

## RECEPÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITES NOAA

Matheus Machado Carneiro <sup>1</sup> (EG), Newton de Figueiredo Filho (PQ) <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Itajubá - Unifei

**Palavras-chave:** Antena. Clima. Meteorologia. Rádio. Satélites.

### Introdução

O acompanhamento das atividades meteorológicas de nosso planeta tem se mostrado fundamental para o mundo moderno. Diversos órgãos governamentais ao redor do mundo são encarregados de realizar essa coleta de dados. Porém, nem sempre esses dados são de fácil acesso e disponibilizados da mesma forma para o público geral.

Este trabalho surge como resultado das aulas de Propagação de Ondas Eletromagnéticas, ministradas pelo professor Newton de Figueiredo Filho, com o intuito de colocar em prática diversos tópicos discutidos em sala de aula.

Dentre os diversos assuntos abordados, a transmissão de dados por satélites foi um deles. Dessa forma, diversas pesquisas foram feitas com o intuito de entender melhor como essa tecnologia funciona. Assim, surgiu a ideia de construir uma estação meteorológica que utilize dados públicos disponibilizados por satélites de agências dos Estados Unidos, como a NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*).

Os dados disponibilizados por esses satélites são disponibilizados instantaneamente durante a passagem do mesmo pelo céu, fazendo com que seja necessária a construção de uma estação receptora.

### Metodologia

Para que possamos detectar ondas de rádio, devemos fazer uso de três equipamentos fundamentais: receptor, conversor e decodificador.

Utilizamos uma antena dipolo de meio comprimento de onda ajustada para a faixa de frequência de 137 MHz. Para isso, foi levado em consideração um quarto do comprimento de onda, resultando em uma haste de 54,5 centímetros. Também foi utilizada uma antena helicoidal utilizando canos de PVC e fios rígidos de cobre, sendo essa antena ideal para estações fixas de recepção de dados.

Para a conversão do sinal, foi utilizado um SDR (*Software Defined Radio*) e um adaptador de cabo coaxial entre o padrão Rg59 para Rg6. Já o

decodificador ficou a cargo dos softwares de rádio SDR# (Windows) e Gqrx (Linux).



Figura 1 - Estação receptora montada.

Primeiramente, começamos a fazer a detecção de ondas de rádio emitidas por estações do FM comercial (88 a 108 MHz). Isso é importante para calibrar a sensibilidade do decodificador e determinar se tudo está funcionando como o planejado. Nessa primeira etapa, conseguimos fazer a detecção de diversas estações de rádio recebidas dentro do Vale do Paraíba. Essa região é particularmente interessante para esse tipo de projeto, já que a formação geológica do relevo proporciona uma canalização do sinal, fazendo com que as estações tenham seus sinais detectados a centenas de quilômetros de distância.

Em seguida, a frequência de recepção foi aumentada para a faixa de rádio de controle aéreo (118 a 137 MHz). Nessa faixa de rádio foi possível fazer a recepção de sinais de diversos aeroportos brasileiros, sendo o de maior intensidade de sinal, o aeroporto de Guarulhos.

Em uma terceira rodada de testes, foi feita a recepção de dados de satélites meteorológicos de órbita polar como os satélites da constelação NOAA-POES (Estados Unidos).

### Resultados e discussão

Aplicando os passos explicitados anteriormente, cada

um deles nos traz um resultado específico. Assim, fazendo os testes de calibração para estações de rádio no município de Cruzeiro-SP, conseguimos realizar a detecção de mais de setenta estações emissoras de rádio no FM comercial, estando elas localizadas a diversas distâncias da antena receptora.

Para a recepção de dados de satélites meteorológicos, foi feita a coleta de dados da passagem do satélite NOAA-19 sobre a cidade de Itajubá-MG. Na ocasião, a passagem foi considerada ótima (altitude máxima no céu acima de  $60^\circ$ ), proporcionando uma cobertura das condições climáticas sobre grande parte do Brasil, e até sobre países vizinhos, como Uruguai, Paraguai, Bolívia, Argentina, Guiana, Suriname e Guiana Francesa.

A figura 1 mostra como é o dado bruto, depois de ter passado pelo software WXtoImg. Nela, sobreposto ao mapa de fronteiras políticas, podemos ver dois canais de transmissão de imagens, sendo os dois na faixa do infravermelho. Cada canal possui um *timestamp* na parte direita, sendo cada retângulo branco representando um minuto de transmissão de dados. Ao centro temos a imagem coletada, dando destaque para as nuvens que encobrem a região norte e centro-oeste do Brasil. Na região esquerda temos diversos retângulos em escalas de cinza, essa é a telemetria transmitida pelo satélite durante um minuto de transmissão de dados.

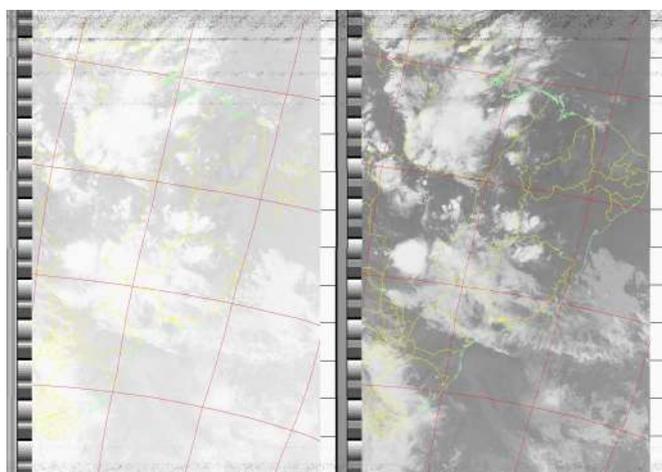


Figura 2 – Canais de transmissão das imagens

Na Figura 2 (esquerda) temos o mesmo mapa da Figura 1 com colorações fictícias. Isso faz com que a identificação e a leitura do mesmo por uma pessoa leiga no assunto seja facilitada. Já na parte direita da Figura 2, temos a medição de temperatura dos oceanos, sendo as cores mais quentes referentes à maiores temperaturas e as cores mais frias, a temperaturas menores.

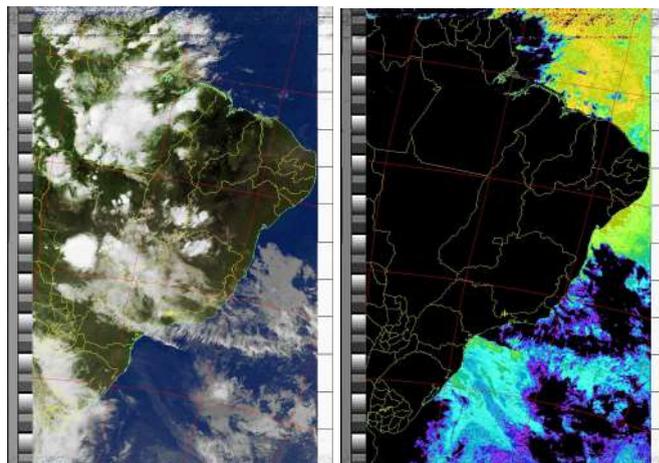


Figura 3 – Concentração de nuvens sobre (esquerda) e temperatura dos oceanos (direita)

A parte esquerda da Figura 3 segue a mesma lógica da Figura 2 (direita), porém, a representação é para a temperatura na superfície como um todo (mar e solo). A Figura 3 (direita), por sua vez, demonstra a presença e intensidade de nuvens carregadas sobre as regiões, podendo até apontar chuvas que estejam ocorrendo naquele exato momento.

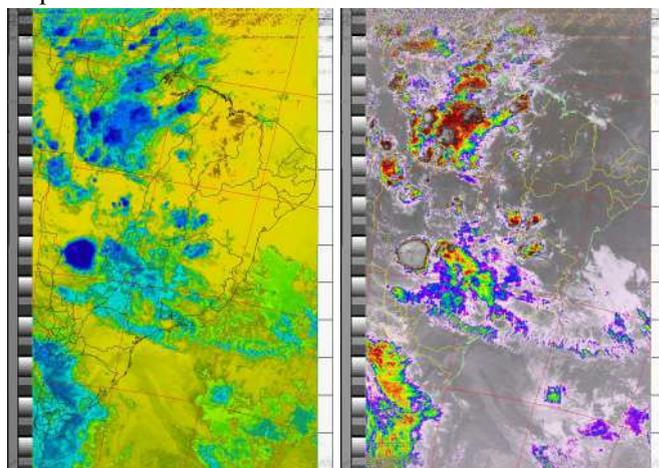


Figura 4 – Temperatura de superfície (esquerda) e nuvens carregadas (direita)

Tendo coletado os dados do satélite NOAA-19, estendemos a recepção de sinal para outros satélites operacionais da constelação, como o NOAA-15 e o NOAA-18, dessa forma, conseguimos fazer um comparativo entre a qualidade de sinal entre eles.

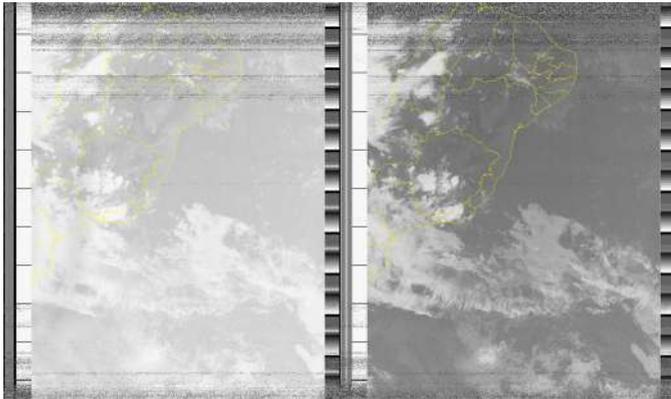


Figura 5 – Imagem coletada do satélite NOAA-15

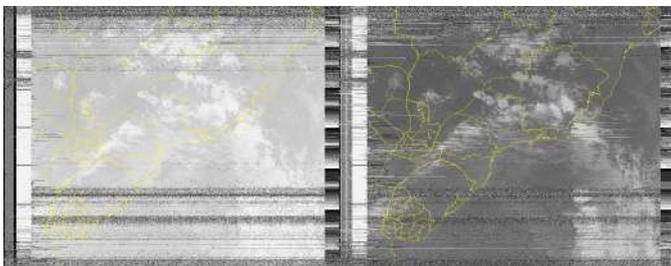


Figura 6 – Imagem coletada do satélite NOAA-18

Após a recepção demonstrar-se viável e de boa qualidade, foi decidido testar os limites de recepção da estação utilizando a antena dipolo (por ser mais sensível e possuir uma melhor relação sinal-ruído). Para isso, a frequência de recepção foi elevada para 435 MHz, que é a frequência de operação de outros satélites que também transmitem dados na faixa de rádio. Durante os testes foi possível detectar satélites como o FalconSAT-3 que, por possuir uma órbita baixa (período orbital curto) podendo ser demonstrado efeitos de compressão de onda (efeito Doppler).

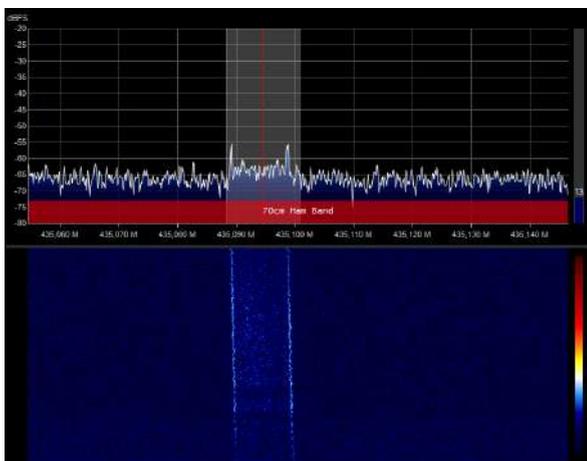


Figura 7 - Recepção de sinal do satélite FalconSAT-3

### Conclusões

Dos diversos resultados obtidos durante a construção da estação de recepção de dados, tivemos a oportunidade de trabalhar com diversos tópicos interessantes, como previsão do tempo, comunicação espacial e até mesmo a prática de conceitos importantes na física como ondas eletromagnéticas e efeito Doppler.

Conseguimos também fazer um catálogo com diversas rádios detectadas na região do Vale do Paraíba. Esses dados podem até, eventualmente, serem utilizados para auxiliar no controle das estações operacionais pelos órgãos reguladores responsáveis.

Também fomos capazes de fazer um banco de dados de imagens meteorológicas que pode ser utilizado por diversos outros cursos, como Engenharia Ambiental e Ciências Atmosféricas, proporcionando uma maior interação entre as diversas áreas do conhecimento e troca de informações e conhecimento.

Por fim, a estação também possui caráter de divulgação científica, já que é possível explicar através dela, conceitos como comunicação espacial, funcionamento de satélites, ondas de rádio e até mesmo receber dados transmitidos pela estação espacial internacional.

### Agradecimento

Agradeço à Universidade Federal de Itajubá - Unifei e ao professor Newton de Figueiredo Filho, pelo conhecimento compartilhado nesse projeto e pela oportunidade de colocar em prática os conceitos aprendidos na disciplina de Propagação de Ondas Eletromagnéticas.

Gostaria também de agradecer à minha família pelo apoio e por me incentivar na construção da estação.

### Referências

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. **User's Guide for Building and Operating Environmental Satellite Receiving Stations**, 2008. U.S. Department of Commerce 2009.

**RTL-SDR TUTORIAL: RECEIVING NOAA WEATHER SATELLITE IMAGES. RTL-SDR.COM, 2013. Disponível em: <<https://www.rtl-sdr.com/rtl-sdr-tutorial-receiving-noaa-weather-satellite-images/>>. Acesso em: 30 de setembro de 2022.**

# V Simpósio de Iniciação Científica

## *Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil*

2022

Receive and decode images from weather satellites.

NOAA-APT Image Decoder, 2022. Disponível em

<<https://noaa-apt.mbernardi.com.ar/>>. Acesso em: 30 de setembro de 2022