

# Ceres: Um plugin QGIS para automatização do cálculo do NDVI

Michael Thierry<sup>1</sup>, Ivairton Monteiro Santos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciências Exatas e da Terra – Campus Universitário do Araguaia – UFMT – Barra do Garças/MT

michaelthierry86@gmail.com, ivairton@ufmt.br

**Abstract.** *The creation of Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) maps in Geographic Information Systems (GIS) can be complex and time-consuming, due to the need for various tools and processes, such as clipping and statistical calculations. To simplify this process, the Ceres plugin was developed for QGIS, which automates the acquisition of spectral images (satellite), clipping the study area, generating the NDVI map, and calculating zonal statistics. The goal is to make the production of NDVI maps more efficient and accessible for environmental monitoring and natural resource management.*

**Resumo.** *A criação de mapas de Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) pode ser complexa e trabalhosa, devido à necessidade de várias ferramentas e processos, como recortes e cálculos estatísticos. Para facilitar esse processo, foi desenvolvido o plugin Ceres para o QGIS, que automatiza a obtenção de imagens espectrais (satélite), o recorte da área de estudo, a geração do mapa NDVI e o cálculo de estatísticas zonais. O objetivo é tornar a produção de mapas NDVI mais eficiente e acessível para monitoramento ambiental e gestão de recursos naturais.*

## 1. Introdução

O avanço tecnológico nas últimas décadas transformou significativamente o campo do sensoriamento remoto, especialmente no monitoramento ambiental e na análise da vegetação. O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) emergiu como uma ferramenta importante nesse contexto, permitindo a avaliação precisa da cobertura vegetal e da saúde das plantas.

Este estudo se concentra na geração do NDVI, utilizando dados de sensoriamento remoto adquiridos por satélites, em particular o conjunto de satélites SENTINEL. Todo o processo de geração do NDVI para uma determinada área tende a ser demorado e trabalhoso, por depender de diferentes tarefas e uso de softwares, especialmente quanto a quantidade de mapas e dados a serem produzidos são elevados.

Este trabalho visa desenvolver uma aplicação integrada a um SIG que simplifique o processo de produção, processamento e análise de imagens NDVI. A aplicação proposta busca automatizar as etapas de aquisição de imagens de satélite, recorte das áreas de interesse, geração de mapas NDVI coloridos, e a análise estatística dos dados.

## 2. Metodologia

No processo inicial do desenvolvimento foi feito um levantamento de quais eram os principais problemas enfrentados na tarefa de produção de um mapa NDVI, e assim, foram traçados os principais requisitos e objetivos que o *software (plugin)* deveria atender. Os principais requisitos definidos foram:

- O *plugin* deve ser capaz de conectar ao provedor de imagem do satélite Sentinel e fazer o *download* das imagens espectrais necessárias, conforme os dados passados pelo usuário.
- A aplicação deve ser capaz de realizar o recorte das bandas espectrais e, por meio de uma função matemática passada pelo usuário previamente, fazer o processamento/cálculo do índice e salvar a saída resultante.
- Para uma melhor visualização das informações a aplicação deve colorir o mapa resultante com um gradiente de cor com base nos valores da imagem obtida.
- A aplicação deve realizar o cálculo estatístico do mapa produzido de forma automática.
- A componente também deve ser capaz de possibilitar ao usuário cadastrar e/ou remover funções para cálculo de diferentes índices (não apenas o NDVI).

Este projeto foi desenvolvido de maneira integrada ao SIG QGIS. O *software QGIS*<sup>1</sup> é um SIG utilizado para os mais variados propósitos, onde se pode manipular e visualizar informações geográficas. Além de possuir as ferramentas necessárias para a produção de mapas NDVI, fornece mecanismos para o desenvolvimento de *plugins* que podem ser facilmente integrados ao SIG.

Para o desenvolvimento do *plugin Ceres* (integrado ao QGIS) foram instalados e utilizados 2 componentes do QGIS: (i) Plugin Builder 3, que auxilia na criação de novos projetos de *plugins* por meio de *templates*; e (ii) Plugin Reloader, que auxilia no processo de atualização e recarregamento do *plugin*, necessário de ser realizado a cada nova versão desenvolvida. Além disso, para a implementação do *design* gráfico (interface do usuário) foi utilizada a ferramenta QT Designer.

O desenvolvimento de mapas NDVI no QGIS com propósito de análise de vegetação possui alguns passos necessários. Já na definição da área a ser analisada é em si uma tarefa complexa (no aspecto agrônômico), pois depende do tipo de vegetação a ser analisada, ou está sujeita às constantes mudanças no local (especialmente quando corresponde a áreas de plantações). Esta tarefa é inerente aos objetivos do usuário quanto ao seu estudo. Este trabalho não visa discutir ou apresentar uma solução que automatiza o processo de escolha e definição da área de interesse. Portanto, parte-se do princípio que o usuário já tem definida a área de estudo.

Quando o usuário define sua área de interesse, definindo um *shapefile* no QGIS, que delimita esta região do estudo (por meio de um polígono), o próximo passo consiste na obtenção de uma coleção de arquivos referentes às imagens espectrais para a região escolhida.

---

<sup>1</sup> <https://qgis.org/> - QGIS Project.

As imagens espectrais consistem nas bandas vermelho e infravermelho próximo que podem ser obtidas a partir do conjunto de satélites Sentinel (especificamente Sentinel-2A). No processo de *download* das imagens espectrais no sistema Copernicus Open Access Hub<sup>2</sup>, alguns problemas foram destacados: Primeiro que os produtos oferecidos para serem baixados eram arquivos compactados, do tipo ‘zip’, contendo as 13 bandas espectrais de uma única foto, sendo que dessas apenas duas são necessárias para o cálculo do NDVI. Segundo, como se tratam de imagens de grande tamanho (espaço em disco), em razão da alta resolução, o tamanho do pacote passava facilmente de 1 Gigabyte. Este método desperdiça tempo e recursos computacionais com elementos que se quer serão utilizados e futuramente provavelmente serão descartados.

Este projeto utilizou-se do serviço OData<sup>3</sup> para realização do *download* apenas das bandas necessárias (bandas 4 – vermelho; e banda 8 – infravermelho próximo (NIR)).

A partir do momento que se adquire as imagens espectrais têm-se os elementos necessários para dar início ao desenvolvimento de mapas NDVI. No entanto, surge o problema em relação às dimensões dessas imagens, que geralmente são muito superiores que a região/área que se deseja analisar.

Para evitar o processamento desnecessário de regiões não desejadas, a solução é realizar o recorte da imagem espectral, para que ela corresponda apenas à região de interesse, proporcionando menos processamento e evitando desperdício de tempo. Para isso foi utilizada a biblioteca GDAL<sup>4</sup> que implementa o algoritmo para recorte de imagens espectrais (do tipo *raster*) a partir de uma região delimitada por um arquivo do tipo vetorial (poligonal). O retorno deste algoritmo é um arquivo do tipo TIFF contendo o recorte da imagem *raster*.

Com o recorte das imagens espectrais, o próximo passo é o desenvolvimento do mapa NDVI (aplicação do cálculo do índice). No contexto manual, o usuário utiliza-se de uma “calculadora raster”, onde seleciona os arquivos a serem utilizados como entrada e informa a fórmula matemática (do NDVI), para produzir o mapa. Neste projeto utilizou-se a biblioteca GDAL novamente, para realizar o cálculo no arquivo *raster* e gerar um arquivo TIFF com o resultado da operação (matemática) realizada. Adicionalmente, implementou-se um subsistema que permite o cadastro e uso de outras funções matemáticas, que permite a geração de mapas para outros índices vegetativos, como por exemplo Índice de Vegetação Ajustado ao Solo.

O resultado do cálculo do arquivo *raster*, por padrão, é apresentado no SIG com coloração em escala de cinza. Para este tipo de mapa, uma visualização mais agradável e que proporciona uma maior facilidade em sua análise é o padrão de coloração RdYIGn (Red, Yellow e Green), que vai do vermelho, passando pelo amarelo, ao verde. Este padrão é aplicado automaticamente pelo *plugin* Ceres ao mapa produzido.

Após a produção do mapa NDVI o usuário pode realizar uma análise mais detalhada e estatística do resultado obtido. O *plugin* Ceres calcula automaticamente os principais indicadores estatísticos do mapa NDVI como, contagem, somatório, média,

---

<sup>2</sup> <https://scihub.copernicus.eu/> - Copernicus Open Access Hub.

<sup>3</sup> <https://documentation.dataspace.copernicus.eu/APIs/OData.html> - OData

<sup>4</sup> <https://gdal.org/> - GDAL

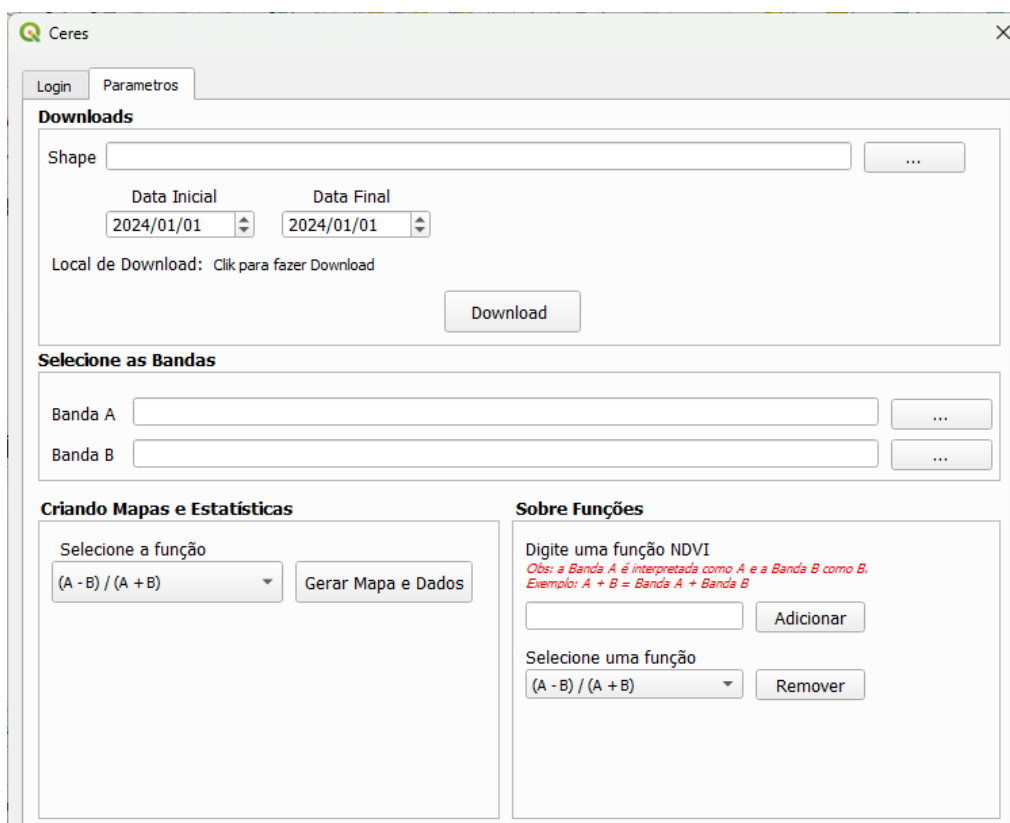
mediana, desvio padrão, valores mínimo e máximo, dentre outros, estes dados foram armazenados num arquivo de saída (do tipo CSV) correspondente.

### 3. Resultados

Este projeto teve como resultado o *plugin* Ceres, que atende aos requisitos mapeados na fase de projeto e tem como finalidade auxiliar o usuário na produção de mapas NDVI, especialmente para um contexto de geração de mapas em série.

Ao iniciar o *plugin* Ceres (como módulo no QGIS), será aberta uma janela e haverá duas abas: “Plugin” e “Parâmetros”. A primeira aba corresponde à tela de login, estando ativa e pronta para receber as credenciais do usuário para acesso ao sistema Copernicus, nela também é exibido o link para o projeto Copernicus onde o usuário pode fazer seu cadastro. A segunda aba corresponde à tela de ferramentas, contendo as funções de *download* das imagens espectrais, produção de mapas e cadastro de funções. No entanto, esta segunda aba fica desativada até que o usuário forneça suas credenciais e seja autenticado pelo sistema Copernicus.

Após a autenticação do usuário, todas as funcionalidades se tornam disponíveis ao usuário, conforme pode ser visto da imagem da Figura 1.



**Figura 1. Visualização das seções e funcionalidades disponíveis na aba “Parâmetros”, liberadas após a autenticação do usuário no sistema Copernicus.**

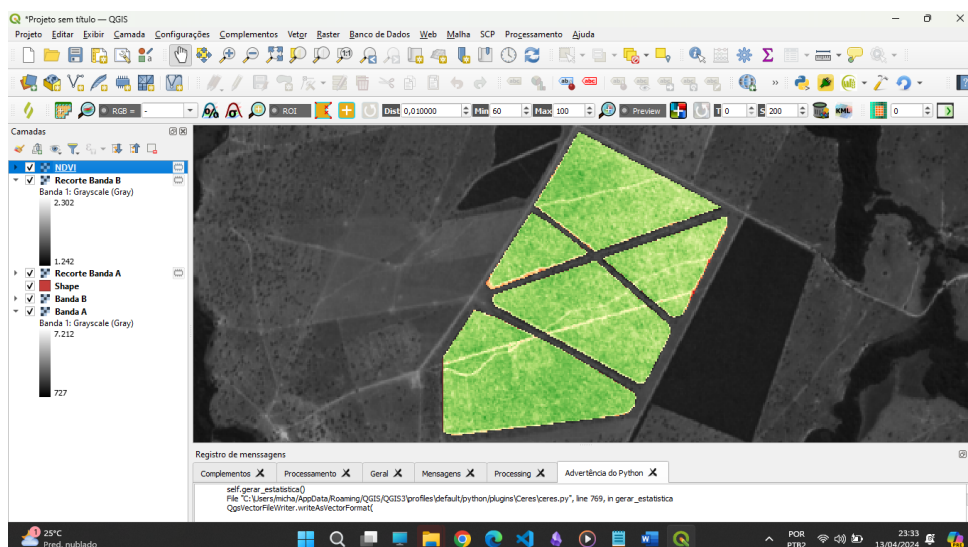
Inicialmente o usuário deve carregar o *shape* que delimita a região de interesse por meio do botão associado ao campo “Shape”, da seção “Download” (na parte superior da tela) e selecionar o período de interesse. O plugin irá verificar junto ao

sistema Copernicus todas as imagens espectrais disponíveis para a região no período selecionado (baixando todas as imagens disponíveis). Por padrão, quando solicitado o *download*, uma pasta chamada NDVI será criada e os arquivos resultantes do *download* serão salvos nela. Terminado o *download*, a janela de alerta (que monitora o processo de *download*) desaparecerá e o local onde os arquivos foram baixados no computador será exibido no *label* “Local de Download”.

Na seção central chamada “Selecione as Bandas”, o usuário deverá selecionar as imagens espectrais correspondentes à banda A e banda B. Por padrão, o sistema Copernicus coloca o número da banda no nome do arquivo baixado, isso ajuda a evitar confusão. Para a geração do NDVI, as bandas de interesse são as bandas 4 (banda A) e 8 (banda B).

Após selecionadas as bandas, o próximo passo é selecionar a função NDVI (ou outra, se for o desejo do usuário). Para isso o usuário deve usar a caixa de seleção de funções na seção chamada “Criando Mapas e Estatísticas” (na parte inferior esquerda da janela). Então, deverá clicar sobre o botão “Gerar Mapa e Dados” (na mesma seção).

Ao finalizar o processo, todos os arquivos são automaticamente carregados no QGIS, à exceção do arquivo com relatório estatístico (no padrão CSV), que fica disponível no diretório do projeto. A Figura 2 ilustra, como exemplo, a tela do QGIS após a execução do *plugin* Ceres.



**Figura 2.** Tela do QGIS após a execução do processo de gerar dados.

No final da execução, além das imagens espectrais baixadas do sistema Copernicus, o plugin também terá produzido a planilha com os dados estatísticos (arquivo CSV), o mapa NDVI gerado (em formato TIFF) e um arquivo *metafile*.

O arquivo *metafile*, denominado “meta.txt”, contém detalhes sobre as operações executadas, é um recurso importante para acompanhamento e auditoria das tarefas/execuções realizadas. Este arquivo consiste dos dados que indicam quando o mapa NDVI e os dados estatísticos foram criados. Na primeira linha é registrado a data e hora em que os dados foram gerados. Em seguida são registrados o intervalo de tempo (série temporal) utilizado para busca e downloads das imagens espectrais, bem como os nomes definidos para os respectivos arquivos das bandas utilizadas no processo. As

duas últimas informações incluem a função matemática utilizada na produção do mapa NDVI e o caminho no qual os dados estatísticos produzidos foram salvos.

## 5. Conclusões

Com base no sistema desenvolvido e os resultados obtidos por meio da sua execução, pode-se concluir que o desenvolvimento do *plugin* Ceres foi bem-sucedido, por dirimir as principais dificuldades enfrentadas no desenvolvimento de mapas NDVI e automatizar a obtenção de dados estatísticos relacionados, bem como de realizar todas as etapas do processo de maneira automatizada. Portanto o *plugin* oferece uma solução que simplifica o processo de obtenção das imagens espectrais, agiliza a produção de mapas NDVI e facilitando a obtenção dos dados estatísticos necessários, o que é importante especialmente para contextos em que há a necessidade de produção de mapas NDVI em série. Estes recursos serão de utilidade tanto para pesquisadores, quanto para profissionais que demandam a produção de mapas NDVI.

No atual estágio de desenvolvimento do *plugin*, aplicação não disponibiliza ao usuário uma pré-visualização das imagens espectrais antes de realizar o *download*. Como consequência dados com cobertura ou sombreamento (causado por nuvens) podem ser baixados, mesmo que não possam ser utilizados na prática. Propõe-se que futuramente essa questão seja abordada com a utilização de algoritmos de análise de imagens, para filtragem das imagens inadequadas.

Também propõe-se que seja adicionado ao *plugin* a funcionalidade de processamento em lote, onde o usuário apenas escolhe a fórmula a ser utilizada no desenvolvimento dos mapas e o diretório onde se encontram as imagens multiespectrais, neste caso, a ferramenta produziria todos os mapas e estatísticas automaticamente.

Finalmente, outra possibilidade é a aquisição de produtos de outros satélites (além do sistema Copernicus), especialmente aqueles que possuem uma resolução de melhor qualidade.

O projeto completo desta pesquisa encontra-se disponível em: [https://github.com/michaelthierry/Ceres\\_Linux](https://github.com/michaelthierry/Ceres_Linux)

## Referencias

Santos, J.B.G; Hacon, S.S; Neves, S.M.A.S. “Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) e seu uso no estudo da saúde humana: uma revisão de escopo.” Revista Brasileira de Geografia Física, vol. 16, no. 3, 2023.

Carminato, L.P.; Leite, G.T.D.; Pamboukian, S.V.D. “Utilização de imagens de sensoriamento remoto em projetos de geoprocessamento”. Congresso Alice Brasil 2014/2015. São Paulo, 2016.

QGIS Documentation. “6. Dados Raster”. Disponível em: [https://docs.qgis.org/3.34/pt\\_BR/docs/gentle\\_gis\\_introduction/raster\\_data.html](https://docs.qgis.org/3.34/pt_BR/docs/gentle_gis_introduction/raster_data.html)  
Acesso em: 30/03/2024