



# Introdução a Física Atmosférica - PGF5321

Professor Dr. Henrique de Melo Jorge Barbosa

## Satélites

**Alex Sandro Alves de Araujo**

Instituto de Física da USP - IFUSP

[alex.fate2000@gmail.com](mailto:alex.fate2000@gmail.com)

28 de junho de 2018

## Estrutura da Apresentação

### Classificação de nuvens através de imagens de satélites

Baseado nas **notas de aula** da disciplina “Meteorologia Por Satélite” (ACA0413), ministrada pela professora Dra. Rachel Ifanger Albrecht no segundo semestre de 2017.

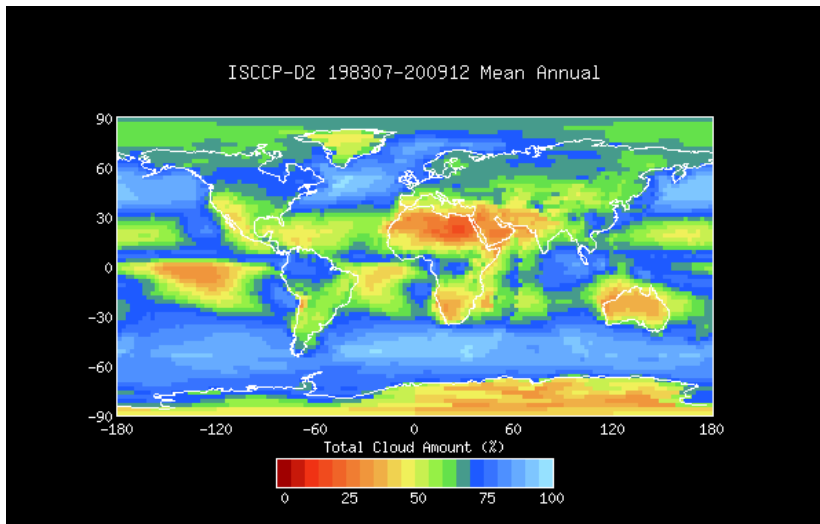
- Introdução
- Diagramas bidimensionais
- Red, green and blue

## Motivação

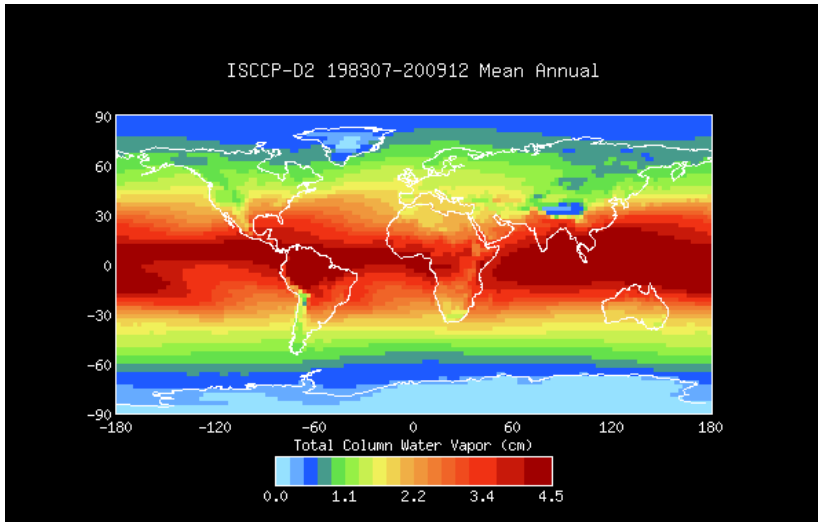
A caracterização das propriedades das nuvens tem várias utilidades para a meteorologia:

- Modelos de circulação geral da atmosfera;
- Estudos climáticos;
- Análise sinótica;
- Estimativas de precipitação;
- Aplicações tecnológicas: (1) agricultura, (2) energias renováveis, (3) estudos de sensoriamento remoto da superfície terrestre (ex. detecção de queimadas) e (4) avaliação da temperatura da superfície do mar e índices de vegetação.

## International Satellite Cloud Climatology Project

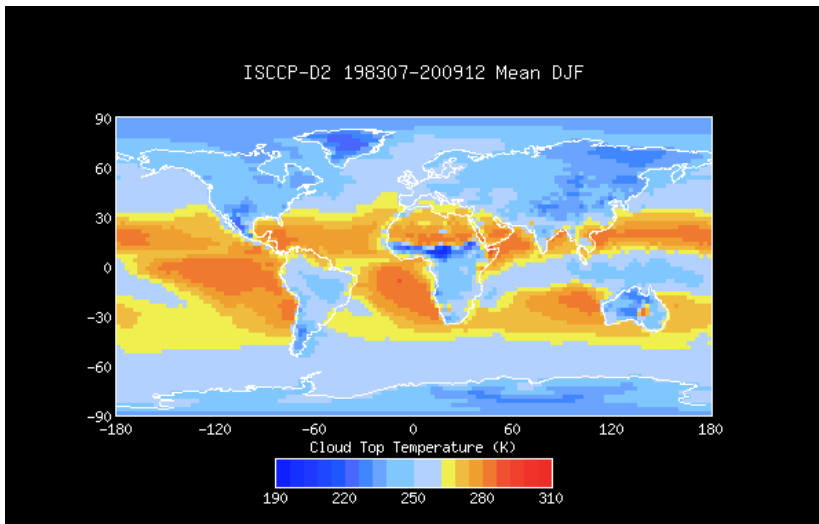


# International Satellite Cloud Climatology Project



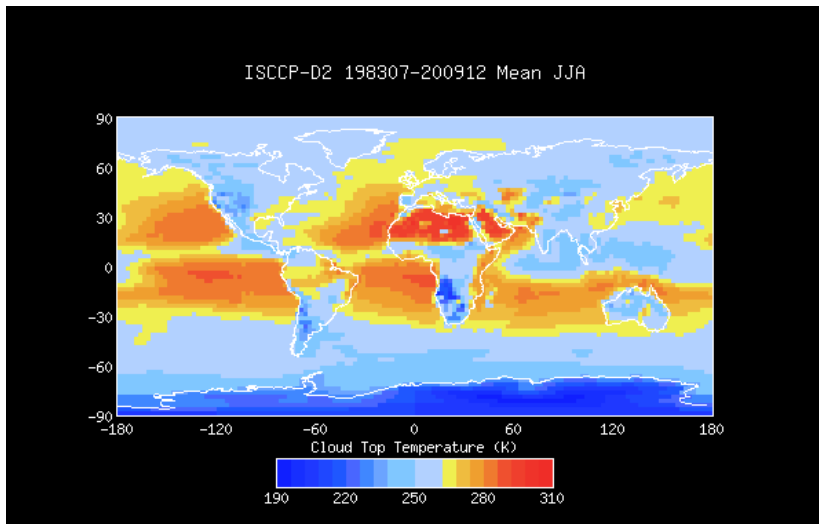
► ISCCP

## International Satellite Cloud Climatology Project



► ISCCP

## International Satellite Cloud Climatology Project

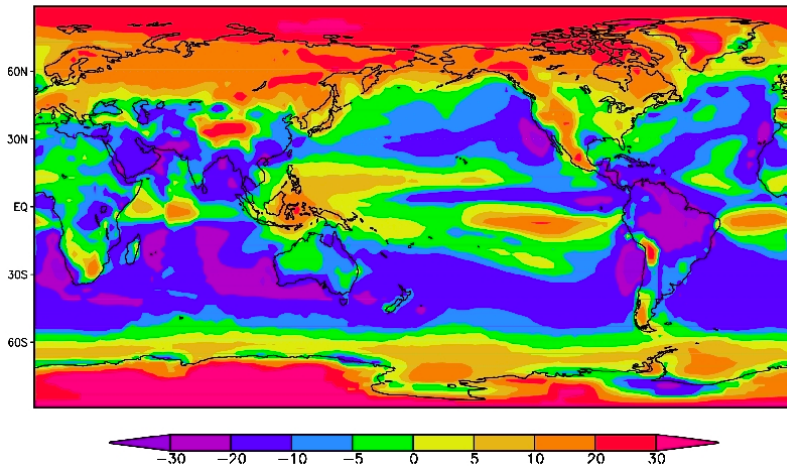


► ISCCP

## Motivação

- Exemplo de comparação entre modelo climático (CM 2.1) e medidas de satélite (ISCCP).

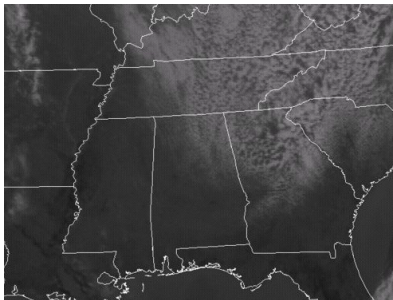
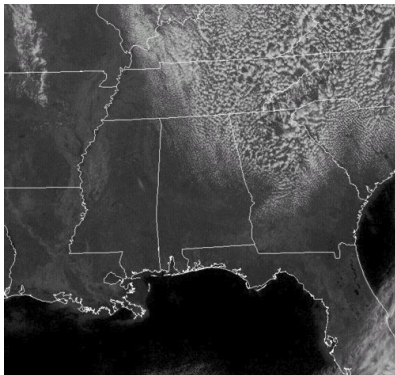
CM2.1 – ISCCP–FD TOTAL CLOUD AMOUNT





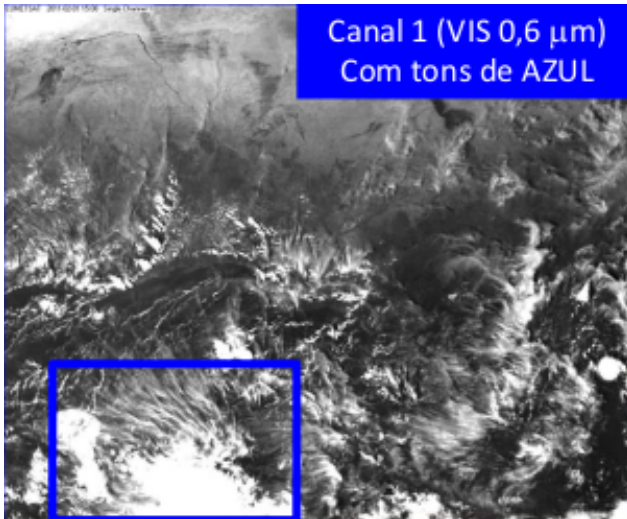
## Detecção de nuvens

- É feita por meio do reconhecimento de padrões como, por exemplo, reflectância, textura e temperatura, ou através de diferenças de canais e/ou combinações de canais em imagens do tipo *RGB* (*Red, Green, and Blue*).
- O reconhecimento desses padrões pode ser de forma (1) supervisionada, (2) semi supervisionada ou (3) não supervisionada (totalmente automática). Ou seja, tais informações podem servir de *features* para algoritmos de *Machine Learning*.



Visible (VIS) and infrared (IR) image of SE USA. [▶ Vai](#)

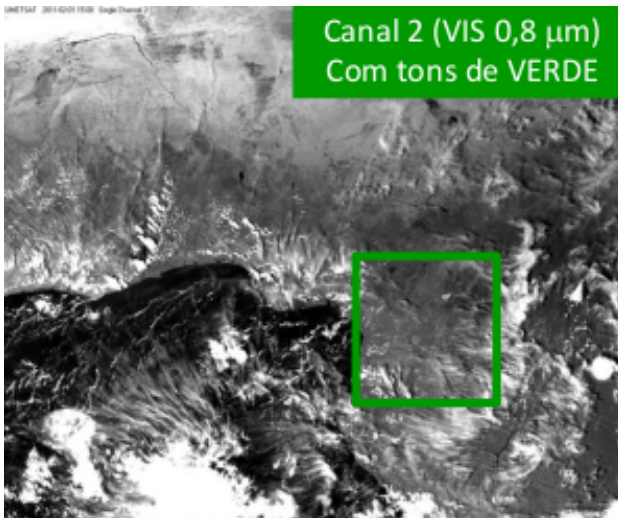
## Imagens do tipo RGB



Canal 1 (VIS 0,6  $\mu\text{m}$ )  
Com tons de AZUL

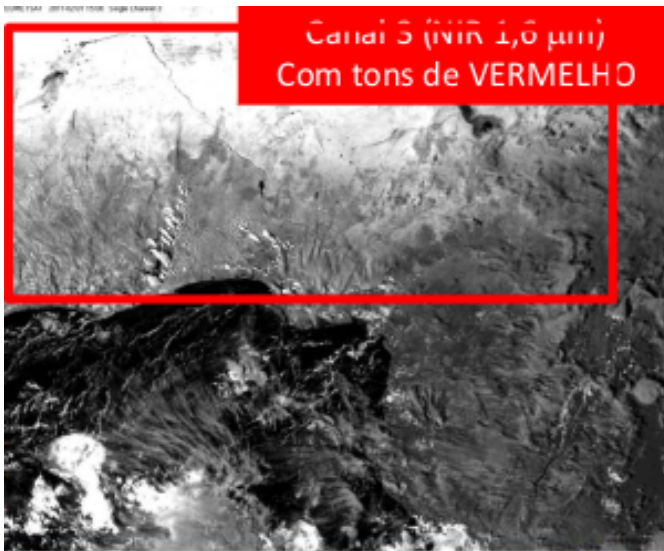
Nuvens de gelo como cirrus são muito reflectivas →  
cirrus terão tons de azul

## Imagens do tipo RGB



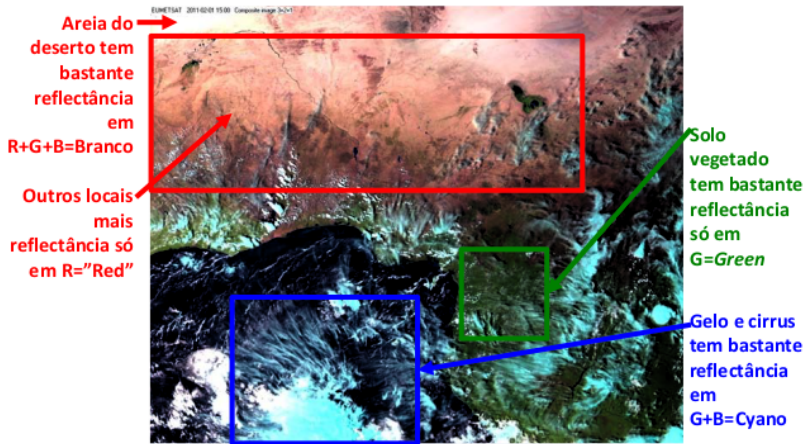
Solo com vegetação é muito reflectivo → vegetação terá tons de verde

## Imagens do tipo RGB



Solo nu é muito reflectivo → deserto terá tons de verde

## Imagens do tipo RGB



## Diagramas bidimensionais

O método mais simples para classificar nuvens é baseado em diagramas bidimensionais (ou diagramas de dispersão) entre a temperatura de brilho ( $T_b$ ) do canal termal e a reflectância (ou albedo) do canal visível.

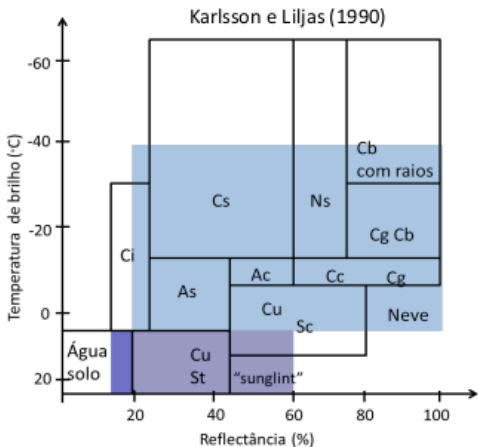
- **A  $T_b$  separa diferentes temperaturas do topo das nuvens.**  
A maioria das nuvens, à exceção dos *cirrus*, cuja emissividade em  $11 \mu\text{m}$  e no intervalo de  $0,3 - 0,7 \mu\text{m}$  é frequentemente fraca, a temperatura radiava é próxima da temperatura termodinâmica do topo da nuvem (Raustein et al., 1991).
- **Reflectância no Visível – proporcional à espessura e concentração das gotas na nuvem.**

### Exemplo

- **Karlsson e Liljas (1990)** desenvolveram um método digital de classificação de nuvens utilizando apenas a reflectância e a temperatura de brilho  $T_b$ .

## Diagramas bidimensionais

- *Cirrus* (Ci) – baixa  $T_b$ , pouca reflectância (pouca concentração de gelo).
- *Cirrostratus* (Cs) – baixa  $T_b$ , um pouco mais de reflectância.
- *Cirrocolumus* (Cc) –  $T_b$  um pouco mais alta, muito mais reflectância (maior concentração de gelo).
- *Cumulonimbus* (Cb) –  $T_b$  muito baixa, e alta reflectância.



## Diagramas bidimensionais

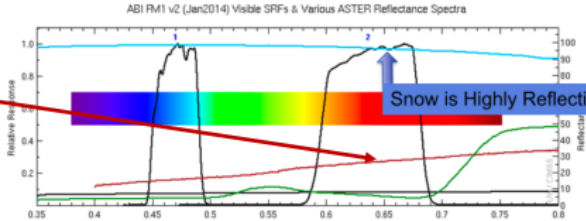
- O segundo método mais simples é baseado em diagramas bidimensionais entre as **diferenças de canais**, usando canal (1) termal, (2) visível e (3) infravermelho próximo.
- Na diferença de canais, tentamos enfatizar as características de cada canal. Por exemplo, podemos usar a diferença entre os canais de  $0,6 \mu\text{m}$  (VIS),  $1,6 \mu\text{m}$  (NIR),  $3,9 \mu\text{m}$  (IR) e  $10,3 \mu\text{m}$  (IR) sabendo que:
  1.  $0,6 \mu\text{m}$  (VIS): neve reflete muita radiação nesta faixa;
  2.  $1,6 \mu\text{m}$  (NIR): neve absorve radiação nesta faixa;
  3.  $3,9 \mu\text{m}$  (IR): nuvens compostas por água líquida não emitem como corpos negros nesta faixa, logo  $T_b$  será mais baixa; cirrus são finas e então haverá contribuição da superfície, logo  $T_b$  será mais alta;
  4.  $10,3 \mu\text{m}$  (IR): é o canal da janela atmosférica, correspondente à aproximadamente a temperatura do topo das nuvens.



# Exemplo

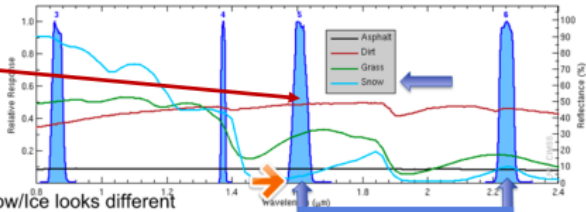
- Exemplo: diferenças entre 0,6  $\mu\text{m}$  e 1,6  $\mu\text{m}$  para a neve:

Continent is less reflective!



Snow is Highly Reflective!

Continent is more reflective!

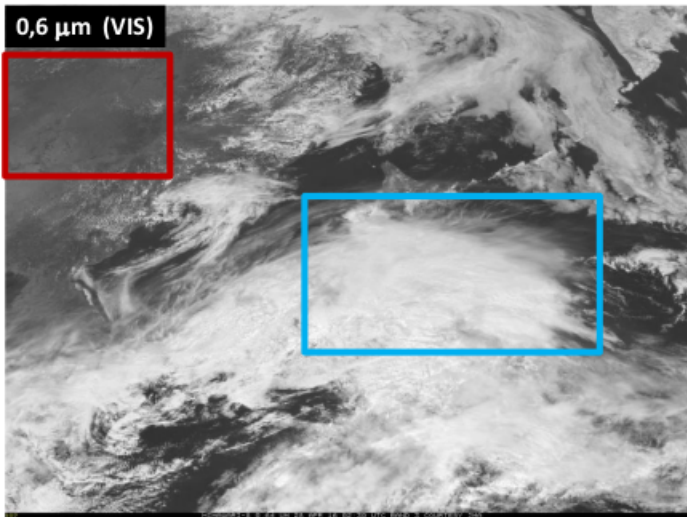


Snow/Ice looks different in visible vs. 1.6/2.2

Snow is Not Reflective!

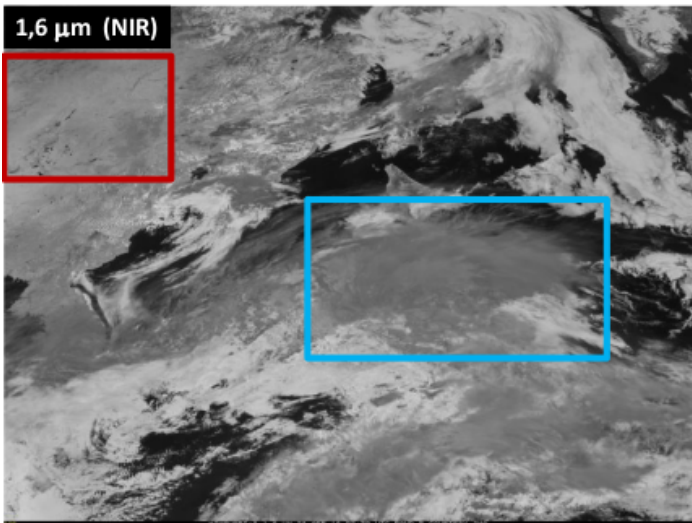
## Exemplo

- Exemplo: diferenças entre  $0,6 \mu\text{m}$  e  $1,6 \mu\text{m}$  para a neve:



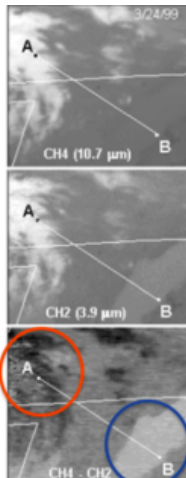
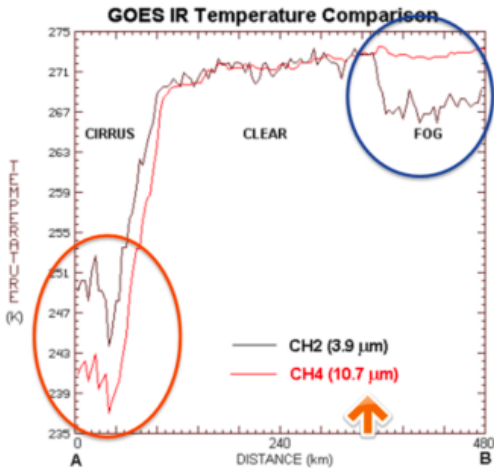
## Exemplo

- Exemplo: diferenças entre  $0,6 \mu\text{m}$  e  $1,6 \mu\text{m}$  para a neve:

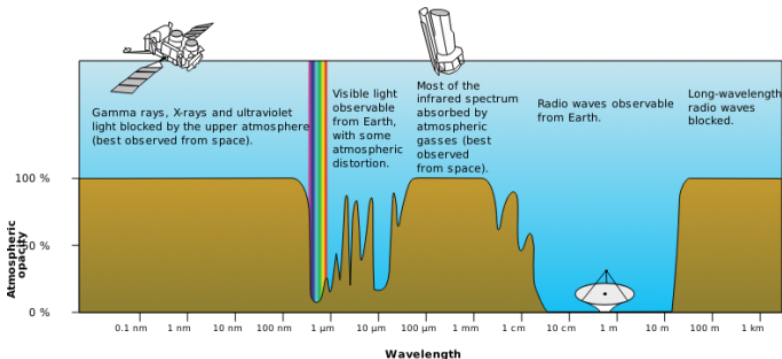


## Exemplo

- Exemplo: diferenças entre  $10,7 \mu\text{m}$  e  $3,9 \mu\text{m}$  para a neve:



# Janela atmosférica



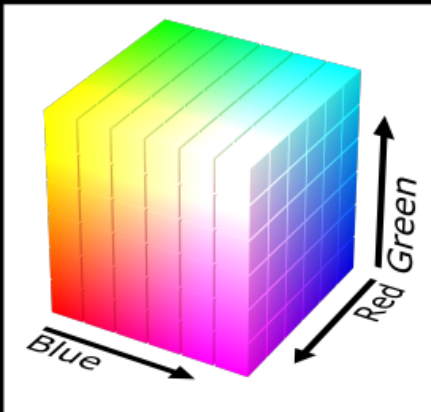
Opacidade eletromagnética atmosférica.

► GISGeography

## RGB

- Qual combinação de cores (R = *Red*, G = *Green*, and B = *Blue*) cria cada cor?

- **Red** + **Green** = **Yellow**
- **Red** + **Blue** = **Magenta**
- **Green** + **Blue** = **Cyan**



## RGB

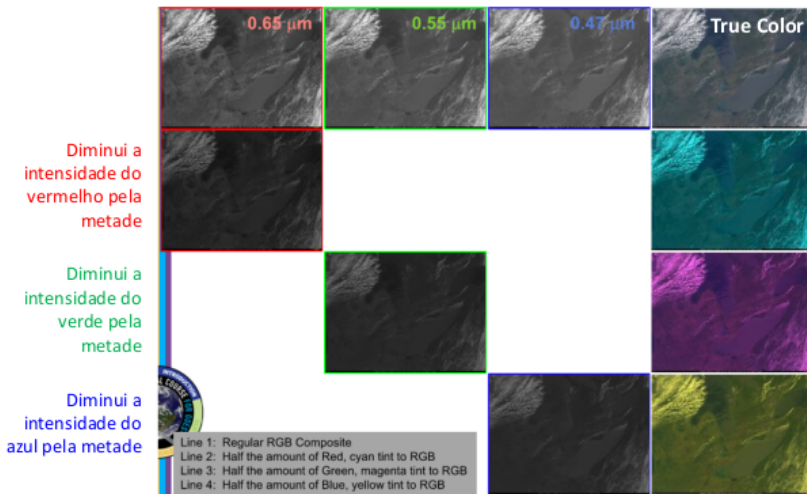
- As imagens RGB são compostas por 3 matrizes, uma para cada cor. Separando elas:



- As cores são valores de cada matriz entre 0 e 1, ou entre 0 e 255.
- Note que os pixels com mais vermelho estão em branco no canal R, e em tons de cinza e preto nos canais G e B.
- Analogamente, os pixels com mais azul claro estão em tons de cinza claro em G e B (=ciano).

# RGB

- Podemos manipular as matrizes, deixando uma cor mais evidente do que a outra:





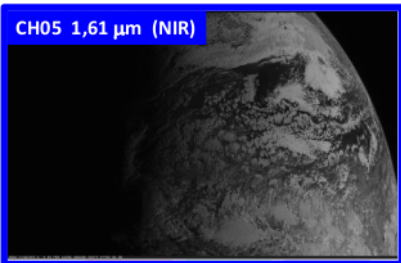
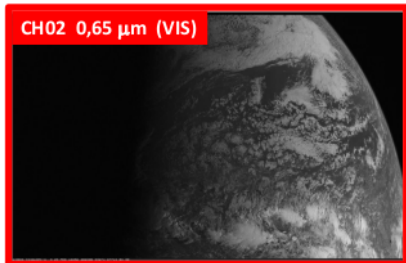
## RGB

- Produtos de RGB disponíveis:

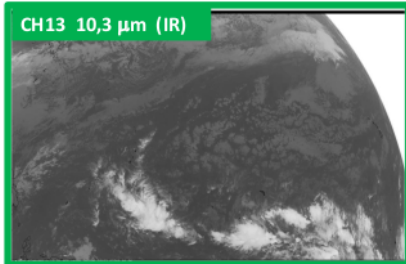
Commonly Used RGB Products		Current satellites
<b>True Color</b> (day use)	Used to interpret surface & atmospheric features, such as vegetated areas, clouds, & ocean; made by combining channels from three visible wavelengths; interpretation is very easy	MODIS
<b>Natural Color &amp; False Color</b> (day use)	Similar to true color but created by satellites without all 3 requisite solar channels; used to interpret surface & atmospheric features, such as vegetated areas, clouds, & ocean; some colors are intuitive (green vegetation) but others are not (cyan ice clouds & snow)	MODIS, MSG
<b>VIS / IR</b> (day use)	Helps to distinguish between low & high clouds; can reveal wind shear	GOES, MSG
<b>Nighttime Visible</b> (night use)	Unlike nighttime IR images, can view features such as low clouds & snow cover at night with sufficient moonlight; also shows city lights & fires (best seen with less than a full moon)	DMSP
<b>Air Mass</b> (day & night)	Can monitor the evolution of cyclones, in particular rapid cyclogenesis, jet streaks, & PV anomalies; provides information primarily about the middle & upper levels of the troposphere	MSG
<b>Cloud Over Snow</b> (day use)	Distinguishes clouds from snow cover during daytime (which is usually difficult in most visible images); is particularly effective in winter & over mountain ranges	MODIS, MSG
<b>Convection</b> (day use)	Used to identify important microphysical trends in convection, such as small ice particles that mark intense updrafts & are potential indicators of imminent severe weather	MSG
<b>Dust</b> (day & night)	Used to monitor the evolution of dust clouds both day and night	MSG
<b>Volcanic Ash</b> (day/night)	Detects ash, sulphur dioxide, & ice crystals from volcanic eruptions; can be used to track plumes for long distances downstream of an eruption; used to provide warnings to aviation authorities, emergency managers, & local communities	MSG
<b>Day Microphysics</b> (day)	Useful for cloud analysis, convection, fog, snow, & fires	MSG
<b>Fog &amp; Stratus</b> (night use)	Enables the detection of fog & low cloud at night when visible imagery is not available; can help classify clouds	MODIS, MSG, GOES

© The COMET Program

## RGB



- Somente IR dará informação em locais onde ainda é noite e no espaço
- IR: Nuvens frias  $\rightarrow$  brancas, Nuvens médias e baixas  $\rightarrow$  cinza, oceano  $\rightarrow$  cinza escuro
- Qual a cor que o oceano terá?
  - Verde!
- Qual a cor que as nuvens altas e baixas terão?
  - Nuvens altas  $\rightarrow$  verde, nuvens baixas  $\rightarrow$  magenta (R+G)



**FIM**

**OBRIGADO !**