGNÓSTICOS E CLASSIFICAÇÃO

PISF - EIXO NORTE

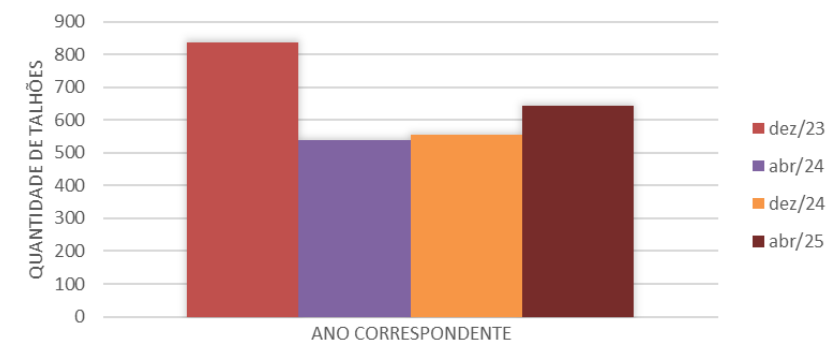




AMOSTRA DE PERCENTUAIS DE PLANTIOS MONITORADOS – PISF EIXO LESTE



AMOSTRA DE PERCENTUAIS DE PLANTIOS MONITORADOS - PISF



JANA YRES

Agradeço a atenção de todos!

Contato: gemoh@aesa.pb.gov.br

