

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ**

**CHRISTIE ANDRÉ DE SOUZA  
PAULA SAYEKO SOUZA ODA  
PALOMA ANGELINA SIMÕES**

**DESCRIÇÃO DO PRODUTO PARA MONITORAMENTO DE RELÂMPAGOS  
TOTAIS MEDIANTE DADOS DO GLM/GOES-16**

**ITAJUBÁ 2019**

## 1. INTRODUÇÃO

O presente manual foi desenvolvido mediante o conteúdo programático da disciplina do curso de Ciências Atmosféricas, na Universidade Federal de Itajubá, denominada: Ferramentas de Previsão de Curtíssimo Prazo (*nowcasting*), ministrada pelo professor Dr. Enrique Vieira Mattos durante o segundo semestre de 2019. O objetivo do desenvolvimento do projeto é oferecer aos alunos o contato com o componente operacional, que é parte do mercado de trabalho de um meteorologista formado.

Para o *nowcasting*, os produtos operacionais são importantes na emissão alertas de eventos severos de tempos, pois os mesmos acarretam prejuízos aos diversos setores da sociedade. Neste contexto, a proposta da disciplina foi, além do aprendizado teórico necessário para o entendimento das etapas do *nowcasting*, o desenvolvimento de produtos que possam auxiliar a previsão imediata do tempo mediante dados disponíveis gratuitamente pelos centros de previsão, como por exemplo, dados de satélites e saídas de modelos.

Os alunos ficaram responsáveis pelo desenvolvimento e implementação de um produto de monitoramento de relâmpagos totais para o Brasil, com enfoque para a região sul de Minas Gerais. O produto foi desenvolvido e disponibilizado em modo operacional no site de meteorologia da Universidade Federal de Itajubá (<https://meteorologia.unifei.edu.br>) com o fim de monitorar a distribuição espaço-temporal de relâmpagos totais, além de disponibilizar um banco de dados para os usuários que posteriormente poderá ser utilizado para pesquisa.

Serão explicitadas nos próximos tópicos as características do produto de monitoramento de relâmpagos, o desenvolvimento de cada rotina computacional, o procedimento necessário para o processamento do mesmo, bem como, exemplos de saídas e formas de validação.

## 2. DESCRIÇÃO DO PRODUTO

São utilizados dados de estimativas de relâmpagos totais em tempo real do sensor *Geostationary Lightning Mapper* (GLM), a bordo do satélite

*Geostationary Operational Environmental Satellite* (GOES-16), que tem resolução espacial de aproximadamente 10 km e temporal de 10 minutos. O produto desenvolvido realiza o monitoramento de relâmpagos totais com uma frequência temporal de 10 minutos, além de disponibilizar um banco de dados dos acumulados diários e mensais no site de meteorologia da UNIFEI. As informações do produto são geradas para todo o território brasileiro, com enfoque para a região do sul de Minas Gerais.

As linguagens utilizadas para a realização de todas as rotinas computacionais envolvidas foram: *Shell Script*, *Python* e GrADS. De forma geral, o *Python* é utilizado no geoprocessamento dos dados e na elaboração das figuras e gráficos, o GrADS é responsável pela extração dos dados (latitude, longitude e relâmpagos) do formato *netcdf* para formato de texto e o *Shell Script* comanda todas as rotinas.

### 3. ORGANIZAÇÃO DA ESTRUTURA DE DIRETÓRIOS DO PRODUTO

A estrutura das rotinas do produto de monitoramento de relâmpagos é dividida em 7 módulos, cada um deles executa uma parte do funcionamento e possuem a seguinte sequência de processamento:

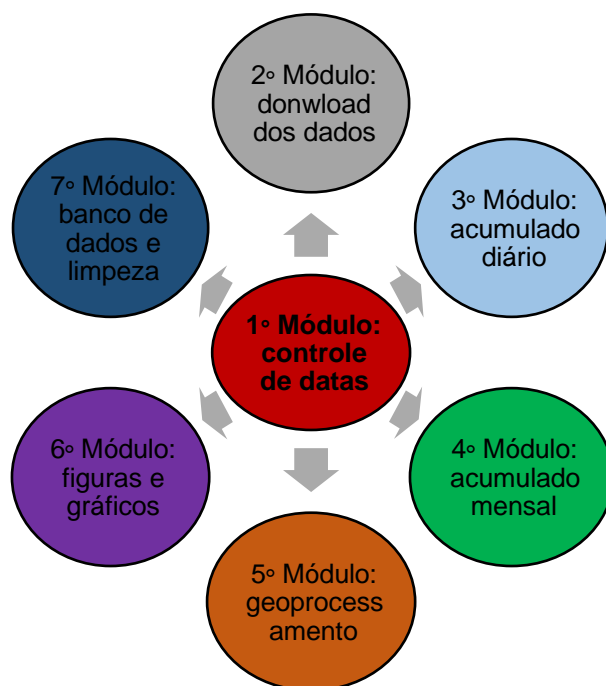


Figura 1: Estrutura de funcionamento dos sete módulos do produto posteriormente será detalhado cada módulo do produto, a estrutura das rotinas e informações sobre os dados de entrada e saída.

### 3.1) 1º MÓDULO

O primeiro módulo do produto é referente ao programa denominado *main*, é um programa escrito na linguagem Shell Script que é unicamente responsável por controlar todos os outros módulos explicitados nessa documentação. Ele se encontra na pasta raiz e tem como tarefa a distribuição da data atual para a execução de todos os demais passos. Abaixo se encontra um print do programa, indicando a retroalimentação com as datas atuais.

```

mes=`date -u +%m` ; dia=`date -u +%d` ; diazero=`date -u +%d --date='1 day ago` ` ; mesnome=$(LANG=en_us_88591; date +"%b")
hora=`date -u +%H` ; minuto=`date -u +%M` ; ano=`date +%Y` ; mes_futuro=`date +%m --date='1 month` `
last_ctl=$(LANG=en_us_88591; date -d "$(date +%Y-$mes_futuro-01) -1 day" +%d%b%Y)

#diazero=`date +%d --date='14 day ago` `

#####
#-----Configuração datas de processamentos-----
#-----Georeferenciar-----
diageo=$diazero ; mesgeo=$mes ; anogeo=$ano ; mesnomegeo=$mesnome
#
#-----Acumulado Diario-----
diadia=$diazero ; mesdia=$mes ; anodia=$ano
#
#-----Acumulado mensal-----
mesmes=$mes ; anomes=$ano
#
#-----Ultimos flash mapa-----
diault=$dia ; mesult=$mes ; anoult=$ano ; horault=$hora ; minutoult=$minuto
#
#-----Download ultimo-----
diadow=$dia ; mesdow=$mes ; anodow=$ano ; horadow=$hora ; minutodow=$minuto
#
#-----ultimo grafico-----
diagr=$dia ; mesgr=$mes ; anogr=$ano ; horagr=$hora ; minutogr=$minuto
#
#####

```




Figura 2: Distribuição da data para os outros módulos

### 3.2) 2º MÓDULO

Esse módulo é responsável por baixar os dados necessários para o funcionamento do programa e se encontra na pasta Download (GLM/GLM/scripts/download). Nesse módulo serão executadas duas tarefas:

## **1. Criação da lista**

A rotina denominada `cria_lista.py`, na linguagem Python, recebe a data do módulo anterior e cria uma lista de 120 minutos atrás, variando de 5 em 5 minutos. O site, tempo no qual o arquivo começa a criação da lista e a variação temporal dos dados pode ser alterada conforme a necessidade do usuário.

## **2. Download dos dados**

Após a execução do passo anterior, o programa na linguagem *Shell Script*: `download.sh` baixa a lista criada com a data atual.

### **3.3) 3° MÓDULO**

A função principal desse módulo é a geração do acumulado diário, presente no diretório: `GLM/GLM/scripts/acu_diario` e é dividido em 4 passos:

#### **1. Criação da lista**

É similar ao passo 1 explicado no tópico 2.2, porém com alteração na parte temporal, na qual cria-se uma lista de 5 em 5 minutos de todos os tempos do dia anterior, 00:00 UTC do dia anterior até 00:00 UTC do dia atual.

#### **2. Junção de todos os arquivos**

No programa `acumulado_5m_1dia.gs`, na linguagem GrADS, esse passo executa um acumulado de todos os arquivos na extensão *netcdf* que foram baixados.

#### **3. Geração da figura do acumulado diário**

Com o programa `plota2.py`, na linguagem Python, gera-se a figura referente ao acumulado do dia anterior para cada região do Brasil, com enfoque no sul de Minas Gerais. Nessa parte o programa é executado quando recebe o comando de outra rotina dentro da pasta, o programa `acumulado_diario.sh`. Os passos 1 e 2 também são executados no script de comando na linguagem *Shell Script*, que é responsável por executar todas as rotinas que se encontram dentro do diretório.

O *script* que gera as figuras primeiramente baixa as bibliotecas necessárias para a execução, cria as condições para gerar imagens para o Brasil todo e depois para cada região do país, indica o caminho no qual se encontra o arquivo *netcdf* com os acumulados, funções para indicar a latitude e longitude de cada ponto de grade e depois comandos que dizem respeito a estética do gráfico.

É importante salientar que foram suprimidas algumas informações do *script*, devido a sua extensão, visto que o intuito é indicar os pontos que foram supracitados.

#### 4. Armazenamento dos dados

Os dados dos acumulados diários são armazenados em uma pasta temporária e após o período de um mês serão apagados. Abaixo se encontra o exemplo de uma imagem gerada do acumulado diário para o Brasil.

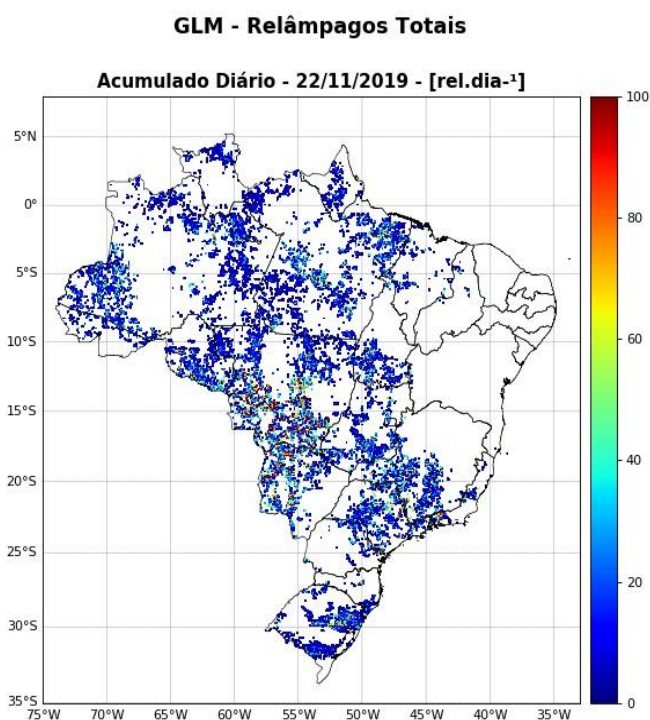


Figura 3: Acumulado diário de relâmpagos totais para o Brasil.

### 3.4) 4° MÓDULO

A função principal desse módulo é a geração do acumulado mensal, presente no diretório: GLM/GLM/scripts/acu\_mensal. Os passos para a execução desse módulo são similares ao do módulo anterior, porém com algumas diferenças:

- Não se gera uma lista nesse módulo, os dados utilizados são os que foram armazenados, o que foi explicado no passo 4 de 3.3. A rotina é ativada no dia 1° de cada mês para gerar o acumulado mensal definitivo, porém é executada todos os dias para se ter um acumulado parcial do mês e com isso gera-se as figuras de acumulado mensal parcial e definitivo.
- São geradas imagens para todo o território brasileiro, estados e com enfoque na região do sul de Minas gerais.
- Como no módulo anterior, os dados são armazenados temporariamente durante o período de um ano. Esses dados serão utilizados posteriormente para gerar um acumulado anual.

Abaixo se encontra um exemplo da figura gerada referente ao acumulado mensal parcial, com enfoque na região sudeste do Brasil.

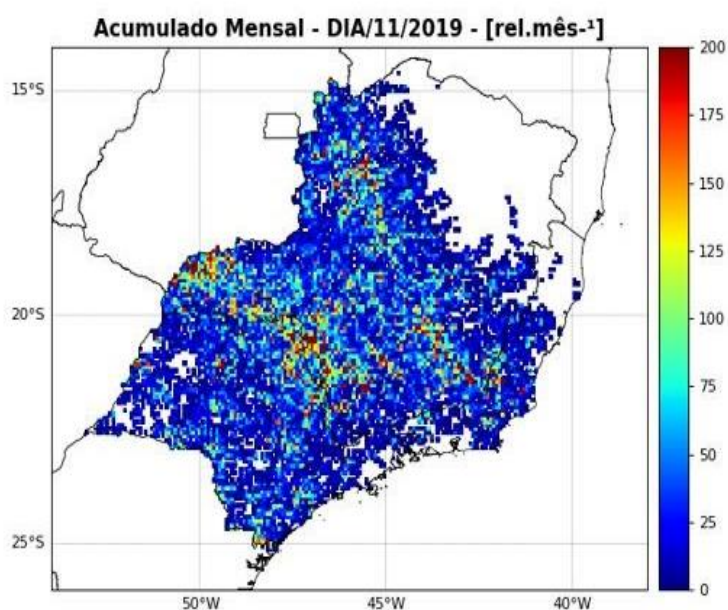


Figura 4: Acumulado de relâmpagos totais mensal parcial, focando a região sudeste do Brasil.

### 3.5) 5° MÓDULO

Esse módulo é referente a parte do geoprocessamento do programa e é dividido em 3 etapas, todas sendo executadas pelo arquivo principal na linguagem *Shell Script*, localizado no caminho GLM/GLM/scripts/geo\_graph e denominado geo.sh:

#### 1. Criação da lista e varredura

Cria uma lista dos dados do último dia no qual se realizou um acumulado diário e utiliza os dados acumulados no dia anterior. No arquivo varrer.gs, na linguagem GrADS, se realiza uma varredura de todos os pontos de grade e salva em um arquivo no formato de texto. A criação da lista é similar ao que foi explicado em 3.1 e a varredura no arquivo em GrADS utilizando os dados acumulados.

#### 2. Remoção de *undef*, atribuição de localização e filtragem

No arquivo em *Shell* todos os pontos que apresentaram *undef* são removidos, pois o interesse se encontra nos pontos que registraram a ocorrência de relâmpagos. Após atribui-se uma localização (cidade e estado) para cada ponto no qual se registrou a ocorrência de um relâmpago e filtra-se os dados para a região selecionada no momento (como por exemplo no enfoque do sul de Minas Gerais). No próximo módulo será indicado como esses passos são realizados no *Script*.

#### 3. Georeferenciamento

No arquivo geo.py, em Python, utilizando os dados filtrados no passo anterior, é realizada a parte do georeferenciamento, atribuindo-se nomes as localidades baseadas nas informações de latitude e longitude proveniente dos dados de entrada e salvando em um arquivo em formato de texto. Também se calcula a menor distância na qual se localizou o relâmpago mais próximo da UNIFEI, utilizando os dados com enfoque na região de Minas Gerais.



### 3.6) 6° MÓDULO

Esse módulo é similar ao anterior, mas com algumas diferenças e passos a mais:

- Ao invés de realizar as funções para os dados do acumulado diário, é realizando-se para o último arquivo que foi enviado ao servidor.
- Gera um gráfico recente dos últimos relâmpagos registrados nas cidades de Minas Gerais, com o programa em Python `geo.py`. Esse módulo localiza-se no caminho: `GLM/GLM/scripts/geo` e abaixo é apresentada uma figura com comentários sobre o que cada parte do programa é responsável por executar nesse módulo.

### 3.5) 7° MÓDULO

No arquivo em *Shell Script upload*, localizado em: `GLM/GLM/upload`, se disponibiliza todas as saídas no site da UNIFEI.

Depois de geradas todas as saídas necessárias, é realiza-se a limpeza dos dados temporários no programa denominado *limpeza*, que se encontra na pasta `GLM/GLM/scripts/limpeza`, o programa localiza todos os arquivos que começam com 'temp' e apaga.

A pasta localizada em `GLM/GLM` denominada *shappefile* contém dados sobre mapas para cada região e para o Brasil todo e é disponibilizada no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

## 4) CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente documentação apresenta o produto de monitoramento de relâmpagos desenvolvido. Este produto realiza acumulados diários, mensais e posteriormente anuais, além de disponibilizar a ocorrência de relâmpagos de 5

em 5 minutos. O produto visa auxiliar o *nowcasting* de todo território brasileiro e pesquisas sobre o assunto, com enfoque na região do sul de Minas Gerais. A documentação expõe a ideia principal de cada rotina executada nas

linguagens *Shell Script*, *Python* e GrADS. O produto se encontra operacionalizado e pode ser acessado no site de meteorologia da UNIFEI (<https://meteorologia.unifei.edu.br>).