

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE ASTRONOMIA, GEOFÍSICA E CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS

Aluno: Rodrigo Lustosa — N°USP: 10314861

Professor: Carlos Morales

TRABALHO FINAL DE METEOROLOGIA COM RADAR
Tradução de códigos de IDL para linguagem R

SÃO PAULO

2022

1 Introdução

A linguagem R é muito eficiente para análise de dados, e possui ótimo ferramental para trabalhar com dados geoespaciais (e.g, bibliotecas *Raster* e *Fields*). Possui também a vantagem de ser *open source*, permitindo que qualquer pessoa a utilize sem precisar pagar para isso, o que pode ser muito vantajoso para a comunidade de radares meteorológicos (HEISTERMANN et al., 2015). Contudo, não há ainda uma biblioteca completa e conhecida em R para manipular dados de radares meteorológicos, desde operações matemáticas comuns para esse tipo de dado, passando por leitura e escrita de arquivos, até transformações para fazer gráficos, ao contrário de bibliotecas em linguagem Python, como é o caso do *Py-ART* (HELMUS; COLLIS, 2016).

Este trabalho visa diminuir essa diferença ao traduzir alguns códigos escritos em linguagem IDL (que embora seja completa, possui a desvantagem de não ser gratuita) e utilizados na disciplina de Meteorologia com Radar (ACA0412) na Universidade de São Paulo, e disponibilizá-los na nuvem, em um repositório do *GitHub* (pode ser acessado por este link: github.com/rodrigolustosa/R-radar-utils-aca0412). Dessa forma, futuros alunos interessados em utilizar a linguagem R na disciplina poderão se basear nesses códigos, e talvez até continuar seu aprimoramento, quem sabe até contribuindo diretamente para uma nova biblioteca.

2 Funcionalidades traduzidas

Diversas aulas da disciplina foram ministradas com códigos em IDL, mas somente duas (laboratório 3 e 9) foram escolhidas para serem traduzidas. Embora sejam somente duas, elas cobrem grande parte das funcionalidades das demais aulas, como por exemplo plotar gráficos ou também extrair uma coordenada clicando no mapa, como estão melhor descritas abaixo.

2.1 Laboratório 3

No Laboratório 3, as principais funcionalidades dos códigos em IDL são ler dados do radar Nexrad, obter as coordenadas polares, calcular as coordenadas cartesianas e geográfica, plotar os dados e extrair valores em um ponto.

Na Figura 1 se encontram dois plots realizados pelo código em IDL para um arquivo do radar Nexrad. Em um, as coordenadas são cartesianas e em outro são geográficas.

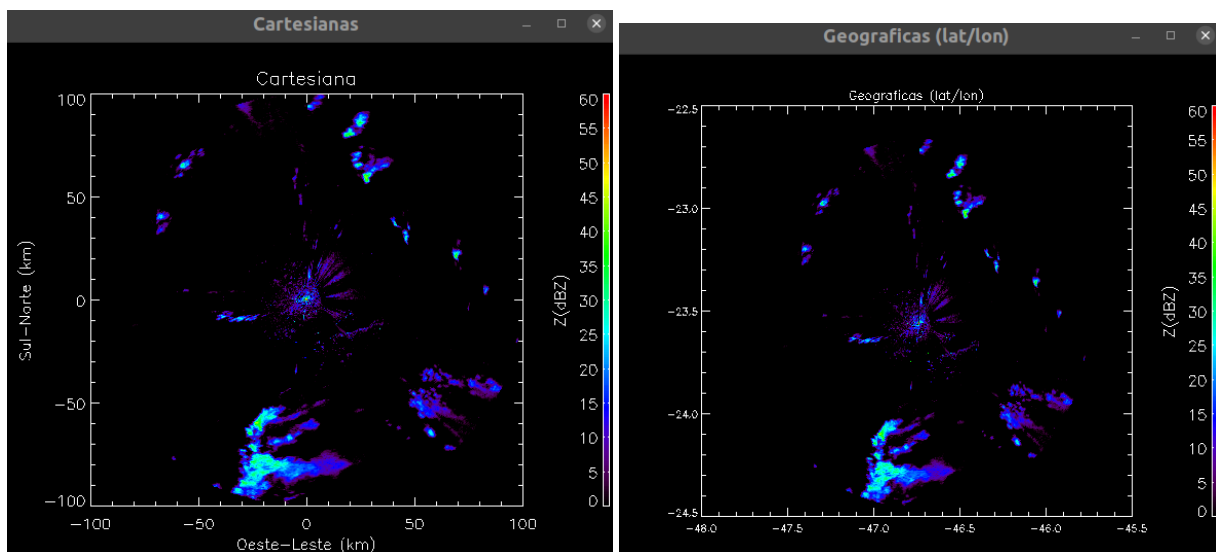


Figura 1: Plots em IDL de radar Nexrad de 13/03/2010 às 20:37.

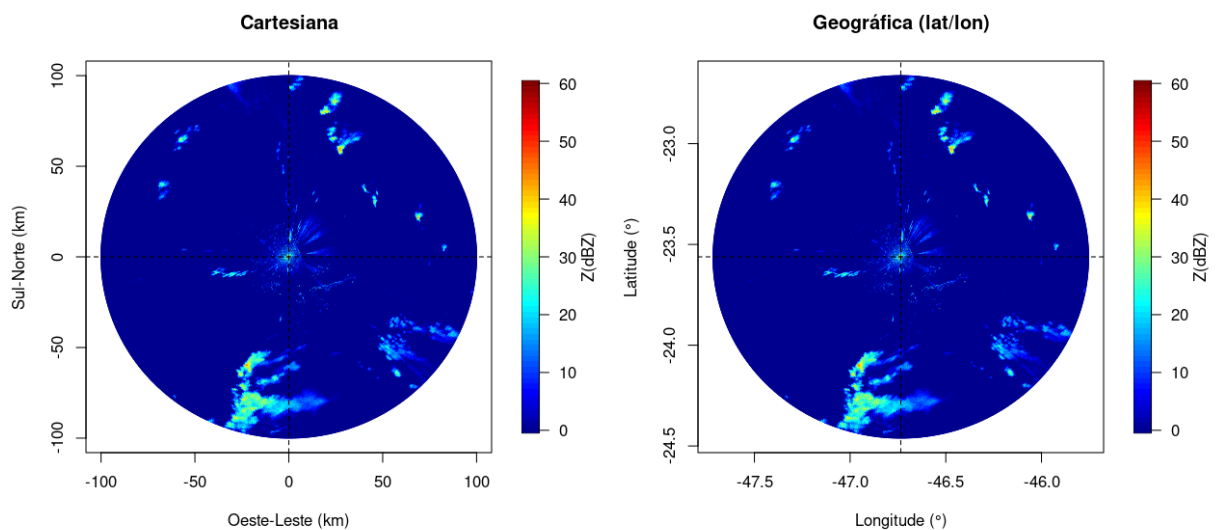


Figura 2: Plots em R de radar Nexrad de 13/03/2010 às 20:37.

Os dados originais estão em coordenadas polares, e o código realiza a transformação de coordenadas e a plotagem. Todas essas etapas foram traduzidas para R, e o plot final nessa linguagem se encontra na Figura 2.

Nesse laboratório, também se extrai dados de uma posição informada pelo usuário a partir de índices calculados pelo mesmo. Essa funcionalidade também foi traduzida. A única diferença para o IDL é que precisa-se adicionar o valor 1 aos índices, já que no IDL eles são enumerados de 0 até $n - 1$ e no R são de 1 até n (onde n é o número de elementos no vetor ou similar).

2.2 Laboratório 9

No laboratório 9, os alunos trabalharam com dados de radar em três dimensões. Além da navegação, o código em IDL dessa aula realiza plotagem de dados de dois radares (um banda S e um banda X), lê as coordenadas de um clique do usuário no mapa para realizar um corte, plota esses cortes e salva os dados do corte em um arquivo.

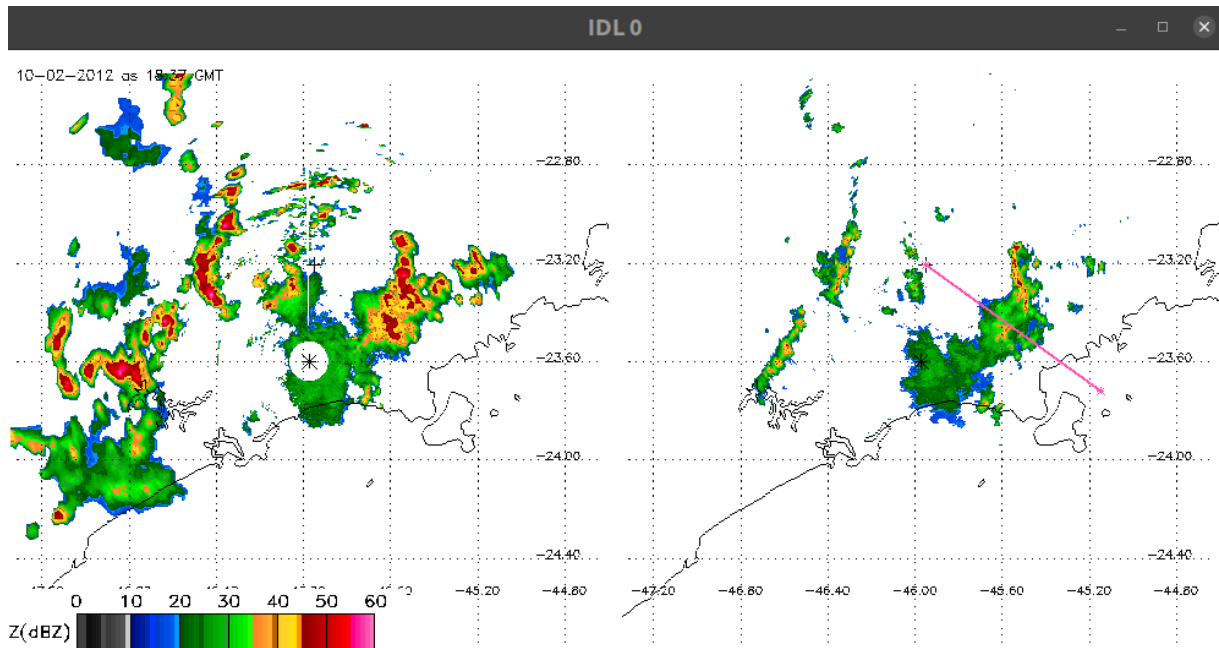


Figura 3: Plots em IDL de radar Banda S e banda X de 10/02/2012 às 18:37. Linha representa corte realizado.

Na Figura 3, há plots dos radares de banda S e banda X com o corte realizado demarcado (que como comentado, foi feito com um clique do usuário no mapa). O análogo deste mapa no R se encontra na Figura 4, onde o corte também foi obtido com um input do usuário.

Por fim, os plots dos cortes em IDL e em R se encontram respectivamente nas

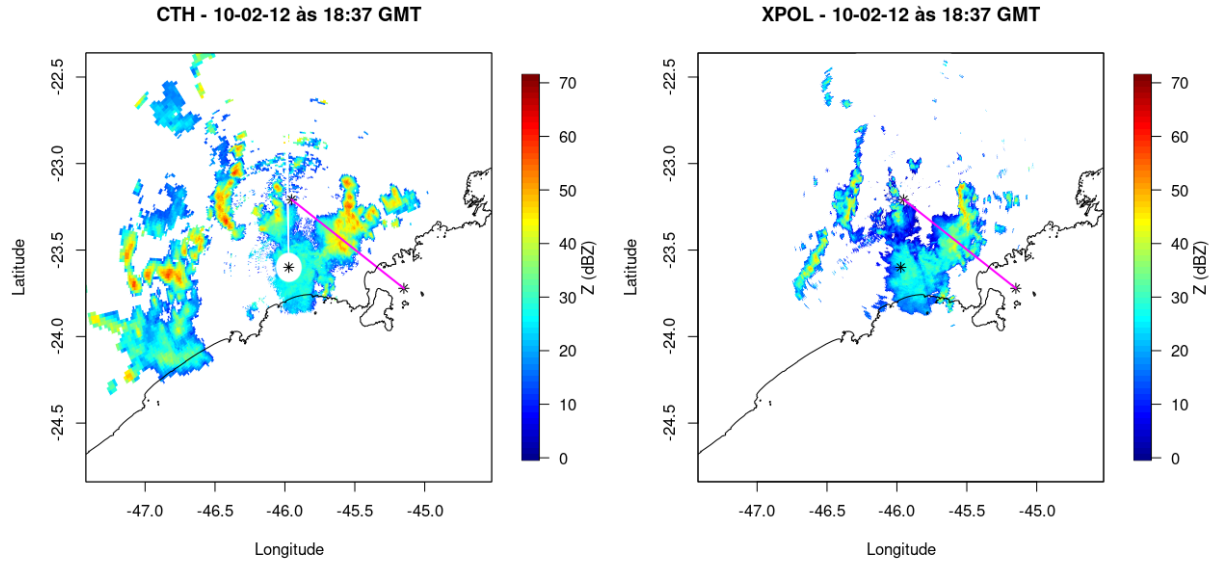


Figura 4: Plots em R de radar Banda S e banda X de 10/02/2012 às 18:37. Linha representa corte realizado.

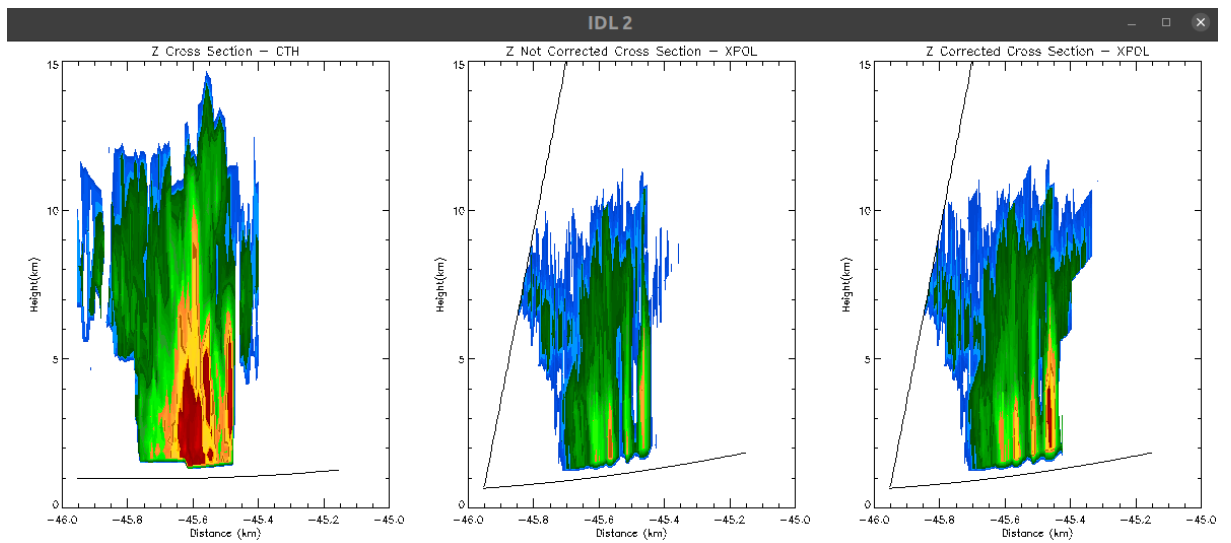


Figura 5: Plots em IDL de cortes nos radares banda S e banda X de 10/02/2012 às 18:37.

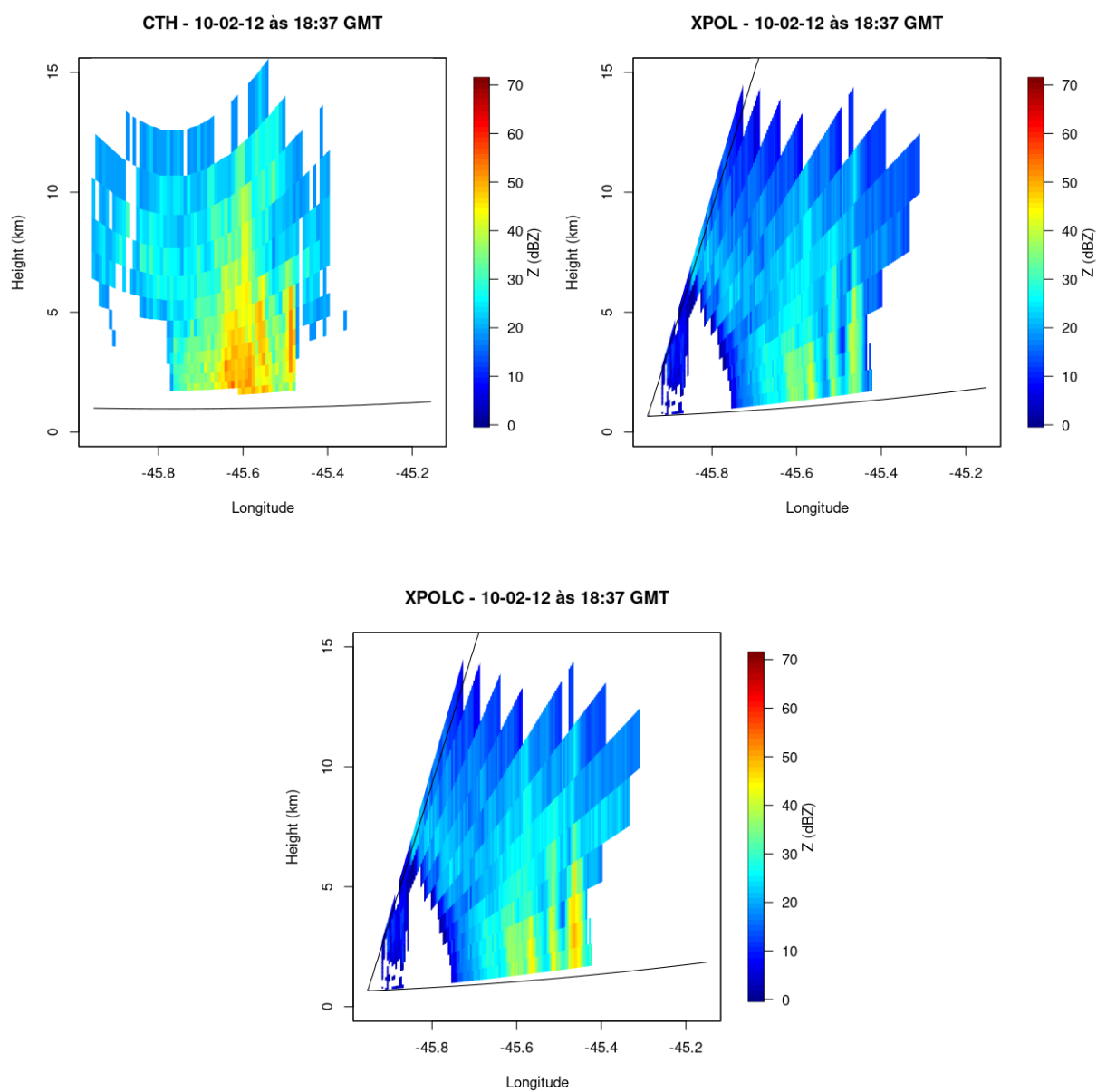


Figura 6: Plots em R de cortes nos radares Banda S e banda X de 10/02/2012 às 18:37.

Figuras 5 e 6. As visualizações possuem algumas diferenças, que ocorrem no formato de plotagem. No caso do IDL, ele está sendo feito com contornos, enquanto do R, ele está sendo feito com polígonos. Cada um possui sua vantagem, mas no geral ambos servem para visualizar e analisar os cortes (ao comparar as duas imagens, apenas leve em consideração que valores menores que aproximadamente 10 dBZ não estão representados na Figura 5 mas estão na Figura 6).

3 Como acessar

Todos os códigos em linguagem R aqui traduzidos estão disponíveis no repositório do *Github* no endereço a seguir: github.com/rodrigolustosa/R-radar-utils-aca0412. A Figura 7 representa essa página. Os códigos podem ser baixados clicando-se no botão verde *Code* e em seguida em *Download ZIP*.

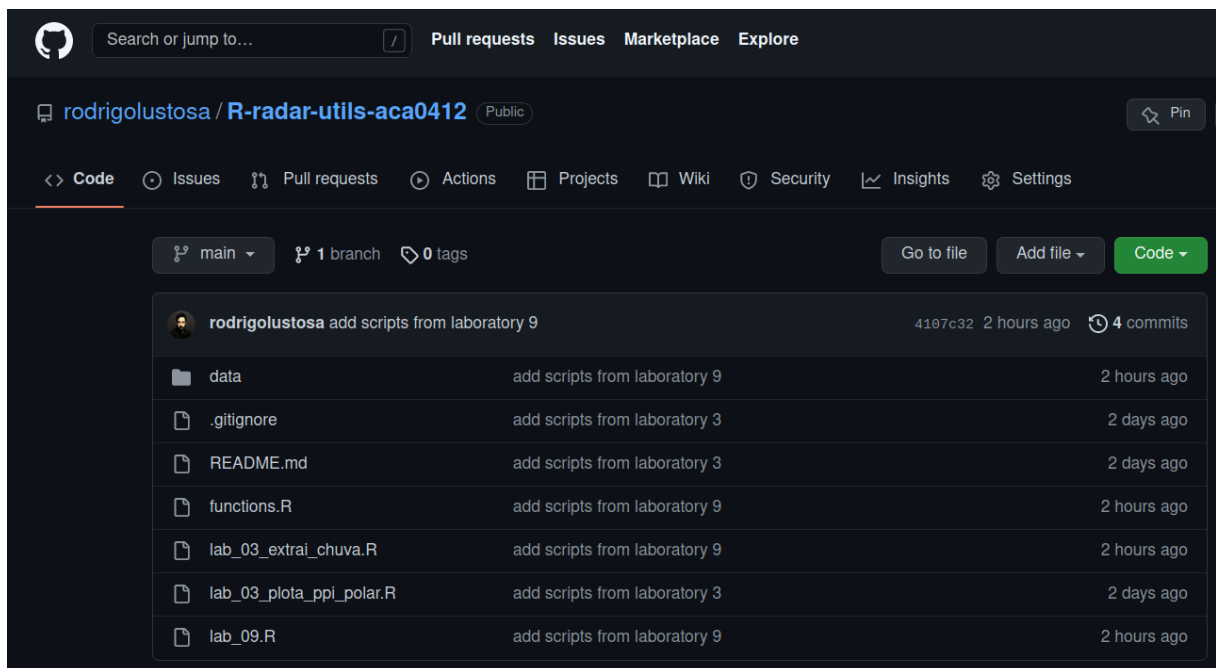


Figura 7: Repositório do *Github*. Códigos podem ser baixados clicando-se no botão verde *Code* e em seguida em *Download ZIP*.

4 Conclusão

É possível trabalhar com dados de radar em linguagem R, mesmo sem uma biblioteca própria para isso. Com esse trabalho, sua utilização deve ser facilitada para futuros interessados, que também poderão aperfeiçoar os códigos e até trabalhar para uma nova

biblioteca.

Referências

HEISTERMANN, M. et al. The emergence of open-source software for the weather radar community. **Bulletin of the American Meteorological Society**, American Meteorological Society, v. 96, n. 1, p. 117–128, 2015.

HELMUS, J. J.; COLLIS, S. M. The python arm radar toolkit (py-art), a library for working with weather radar data in the python programming language. **Journal of Open Research Software**, Argonne National Lab.(ANL), Argonne, IL (United States), v. 4, 2016.