

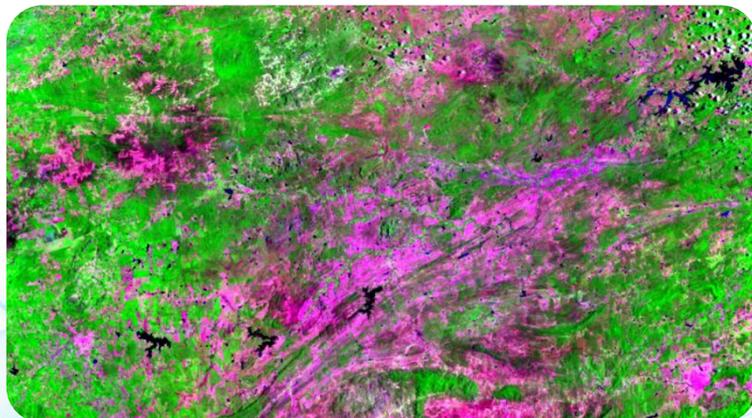
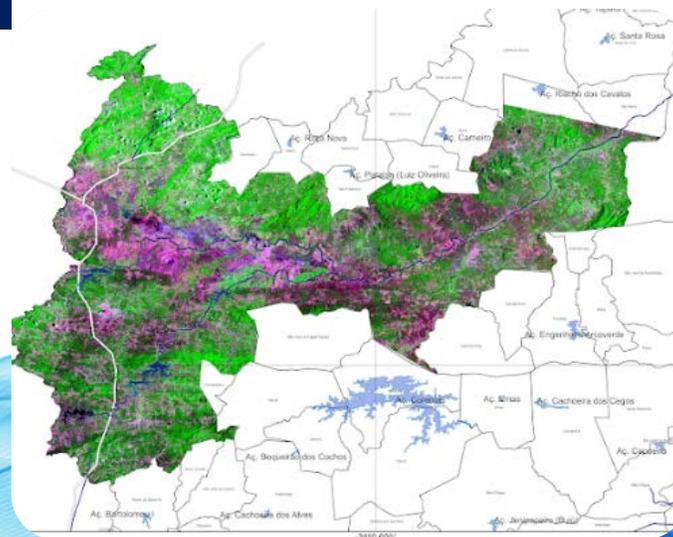
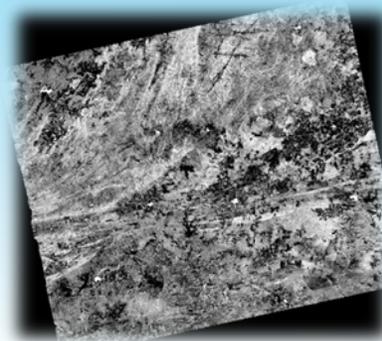
CAPACITAÇÕES AESA - 2024



GOVERNO
DA PARAÍBA



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

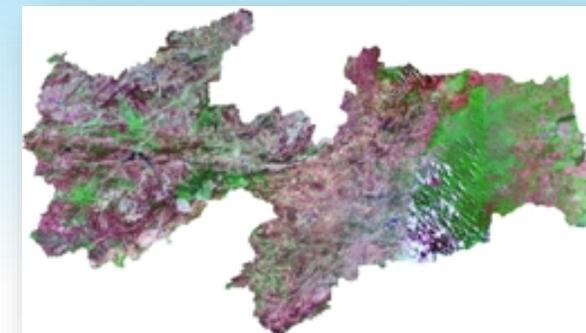


JANA YRES

TÉCNICA DE RECURSOS HÍDRICOS
E GEOPROCESSAMENTO - AESA

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

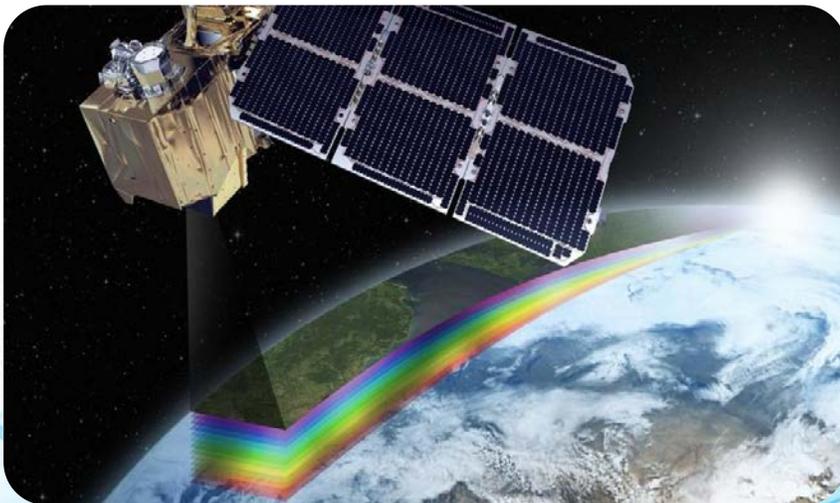
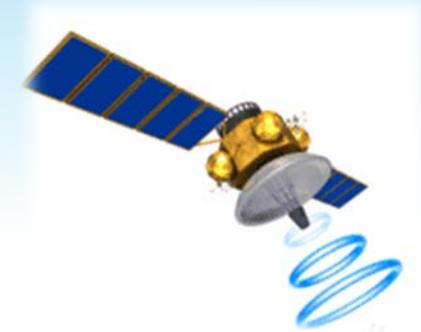
- Tecnologias (Sensoriamento Remoto);
- O PISF (Projeto de Integração das águas do rio São Francisco);
- Aquisição de imagens de satélite/Plataformas de Uso;
- Noções de cores; Assinatura espectral e Uso de índices espectrais;
- Área e comprimento de onda de máxima reflectância;
- Classificação espectral dos alvos (áreas agrícolas cultivadas; preparos de solos)
- Mapeamentos;





Tecnologias (Sensoriamento Remoto)

*O estudo dessa ciência baseia-se como uma utilização conjunta de sensores, equipamentos para processamento de dados, equipamentos de transmissão de dados colocados a bordo de aeronaves, espaçonaves, ou outras plataformas, com o objetivo de estudar eventos, fenômenos e processos que ocorrem na superfície do planeta Terra a partir do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias que o compõem em suas mais diversas manifestações. **É essa a ciência mais amada da Geotecnologia!***



Lillesand & Kiefer (1987) como “ ... a ciência e arte de receber informações sobre um objeto, uma área ou fenômeno pela análise dos dados obtidos de uma maneira tal que não haja contato direto com este objeto, esta área ou este fenômeno”.

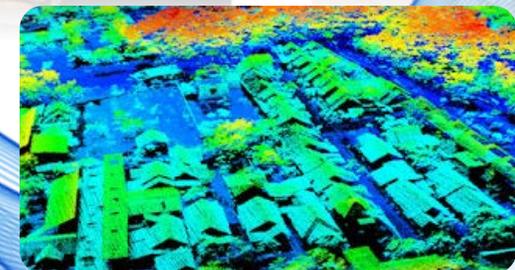
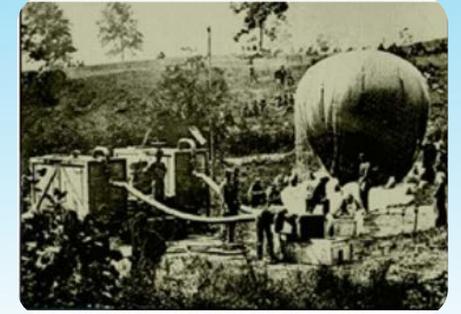
Shiratsuchi et al.,(2013), conceitua o SR como equipamentos com sensores (câmeras) de diversas plataformas, como satélites, aeronaves, veículos aéreos tripulados e não tripulados (VANTs e DRONES), máquinas agrícolas, etc.



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)

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)

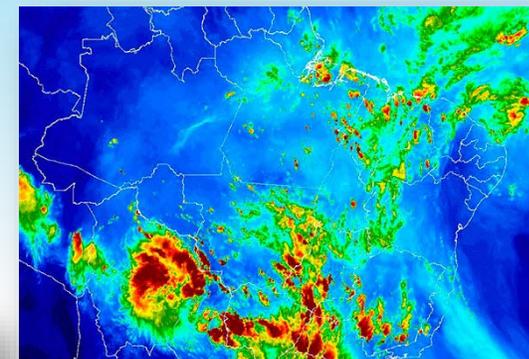


Análises temporal

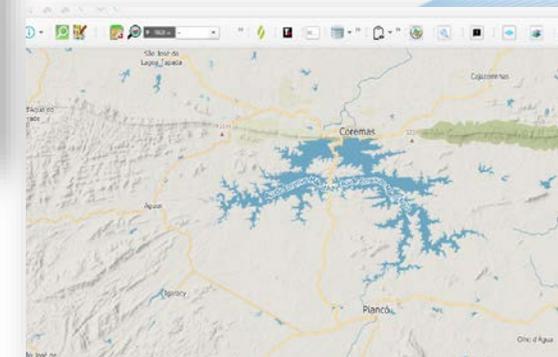


Estudos de vegetação – Sensor MUX
CEBRS4.

Meteorologia (Previsão do Tempo)



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



SR na aquisição de informações

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

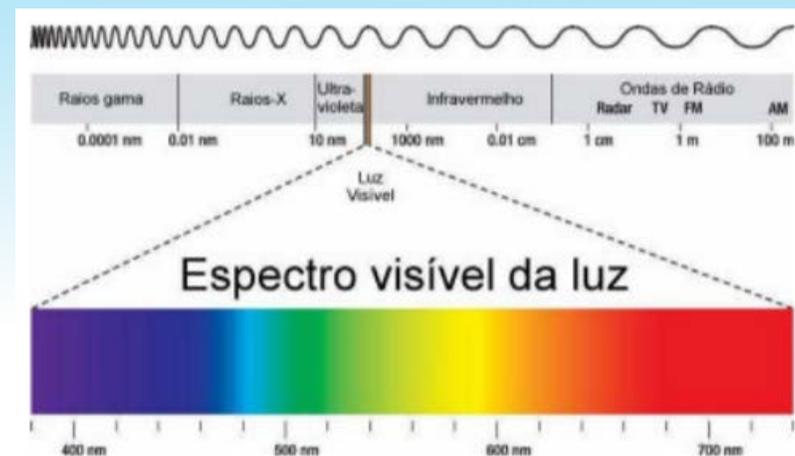
A radiação se propaga pela atmosfera, atingindo a superfície terrestre em direção ao objeto observado. Atingindo a superfície terrestre sofre interações, fazendo um retorno. No retorno pela atmosfera essa energia adquirida chega no sensor, gerando uma informação dentro daquele sensor, como mostra na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

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



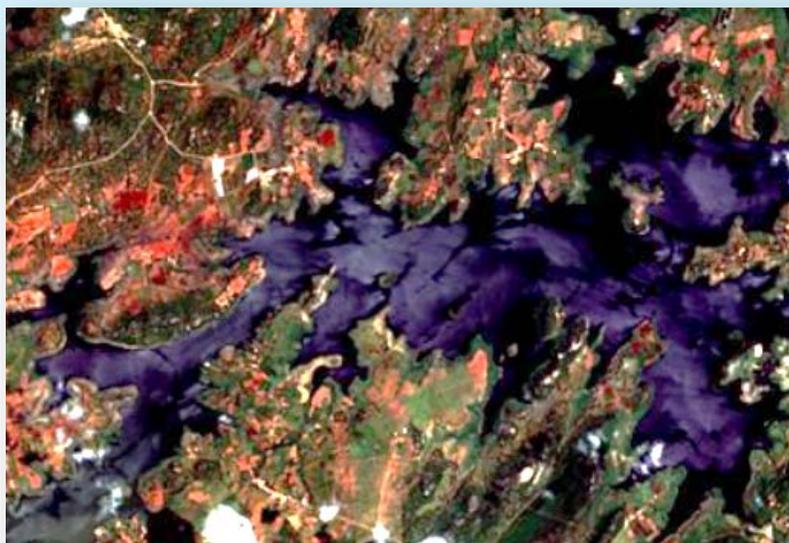
SR na aquisição de informações

Os sensores remotos são aparelhos onde se capta e registra toda energia refletida ou emitida pelos alvos da superfície terrestre. Vamos lembrar do olho humano! Milhões de células sensíveis à luz são estimuladas pela imagem, e cada faixa nanométrica apresentará como é o perfil do alvo quando se visualisa.

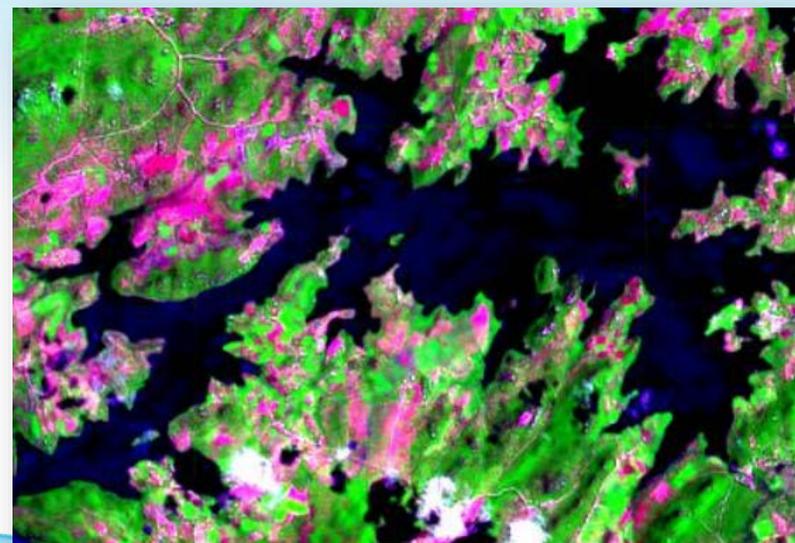


A sensação de cor que é produzida pela luz está associada a diferentes comprimentos de ondas. As cores estão associadas aos seguintes intervalos espectrais.

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)



GOVERNO
DA PARAÍBA



Sistemas Sensores

Os sistemas sensores tem a função de captar a REM (Radiação Eletromagnética) da superfície terrestre gerando informações que podem se transformar num produto de interpretação: as imagens.

Tipos e classificação dos sistemas sensores Podem ser divididos quanto a/a:

➤ **Fonte de Energia:** - **Sistema passivo ou óptico:** Utilizam fontes de energia externa, a exemplo da luz solar.

Exemplos de sensores passivos, podemos observar através da Figura. Temos os internacionais e nacionais!

Sistema ativo: a energia é gerada por equipamentos, onde podemos encontrar o uso da REM em aparelhos como micro-ondas, o Radarsat, etc.



Tecnologias (Sensoriamento Remoto)



GOVERNO
DA PARAÍBA



AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA

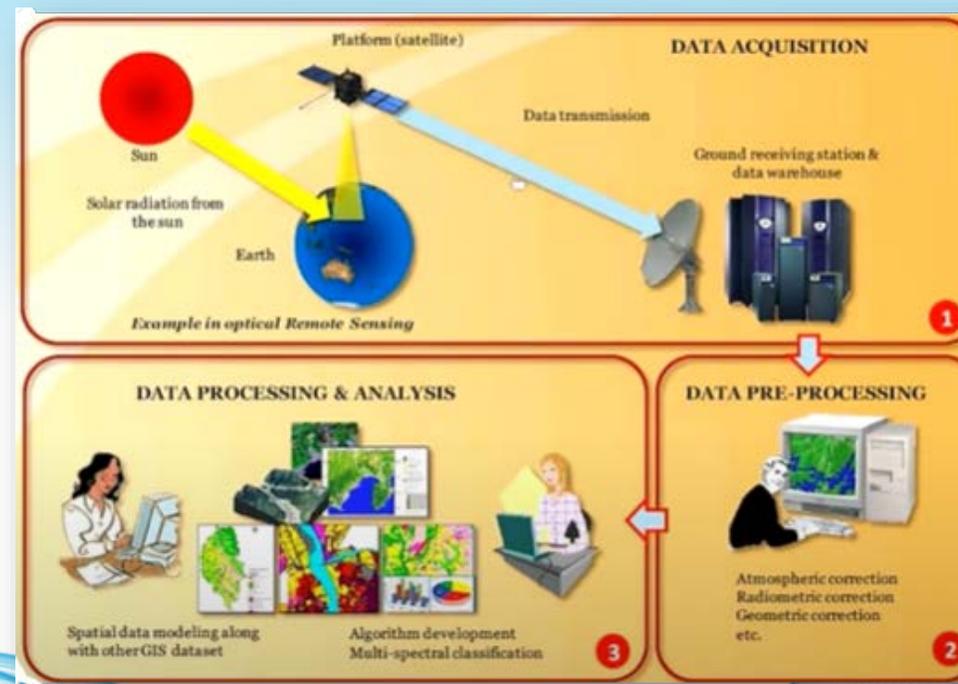
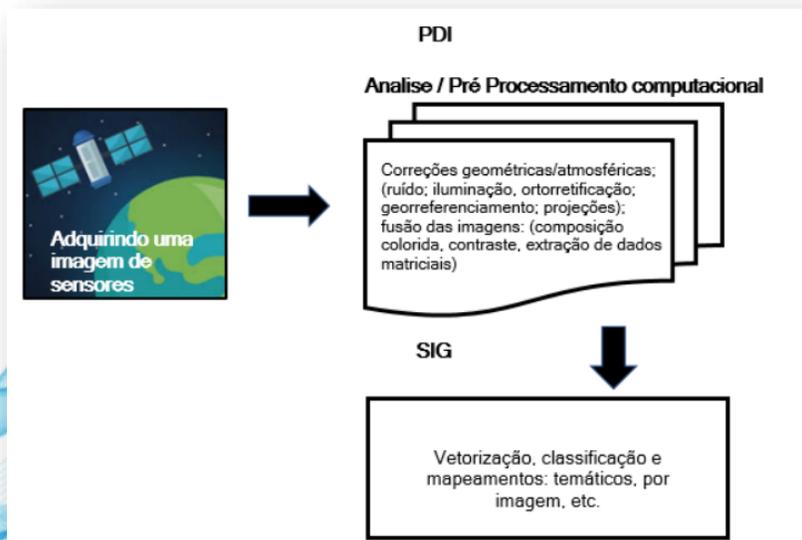
SR em projetos de Geoprocessamento

Existem diferenças!

Geotecnologias: Análise de dados por meio do SIG/CAD/Cartografia/Sensoriamento Remoto, Drones.

Geoprocessamento:

Busca o Tratamento dos dados espaciais/o Processamento / a Informação Espacial.



Tecnologias (Sensoriamento Remoto)



Armazenagem de Dados e SOFTWARES

Usuários de SIG podem importar arquivos vetoriais como o shapefile (shp) para um Banco PostGIS utilizando algum software de SIG ou para o próprio PostGIS caso tenha esse suporte. Já o BDE, (espacial ou geográfico) armazena dados geográficos em softwares, onde computadores que possuam componentes do SGDB possam suportar dados tabulares, estruturas vetoriais, matriciais, processamento de imagens, seja em softwares ou em plataformas WEB.

GOOGLE EARTH ENGINE : (computação em nuvem!)

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL:

- classificação digital de séries temporais de imagens de satélite



Fonte: Google IMAGENS, 2022.



Tecnologias (Sensoriamento Remoto)



GOVERNO DA PARAÍBA



AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA

code.earthengine.google.com

Google Earth Engine Search places and datasets...

ee-jybs9015

Scripts Docs Assets

Sentinel2 * Get Link Save Run Reset Apps

```
Imports (1 entry)
  var geometry: Point (-36.11, -7.45)
1 // This example uses the Sentinel-2 QA band to cloud mask
2 // the collection. The Sentinel-2 cloud flags are less
3 // selective, so the collection is also pre-filtered by the
4 // CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE flag, to use only relatively
5 // cloud-free granule.
6
7 // Function to mask clouds using the Sentinel-2 QA band.
8 function maskS2clouds(image) {
9   var qa = image.select('QA60')
10
11   // Bits 10 and 11 are clouds and cirrus, respectively.
12   var cloudBitMask = 1 << 10;
```

Inspector Console Tasks

Use print(...) to write to this console.

geometry (1 pt) Point drawing. Exit

Layers Mapa Satélite

Google

Atalhos de teclado | Imagens ©2024 TerraMetrics | 2 km | Termos | Comunicar um erro no mapa

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



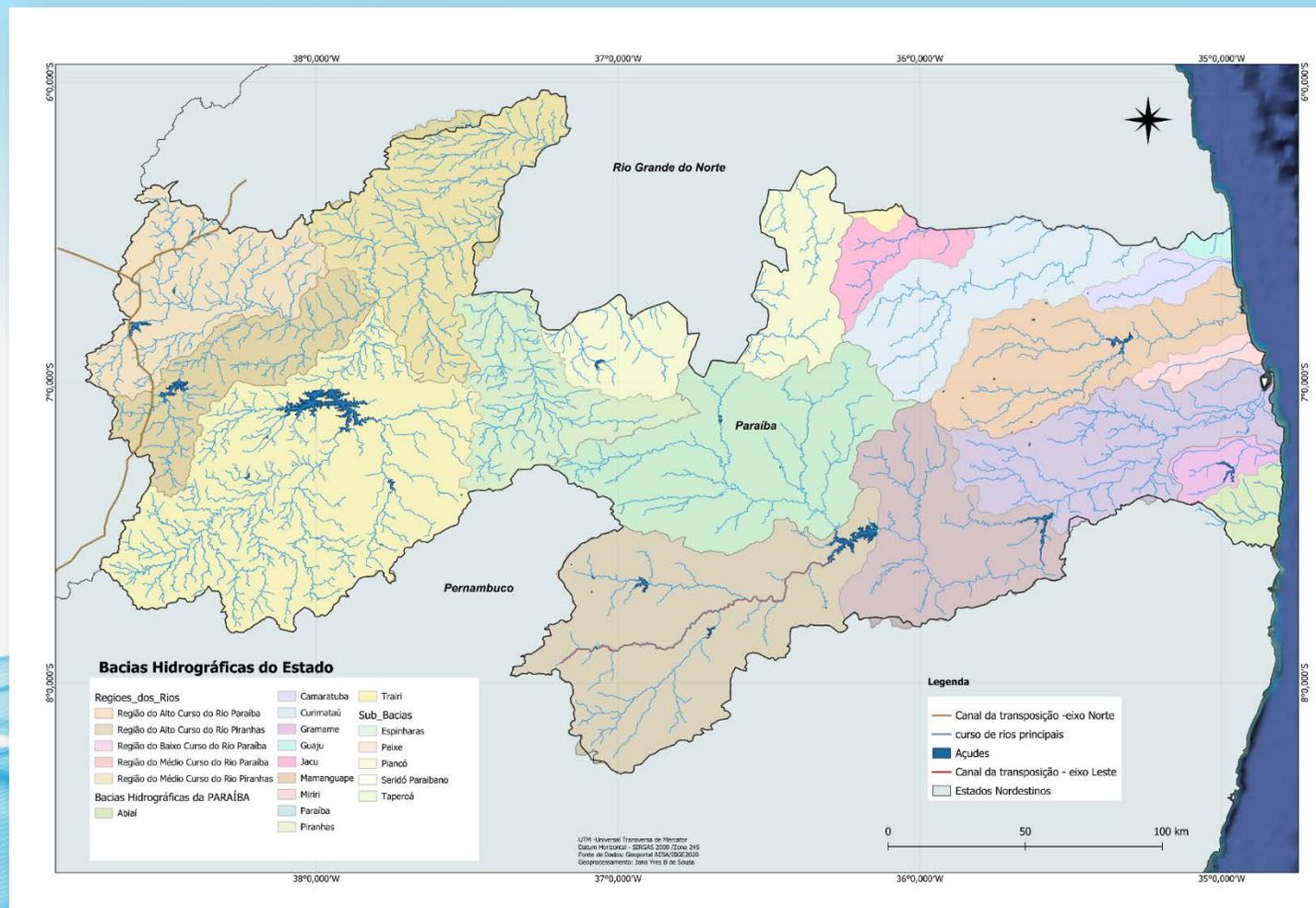
GOVERNO
DA PARAÍBA



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.

A AESA na Gestão do Sistema de Monitoramento e Fiscalização;



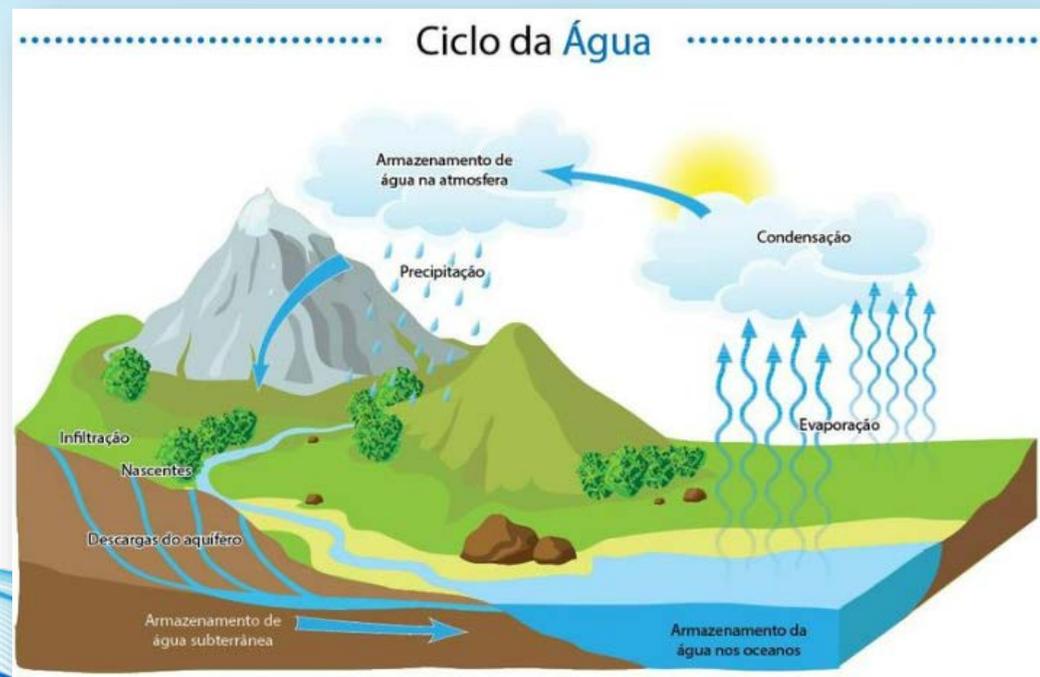
O PISF (Projeto de Integração das águas do rio São Francisco)



GOVERNO
DA PARAÍBA



RECAPTULANDO as condições hidrológicas...



Movimento permanente e constante!

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

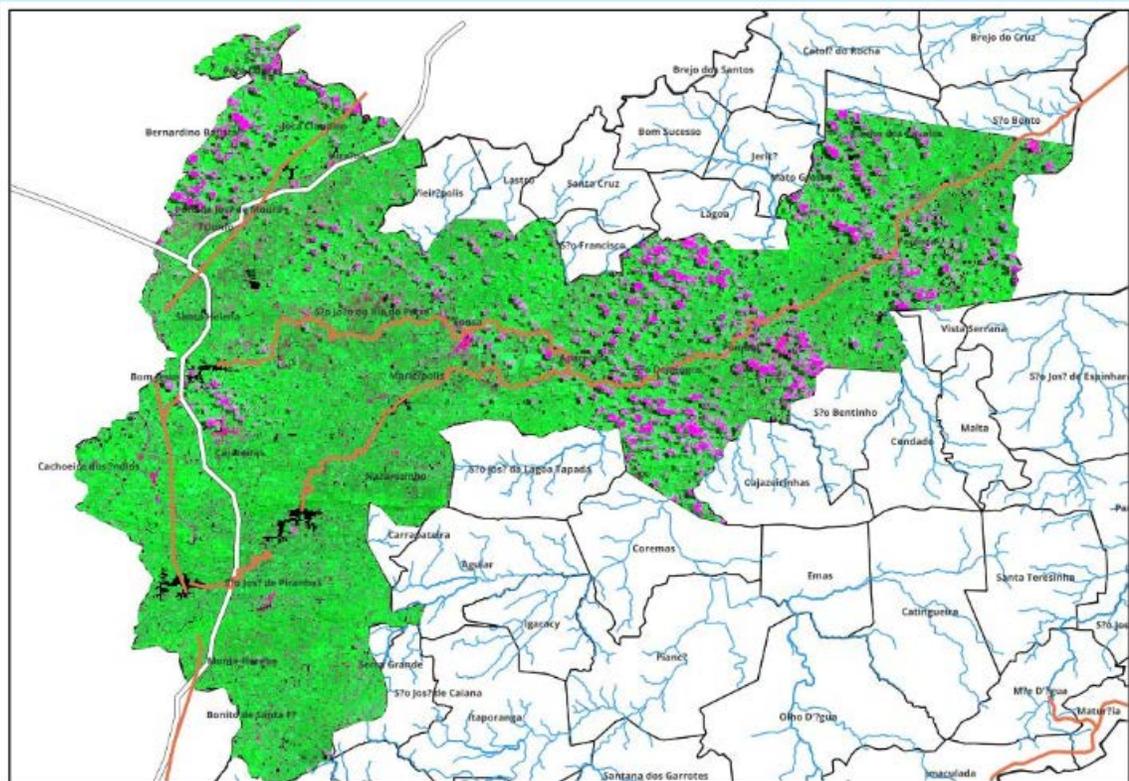
I – a área de cultivo no entorno do reservatório Epitácio Pessoa (Boqueirão) e ao longo do rio Paraíba fica limitada a 500,0 ha (quinhentos hectares) em cada um dos trechos;

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.

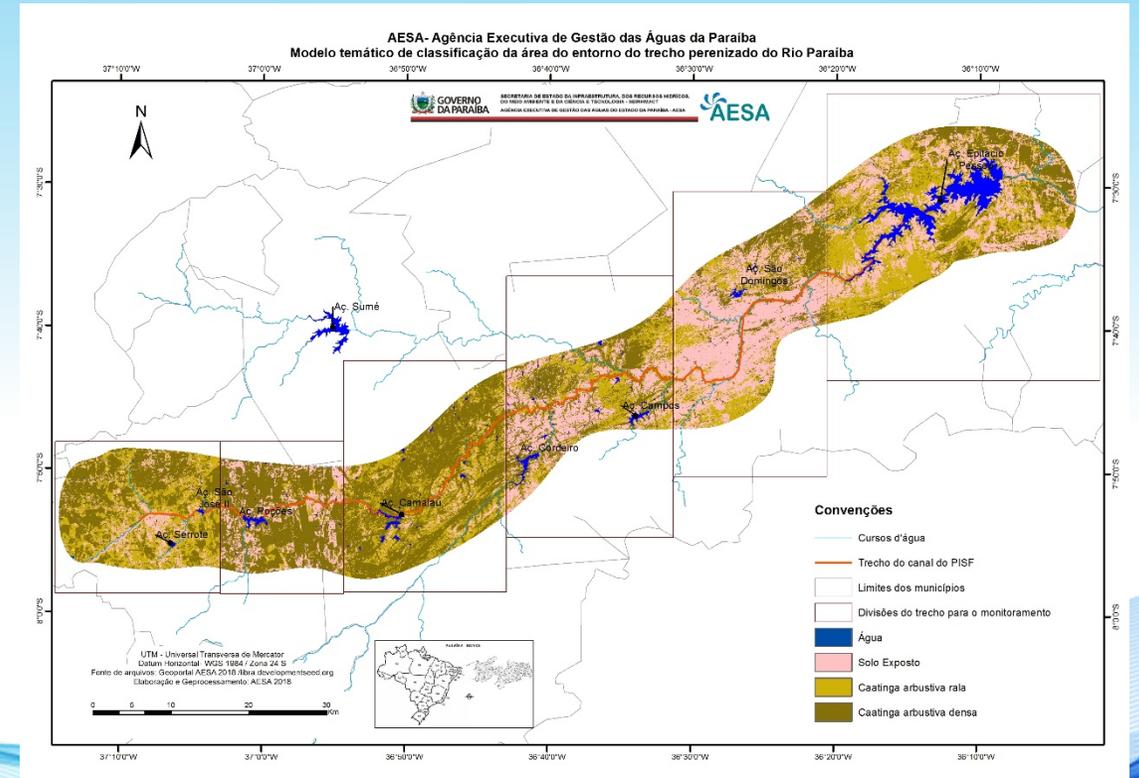


O PISF (Projeto de Integração das águas do rio São Francisco)

Monitoramento AESA: método quali-quantitativo



Análises por imagens de satélite



Análises por imagens de satélite

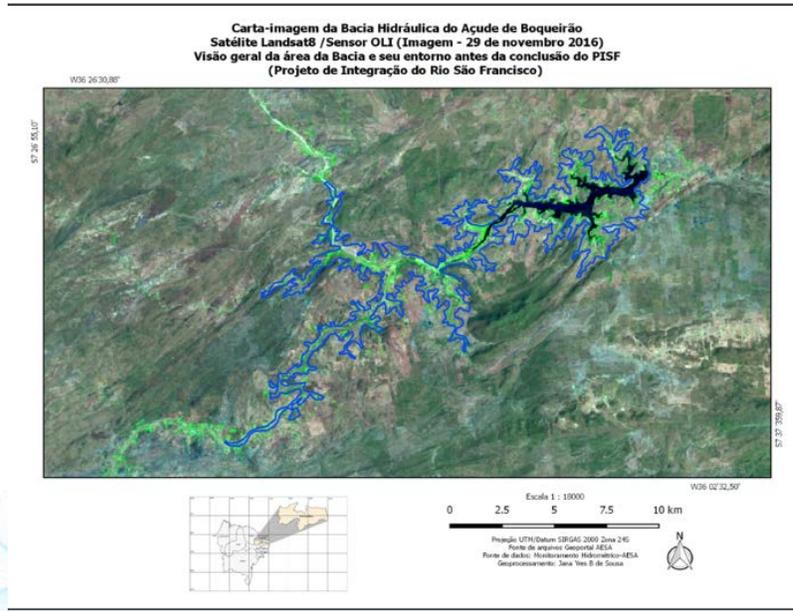
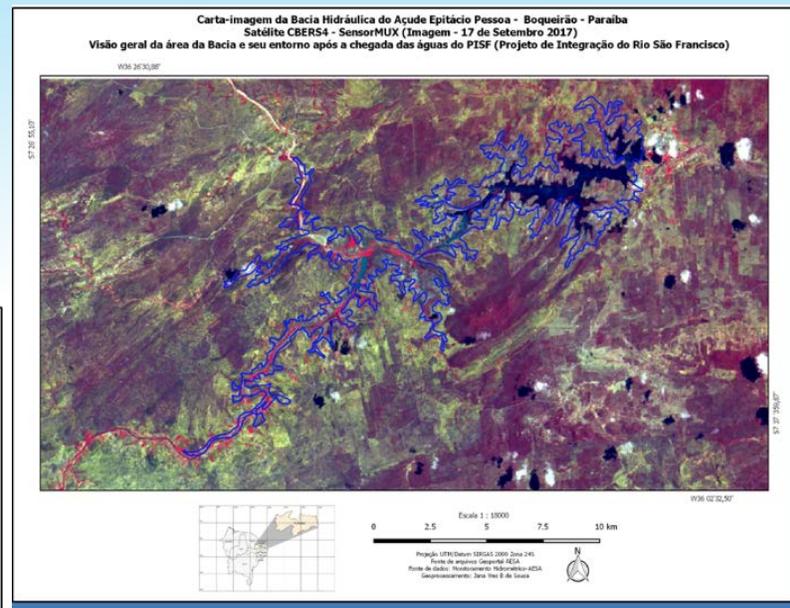
O PISF (Projeto de Integração das águas do rio São Francisco)



GOVERNO DA PARAÍBA



Produtos gerados!



DRONES: Mapeamento de áreas irrigadas próximas a rios ou reservatórios

Aquisição de imagens de satélite/Plataformas de Uso



GOVERNO DA PARAÍBA



AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA

EarthExplorer

1. Enter Search Criteria

To narrow your search area, type in an address or place name, enter coordinates or click the map to define your search area (for advanced map tools, view the help documentation), and/or choose a date range.

Geocoder: KML/Shapefile Upload

Select a Geocoding Method: Feature (GNIS)

Search Limits: The search result limit is 100 records; select a Country, Feature Class, and/or Feature Type to reduce your chances of exceeding this limit.

US Features World Features

Feature Name (use % as wildcard)

State: All

Feature Type: All

Show Clear

Polygon Circle Prefined Area

copernicus BROWSER

ES Acceder

VISUALIZAR BUSCAR

FECHA: SINGLE

YYYY-MM-DD 30%

Mostrar última fecha

Encontrar productos para la vista actual

CONFIGURACIONES:

Por favor, seleccione una configuración: No se ha seleccionado ninguna configuración

Por favor, haga zoom o busque una localización de interés

To continue browsing, please log in or continue anonymously.

Login Anonymously

By continuing anonymously, you consent to the use of cookies by recaptcha.net and related collection, sharing and use of personal data by recaptcha.net. Alternatively, you can sign-in. See also [Terms and conditions](#)

INPE

MINISTÉRIO DE MINÉRIAS, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPaciais

INPE

Dados Consulta Resultados

LGI-CDSR

- AMAZONIA1
 - AMAZONIA1_WEL_L2_DN
 - AMAZONIA1_WEL_L4_DN
- CBERS4A
 - CBERS4A_MUX_L2_DN
 - CBERS4A_MUX_L4_DN
 - CBERS4A_WFL_L2_DN
 - CBERS4A_WFL_L4_DN
 - CBERS4A_WPM_L2_DN
 - CBERS4A_WPM_L4_DN
- CBERS4

CATÁLOGO

Olá, Jana Yres Barbosa De Sousa!

Lat: -7.58359 | Long: -38.91902

RESOLUÇÕES do sistema sensor



GOVERNO
DA PARAÍBA



Monitoramento do entorno do trecho do PISF!

ESPACIAL: O espacial se refere ao tamanho do PIXEL da imagem; **ESPECTRAL:** é quanto ao número de bandas ou canais dos sensores orbitais ; **TEMPORAL:** refere-se as análises da frequência ou visitas que o satélite faz num determinado local; **RADIOMÉTRICA:** refere-se aos níveis de cinza que compõe a imagem bruta captada pelos sensores.

LANDSAT 8

Sensor: OLI;

Resolução Espacial:

Pancromático: 15,0 m (banda 8)/

Multiespectral: 30,0 m (banda 1-7 e 9)/

Termal: 100,0 m (bandas 10-11);

Revisita: a cada 16 dias;

Bandas utilizadas: 5,4,3 (ÁGUA) / 6,5,4 (Falsa cor – vegetação e água) / 5,4 (NDVI).

Sentinel-2A/B

Sensor MSI (multi-spectral instrument);

Res. Espacial: 10m (4 bandas), 20m (6 bandas), 60m (3 bandas);

Revisita: a cada 5 dias (equador) , 2-3 dias (méd. latitude);

Bandas utilizadas: 4,3,2 (Cor natural) / 8,4,3(Falsa cor – vegetação e água) / 11,3,2 (água)/

8,4 (NDVI).

CBERS4 E 4A

Bandas Espectrais

P : 0,45 - 0,90 μm

B1: 0,45 - 0,52 μm

B2: 0,52 - 0,59 μm

B3: 0,63 - 0,69 μm

B4: 0,77 - 0,89 μm

Largura da Faixa Imageada

92 km

Resolução Espacial

2 m (pancromática)

8 m (multiespectral)

Sensores: MUX e PAN (Resolução 20 m (MUX)
5 m / 10 m (PAN));

Revisita: 26 dias (MUX) / 5 dias (PAN);

Bandas utilizadas: 7,6,5 (vegetação e água) -
MUX / 3,4,2 - PAN

Os canais são escolhidos e definidos de acordo
com a melhor imagem, ou seja, apresentando
pelo menos 10 ou 20% de nuvens e sombras.

RESOLUÇÕES do sistema sensor



GOVERNO
DA PARAÍBA



Baixa Resolução	Média Resolução	Alta Resolução
Imagens LandSat-8, 30 x 30 m	Imagens Sentinel-2, 10 x 10 m	Imagens GeoEye, 1,6 x 1,6 m

Fonte: google imagens, 2024.

Noções de cores; Assinatura espectral e Uso de índices espectrais



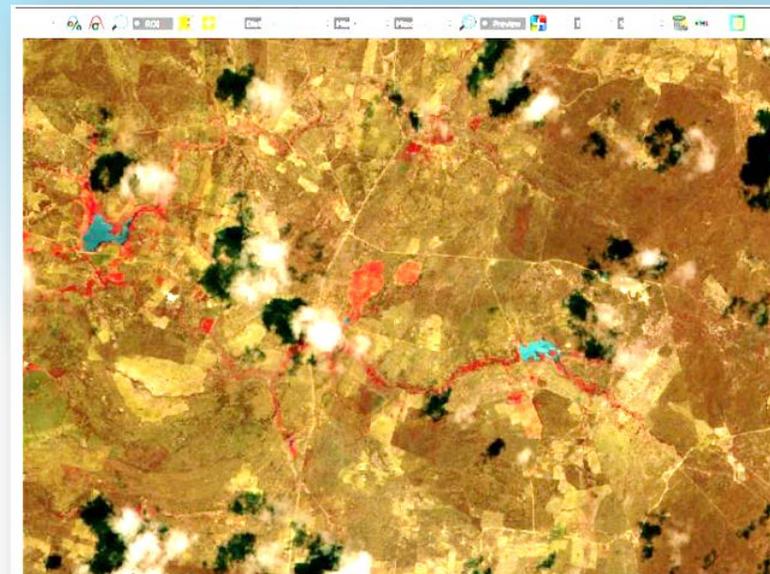
GOVERNO
DA PARAÍBA



As combinações e os efeitos

A faixa do espectro eletromagnético deste sensor são as bandas espectrais combinadas 11(R), 8A(G) e 3(B), do Sentinel 2A, as quais o olho humano não consegue interpretar os tons naturais dos alvos, por isso que a chamamos de FALSA COR . Percebam que os tons avermelhados, oriundos da faixa do comprimento de onda, captado pelos canais infravermelhos, imageiam ou interpretam o VERDE da vegetação, pelo fato de nessa faixa liberar muita energia, e ao interpretar os tons AZUIS das águas alguns valores do comprimento de onda, interpretam outros caracteres presentes na água. Por isso que o uso das bandas do infravermelho são de grande importância para estudos de monitoramento vegetal e hídrico.

A cor é um elemento chave quando se quer visualizar um alvo. Cada intervalo do comprimento de onda das bandas apresentam em sua composição um valor (o pixel), em que este é interpretado conforme a energia gerada é refletida ou absorvida (pelo branco e preto). As refletâncias estão associadas a uma escala de tons de cinza onde o branco possui alta refletância e o preto baixa refletância, (ANJOS, 2016).



Finalidade	R	G	B
Cor natural	vermelho	verde	azul
Vegetação	infravermelho próximo	vermelho	verde
Urbano	infravermelho de ondas curtas 2	infravermelho de ondas curtas 1	infravermelho próximo
Agricultura	infravermelho de ondas curtas 1	infravermelho próximo	vermelho

Noções de cores; Assinatura espectral e Uso de índices espectrais



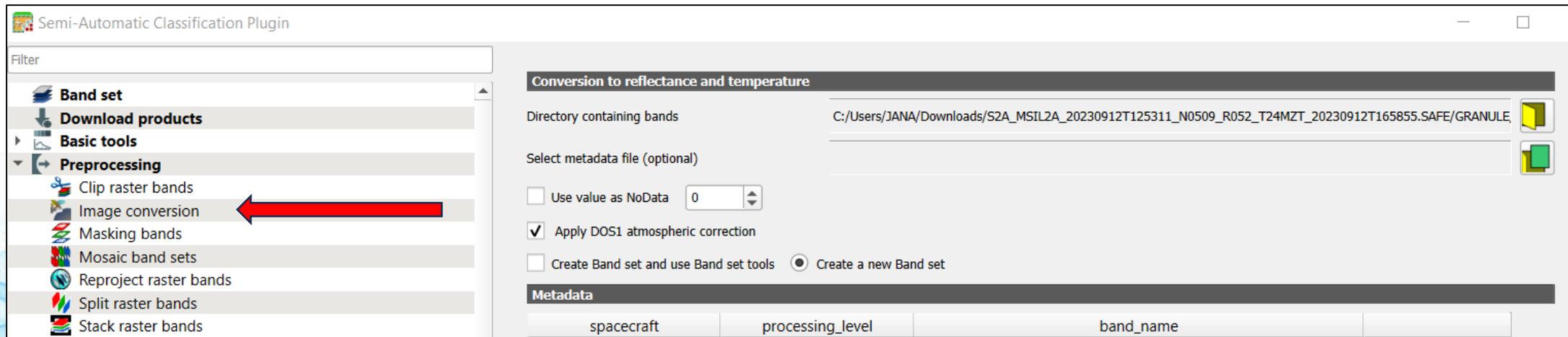
GOVERNO DA PARAÍBA



Processamentos iniciais de imagens

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 preferencia 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.

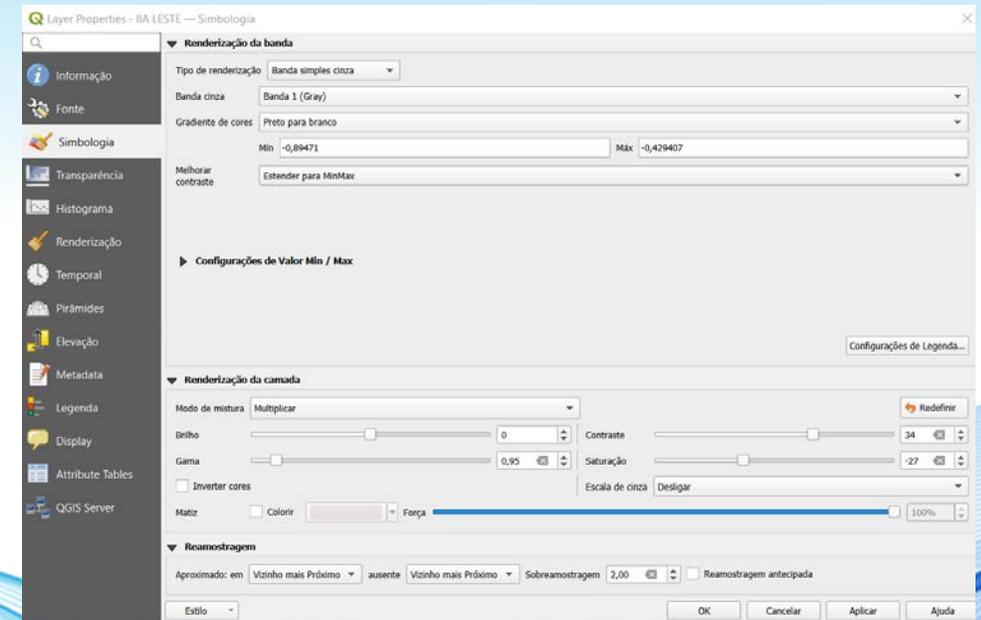


Processamentos iniciais REALCE

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

Os realces utilizados são de CONTRASTE e SATURAÇÃO DO CONTRASTE.

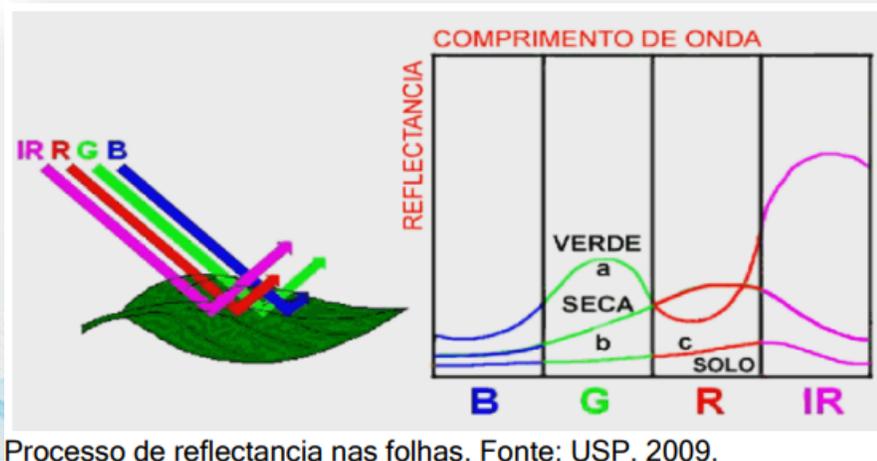
*Realce linear;
Realce Mínimo/Máximo;
Realce por Histograma;*



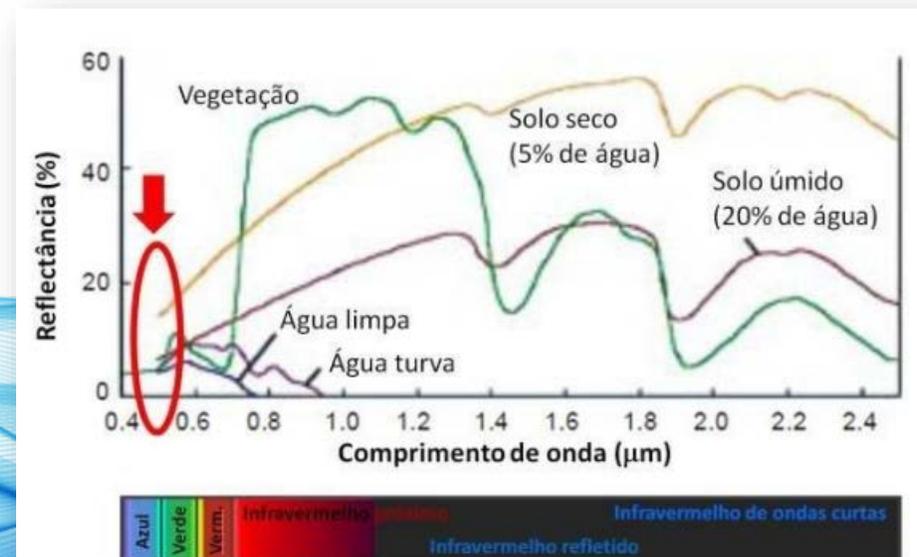
EFEITOS DO ESPECTRO

Os canais vermelho e infravermelho tem um poder maior de radiação na estrutura celular das folhas, trazendo maior refletância, dependendo de suas condições morfológicas e fisiológicas, pois pode ocorrer influencias da presença de água e solo.

PICO DE FOLHAS SADIAS 0,45 e 0,65 μ m



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



Noções de cores; Assinatura espectral e Uso de índices espectrais



GOVERNO
DA PARAÍBA



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 !

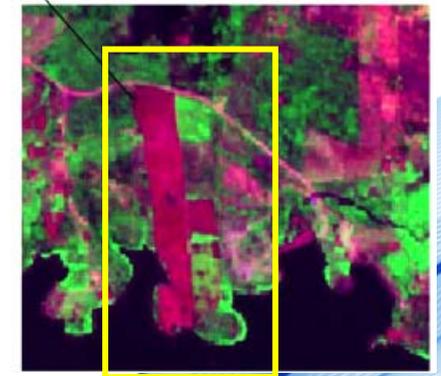
Áreas agrícolas – trecho do rio Paraíba (PISF) no município Caraúbas 2023



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)



Comportamento da vegetação

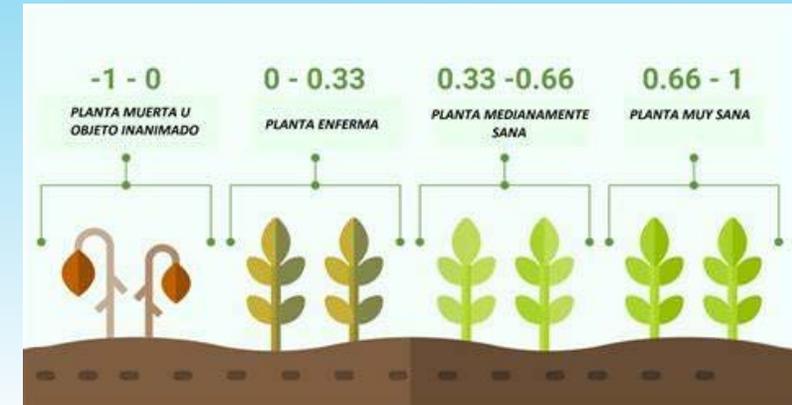
Vários pesquisadores de épocas passadas e até mesmo recentes, tentam estudar esse comportamento através de combinações de bandas relacionando o visível e o infravermelho. Alguns Índices são bastante usados, como o IVDN (Índice de vegetação por diferença normalizada pode-se perceber que através dessa equação desenvolvida, o autor utilizou as bandas do IV (infravermelho) e V(vermelho) para avaliar a vegetação em relação a outros elementos como o solo e água. Em resumo segue algumas particularizes dos comportamentos da vegetação utilizando o IVDNmalizada), estudado por Rouse et al. (1973).

Onde :

- O IVDN apresenta valores negativos (-1 a 0) na presença de elementos como as nuvens, água e neve .
- IVDN próximo de zero é quando na imagem existem rochas e solo expostos, com baixa refletância tanto no visível quanto no infravermelho.
- IVDN com valores de (0,3 a 1) indicam médias e altas densidades de vegetação saudável. Lembrando que tanto os efeitos atmosféricos quanto as baixas precipitações, principalmente em locais mais áridos ou semiáridos, causam redução no IVDN.

Conforme os autores, é preferível que os valores IIAs sejam aproximadamente zero para os respectivos corpos d'água (tons escuros) e, que para outras feições sejam negativos (próximo de -1.0 como o ideal). Coloca-se um peso 4 para a imagem NIR.

<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/help/analysis/raster-functions/band-arithmetic-function.htm>



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

Cálculo do IIA:

$$IIA = G - 4NIR / G + 4NIR$$

(POLIDORIO et al., 2003).

Uso de índices espectrais

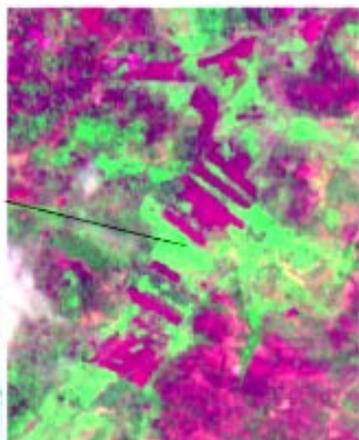


GOVERNO
DA PARAÍBA



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

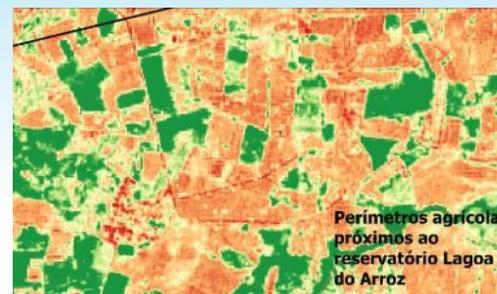
**OBS.: Variação do tamanho dos
talhões (áreas agrícolas cultivadas)!**



AMOSTRAS

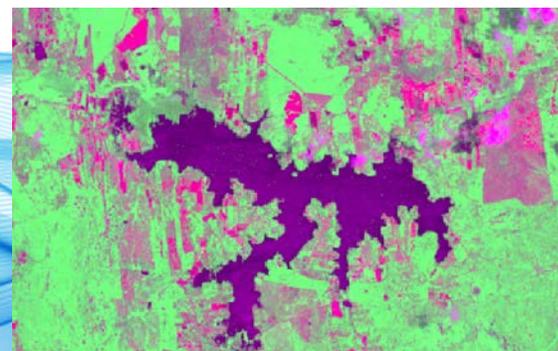


NDVI realçado – ÚNICA BANDA!



Perímetros agrícolas
próximos ao
reservatório Lagoa
do Arroz

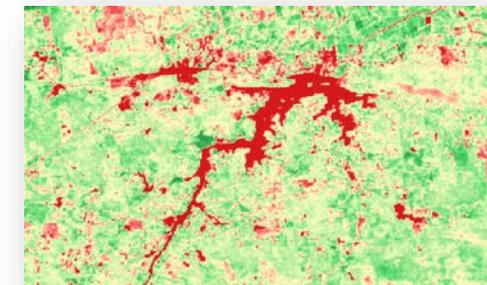
NDVI realçado – açude Poções
em processamento “RGB”



AMOSTRAS



Açude Lagoa do Arroz – EIXO NORTE



Comportamento da água (influência do PISF)

Cálculo do IIA:

$IIA = \frac{G - 4NIR}{G + 4NIR}$ (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!



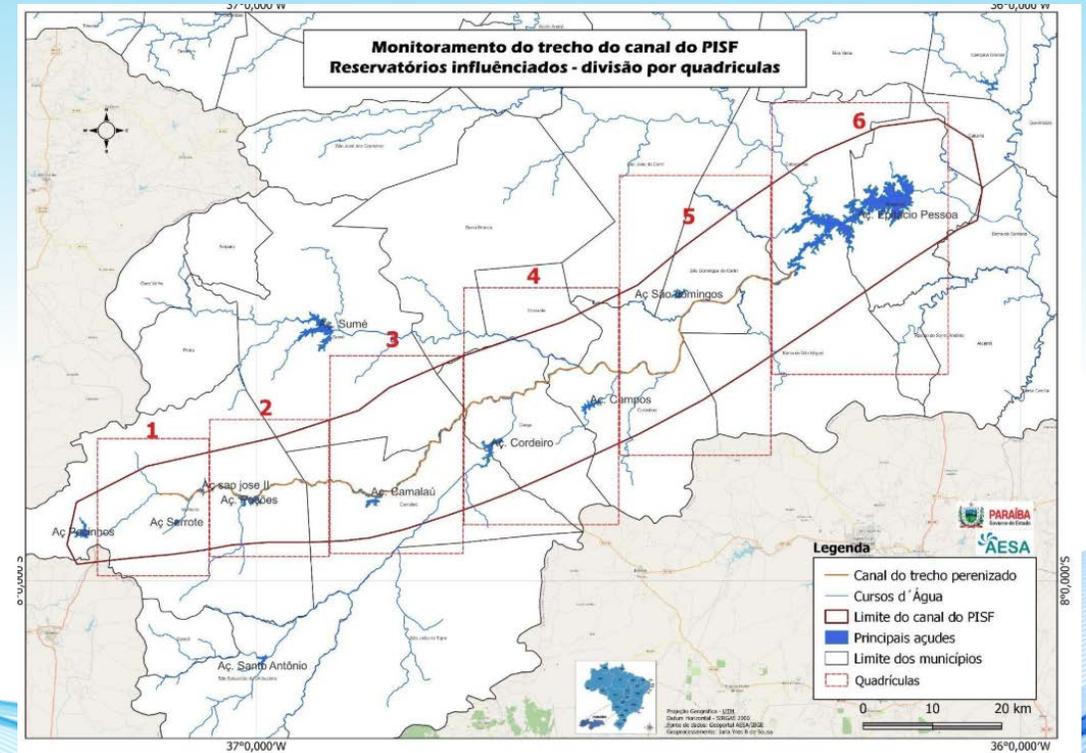
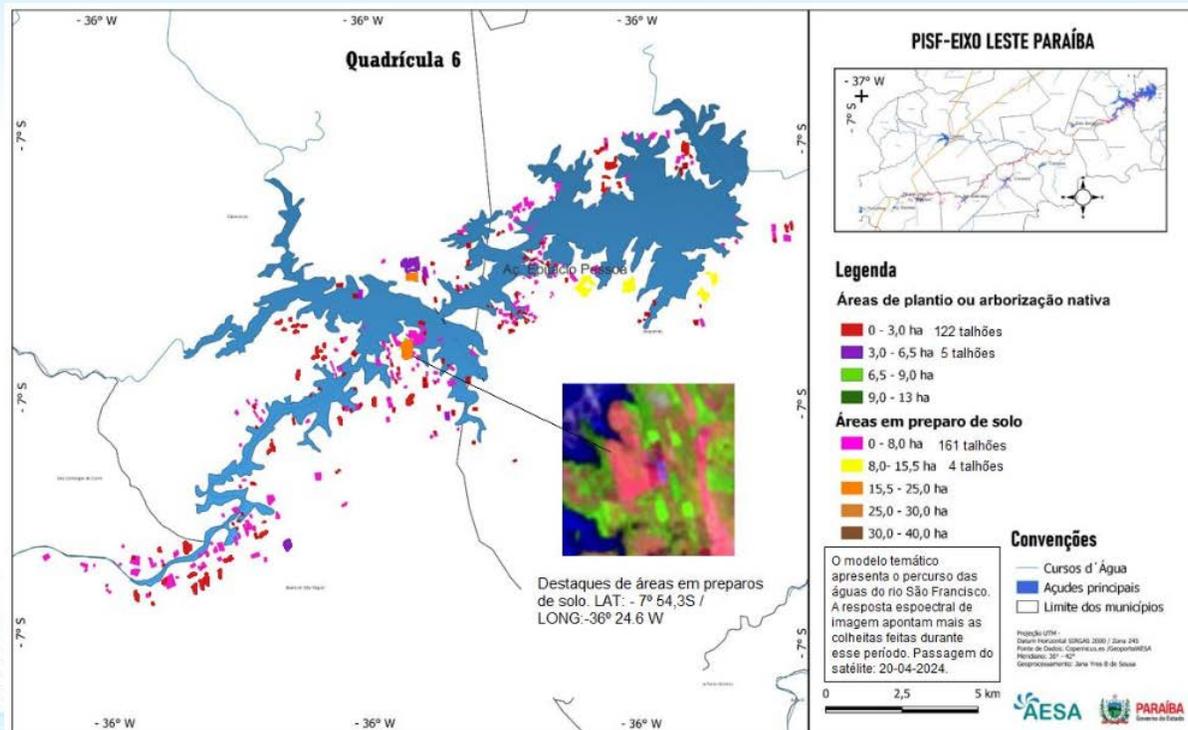
Área e comprimento de onda de máxima reflectância;
Classificação espectral dos alvos (áreas agrícolas cultivadas;
preparos de solos) / Mapeamentos;



GOVERNO
DA PARAÍBA



Vamos para o QGIS3.34!



Agradeço a atenção de todos!

Contato: gemoh@aesa.pb.gov.br