

# PROPOSTA DE INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS PARA GERAÇÃO DE UM SERVIÇO DE PRODUÇÃO DE MAPAS DE AGRICULTURA

Yuri Domaradzki Moreira Nunes<sup>1</sup>, Lubia Vinhas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Av. dos Astronautas, 1.758 - Jardim da Granja, São José dos Campos - SP, 12227-010, yuri.nunes@inpe.br, <sup>2</sup>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Av. dos Astronautas, 1.758 - Jardim da Granja, São José dos Campos - SP, 12227-010, lubia.vinhas@inpe.br

## RESUMO

O pacote de *software Sen2-Agri* gera produtos agrícolas a partir do processamento de imagens de observação da Terra. Dentre estes produtos gerados, nota-se que alguns deles encontram-se disponíveis no repositório do *Brazil Data Cube (BDC)*. Devido a isso, este resumo propõe uma arquitetura para realizar a integração, via *API*, da infraestrutura do *BDC* com o *Sen2-Agri*, visando otimizar o fluxo de processamento do mesmo.

**Palavras-chave** – *Brazil Data Cube*, *Sen2-Agri*, Integração de Sistemas, Mapas de Agricultura, Sensoriamento Remoto.

## ABSTRACT

*The Sen2-Agri software package generates agricultural products from Earth Observation Images processing. Among these generated products, it is observed that some of them are available at the repository of Brazil Data Cube (BDC). Due to this, this abstract proposes an architecture to integrate, by API, the infrastructure of BDC with Sen2-Agri, aiming to optimize the processing flow of it.*

**Key words** – *Brazil Data Cube*, *Sen2-Agri*, Systems integration, Crop Maps, Remote Sensing.

## 1. INTRODUÇÃO

A Organização para a Alimentação e Agricultura das Nações Unidas (FAO) estimou que a população mundial em 2050 irá alcançar 9,1 bilhões de pessoas. Nesse cenário, para garantir a segurança alimentar da população será necessário um aumento de 70%, em relação a 2017, na produção de alimentos, que deve ser acompanhado por um manejo sustentável de terras agrícolas para diminuir ao máximo os impactos negativos sobre a qualidade e quantidade dos recursos hídricos e do solo, a degradação da terra, as emissões de gases de efeito estufa e o impacto sobre a biodiversidade.

Tecnologias digitais emergentes, como tecnologias relacionadas a *Big Data* e sistemas de sensoriamento remoto orbital da superfície terrestre, têm sido utilizadas para auxiliar o combate aos desafios da produção agrícola em termos de produtividade e impacto ambiental com sustentabilidade [1]. O uso de imagens de sensoriamento remoto em aplicações relacionadas à agricultura é uma realidade, associada à evolução das tecnologias de imageamento e de plataformas orbitais, resultando em múltiplas possibilidades de combinações de resoluções espaciais, espectrais e temporais. Dada a importância do

conhecimento rápido e extensivo do estado de culturas agrícolas, algoritmos, sistemas e plataformas que organizam grandes repositórios de dados de sensoriamento são encontrados e podem gerar dados e produtos geoespaciais para mapear áreas e tipos de cultivo, monitorar a saúde de culturas, ou estimar produtividade, por exemplo [2].

Um exemplo de plataforma de gerenciamento e processamento de grandes volumes de dados de sensoriamento remoto é a plataforma desenvolvida no projeto *Brazil Data Cube (BDC)*, que é um projeto do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) que produz cubos de dados a partir de grandes volumes de imagens de sensoriamento remoto com o intuito de permitir o seu processamento e análise utilizando métodos baseados em séries temporais. Dessa forma, o *BDC* visa desenvolver mecanismos para automatizar a geração de dados de uso e cobertura da Terra para toda a extensão do Brasil. Os dados geoespaciais produzidos pelo *BDC* podem ser visualizados no portal web disponível em <https://brazildatacube.dpi.inpe.br/portal/explore>. Além disso, podem ser acessados via serviços *web*, que oferecem interfaces de programação para a construção de aplicações [3]. Os módulos de *software* produzidos no *BDC* são abertos, ou seja, são disponibilizados com código-fonte aberto e sem restrições de uso.

O *Sen2-Agri* é um pacote de *software* aberto, para geração de mapas relacionados à agricultura, a partir das imagens geradas pelo satélite *Sentinel-2* [4]. Ele contém algoritmos validados para implantação de metodologias e melhores práticas para processar dados *Sentinel-2* de forma operacional nesse domínio de aplicação. Este produto de *software* é estruturado em cinco módulos que geram diferentes resultados ou produtos:

- **Composto de Refletância sem Nuvem:** é uma síntese das imagens obtidas em um intervalo de 30 a 50 dias e corrigidas espectralmente para gerar a imagem de refletância da superfície livre de nuvens. Algoritmos de média ponderada sobre os valores são usados para gerar uma imagem mensal sem nuvens.
- **Indicadores de Estado da Vegetação:** são mapas de indicadores usados para a evolução da vegetação verde, o *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)*, o *Leaf Area Index (LAI)* e as métricas de fenologia derivadas dos perfis de tempo *NDVI*.
- **Máscara Dinâmica de Cultivo:** são mapas binários que separam áreas agrícolas anuais de outras áreas. Esses mapas são gerados a partir de um modelo de

classificação usando o algoritmo *Random Forest* e amostras de campo (dados *in situ*).

- Mapa dos Principais Tipos de Cultivos: também a partir de um conjunto de amostras que especificam o tipo de cultura, e classificador *Random Forest* as máscaras de cultivo são detalhadas para o tipo de cultura.

Usando o *Sen2-Agri* é possível obter uma coleção de mapas para acompanhamento dos cultivos bem completa, com métodos publicados na literatura e potencialmente simples para se implantar sistemas de monitoramento contínuo de culturas. No entanto, essa implantação exige uma infraestrutura computacional robusta, incluindo a obtenção e o armazenamento das imagens de entrada. Além disso, a implementação corrente apresenta pouca flexibilidade quanto ao sistema operacional onde roda.

Considerando que os repositórios de imagens *Sentinel-2*, os compostos temporais em nuvem e mesmo alguns dos indicadores do estado da vegetação tem aplicações em outros domínios, esse trabalho apresenta uma proposta de integração do *Sen2-Agri* com a infraestrutura do projeto *BDC*.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A integração de sistemas de *software* diferentes é em geral buscada para atingir vantagens como aperfeiçoamento de processos, ganho de desempenho e redução de retrabalho. As dificuldades enfrentadas para realizar essa junção são: os diferentes tipos de sistemas, a falta de um formato único dos dados, a interconexão com outros sistemas, questões de gestão etc [5].

Este processo de integração de sistemas pode ser feito através da troca de dados, ou seja, um agente intermediário captar informações de diferentes sistemas e exportar para um sistema único, através do compartilhamento de um banco de dados único entre diferentes sistemas, ou ainda via Interfaces de Programação de Aplicações (*API*) que fornecem um protocolo conhecido para troca de dados e operações entre sistemas.

O *Sen2-Agri* possui um orquestrador para gerenciar o fluxo do software, que tem como primeira tarefa baixar as imagens de Observação da Terra (*EO*) nos repositórios de dados disponíveis (por padrão, *United States Geological Survey - USGS* - e *Sentinels Scientific Data Hub - SciHub* -) e processá-las utilizando o algoritmo *MAJA*. Nesta etapa são realizadas correções atmosféricas (produto L2A) aplicando máscaras de nuvens, sombra de nuvens, neve etc nas imagens, com o intuito de melhorar a qualidade delas, uma vez que este produto serve de entrada para os demais processadores do pacote. Após isso, o orquestrador agenda a produção dos produtos agrícolas respeitando as características temporais de cada um deles. Além disso, outra tarefa do orquestrador é fornecer ao classificador *Random Forest* as amostras, disponibilizadas pelo usuário, para treinar o algoritmo de aprendizado de máquina, processar as imagens L2A e obter as máscaras e mapas de cultivo. Este processo está representado na Figura 1.

Ao estudar o processo que o *Sen2-Agri* realiza para obter os seus produtos, percebe-se que a infraestrutura do *BDC*

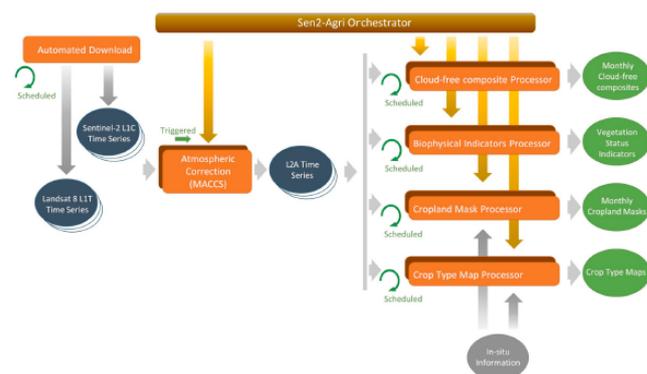


Figura 1: Estrutura do *Sen2-Agri*. Fonte: [6]

fornece opções para otimizar o fluxo de funcionamento do sistema, que são elas: imagens e séries temporais L2A já processadas e prontas para uso, compostos mensais da reflectância da superfície livre de nuvens, produtos de estado vegetativo obtidos com o *NDVI* e os dados *in situ* utilizados como amostras para os classificadores *Random Forest*. Este levantamento está representado na Figura 2.

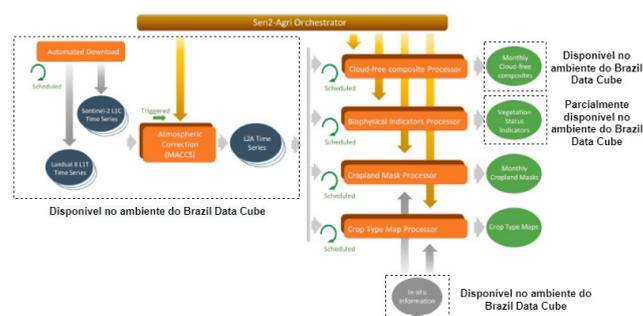


Figura 2: Orquestrador do *Sen2-Agri* com indicações dos módulos disponíveis no ambiente do *Brazil Data Cube*. Fonte:

## 3. RESULTADOS

A partir do estudo feito na seção 2, foi proposta uma arquitetura para realizar a integração, via *API*, da infraestrutura do *BDC* com o pacote de *software Sen2-Agri*. Essa arquitetura, representada na Figura 3, fornece para o usuário um cliente em *Python* com as seguintes funcionalidades: *create\_site()*, para definir a área de monitoramento e obter os produtos agrícolas; *list\_collections()*, que retorna todas as coleções de imagens e séries temporais disponíveis no repositório do *BDC*; *describe\_collection()*, que retorna o metadado de uma determinada coleção; e os métodos *get\_surface\_reflectance()*, *get\_vegetation\_status()*, *get\_crop\_mask()* e *get\_crop\_map()* que retornam, respectivamente, os compostos de reflectância da superfície, os mapas de estado vegetativo, as máscaras de cultivo e os mapas de cultivo. Todas elas utilizam o serviço *Brazil Data Cube Spatial Temporal Asset Catalog (BDC-STAC)* para se comunicar com a infraestrutura do *BDC* e assim obter as imagens de *EO* para a área de interesse dentro do intervalo temporal desejado, consultar as coleções disponíveis e seus metadados, consultar os produtos agrícolas processados

utilizando os módulos do *Sen2-Agri* ou os que já estão disponíveis no repositório do projeto. Além disso, ao ser criada uma região de monitoramento, a arquitetura utiliza um outro serviço do projeto, denominado *Web Land Trajectory Service (WLTS)*, para colher amostras exclusivas para cada uma das regiões para alimentar o classificador *Random Forest* e gerar as máscaras e mapas de cultivo. Essas amostras são criadas utilizando uma coleção que abrange toda a área no intervalo espacial e temporal, filtrando como data de referência o ano anterior ao início da estação de cultivo a ser observada.

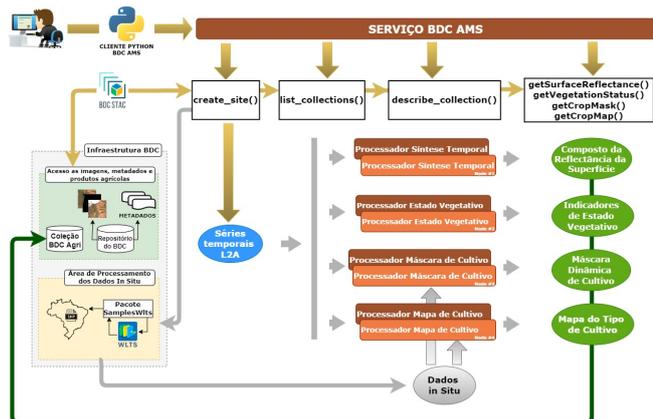


Figura 3: Arquitetura de Integração entre a infraestrutura do BDC e o pacote *Sen2-Agri*. Fonte:

#### 4. CONCLUSÕES

O desenvolvimento sustentável aliado ao aumento de produtividade de práticas agrícolas é fundamental para garantir a segurança alimentar da população mundial ao decorrer dos próximos anos. Para isso, é imprescindível a evolução de tecnologias que disponibilizam informações precisas e em tempo quase-real sobre as atividades relacionadas à agricultura. O *Sen2-Agri* é um pacote de *software* que supre essa necessidade citada anteriormente, uma vez que, a partir de imagens de satélite disponibilizadas constantemente nos repositórios de dados de projetos como *USGS*, *SciHub* etc, realiza processamentos e gera produtos agrícolas que fornecem informações sobre o estado e distribuição das culturas agrícolas.

Porém, a utilização do pacote de *software Sen2-Agri* exige uma infraestrutura computacional robusta para executar bem o seu fluxo de trabalho. Para resolver isso, foi desenvolvida

uma proposta de arquitetura que atende bem às necessidades do sistema, utilizando a infraestrutura do *Brazil Data Cube* para realizar os processamento, como também diminuir etapas do fluxo de funcionamento do *Sen2-Agri*, uma vez que alguns produtos já estão disponíveis no repositório de dados do projeto.

Como trabalho futuro, pretende-se realizar a implementação da arquitetura proposta, obtendo um serviço que irá disponibilizar ao usuário funcionalidades para obter os produtos agrícolas para a região de monitoramento desejada.

#### 5. REFERÊNCIAS

- [1] Jorge A. Delgado, Nicholas M. Short, Daniel P. Roberts, and Bruce Vandenberg. Big data analysis for sustainable agriculture on a geospatial cloud framework. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 3, 2019.
- [2] M. Weiss, F. Jacob, and G. Duveiller. Remote sensing for agricultural applications: A meta-review. *Remote Sensing of Environment*, 236:111402, 2020.
- [3] Karine R. Ferreira, Gilberto R. Queiroz, Lubia Vinhas, Rennan F.B. Marujo, Rolf E.O. Simoes, Michelle C.A. Picoli, Gilberto Camara, Ricardo Cartaxo, Vitor C.F. Gomes, Lorena A. Santos, Alber H. Sanchez, Jeferson S. Arcanjo, José Guilherme Fronza, Carlos Alberto Noronha, Raphael W. Costa, Matheus C. Zaglia, Fabiana Zioti, Thales S. Korting, Anderson R. Soares, Michel E.D. Chaves, and Leila M.G. Fonseca. Earth observation data cubes for brazil: Requirements, methodology and products. *Remote Sensing*, 12:1–19, 12 2020.
- [4] EUROPEAN SPACE AGENCY (ESA). Sentinel online. <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions>, 2020. Online; accessed 19 October 2022.
- [5] P. Milev. Integration of software solutions via an intermediary web service. *Trakia Journal of Sciences*, 17:181–185, 2019.
- [6] Pierre Defourny, Sophie Bontemps, Nicolas Bellemans, Cosmin Cara, Gérard Dedieu, Eric Guzzonato, Olivier Hagolle, Jordi Inglada, Laurentiu Nicola, Thierry Rabaute, Mickael Savinaud, Cosmin Udriou, Silvia Valero, Agnès Bégué, Jean-François Dejoux, Abderrazak El Harti, Jamal Ezzahar, Nataliia Kussul, Kamal Labbassi, Valentine Lebourgeois, Zhang Miao, Terrence Newby, Adolph Nyamugama, Norakhan Salh, Andrii Shelestov, Vincent Simonneaux, Pierre Sibiry Traore, Souleymane S. Traore, and Benjamin Koetz. Near real-time agriculture monitoring at national scale at parcel resolution: Performance assessment of the sen2-agri automated system in various cropping systems around the world. *Remote Sensing of Environment*, 221:551–568, 2019.