

## Workshop INPE, IBAMA, PUC/RIO

### Modelo de Risco de Desmatamento para Amazônia Legal

31 de junho e 1º de Julho 2025, Brasília





# Resumo do conteúdo

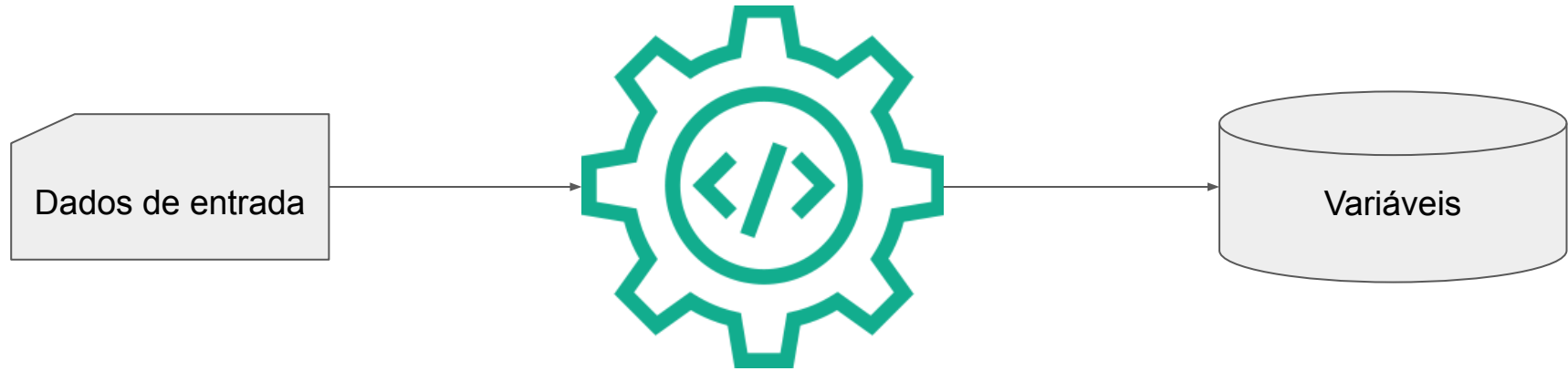
**Parte I - Banco de Dados**

**Parte II - Operacionalização do Modelo XGBoost**

**Parte III - Avaliação e Publicação dos Resultados**

## **Parte I - Banco de Dados**

- Dados de entrada
- Grupos de variáveis - dinâmicas e estáticas
- Automatização na geração das variáveis
- Disponibilização via STAC API
- Pesquisa por coleção e intervalo de tempo
- Exemplo de código para Download





## PARTE I - Banco de dados - variáveis

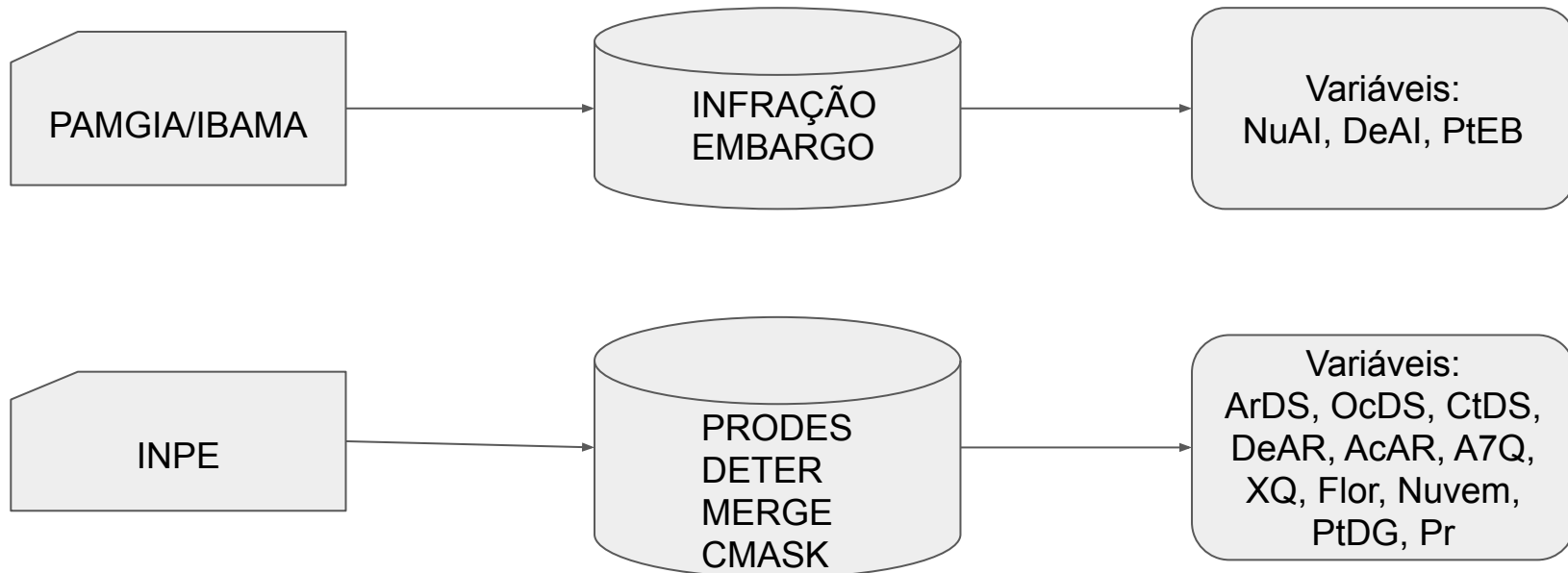
As variáveis foram definidas em um workshop em 2022 com IBAMA, MMA, SEMAS e posteriormente refinadas pela equipe do projeto em 2023.

Variáveis provenientes de dois grupos de dados de entrada, divididos pela periodicidade na produção/disponibilização. Chamados de grupo de variáveis dinâmicas e grupo de variáveis estáticas.



# Banco de dados - dados de entrada - dinâmicos

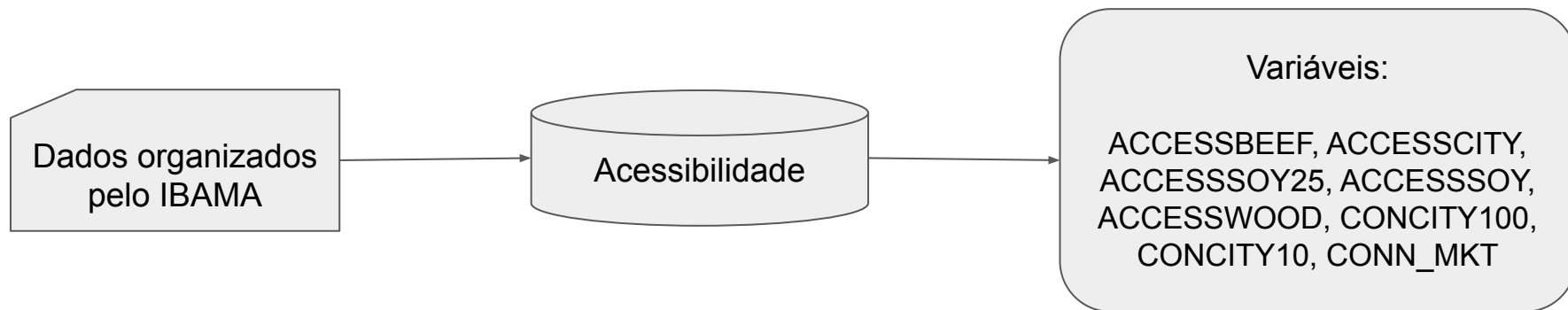
Dados produzidos e publicados de forma sistemática e com alta frequência.





# Banco de dados - dados de entrada - estáticos

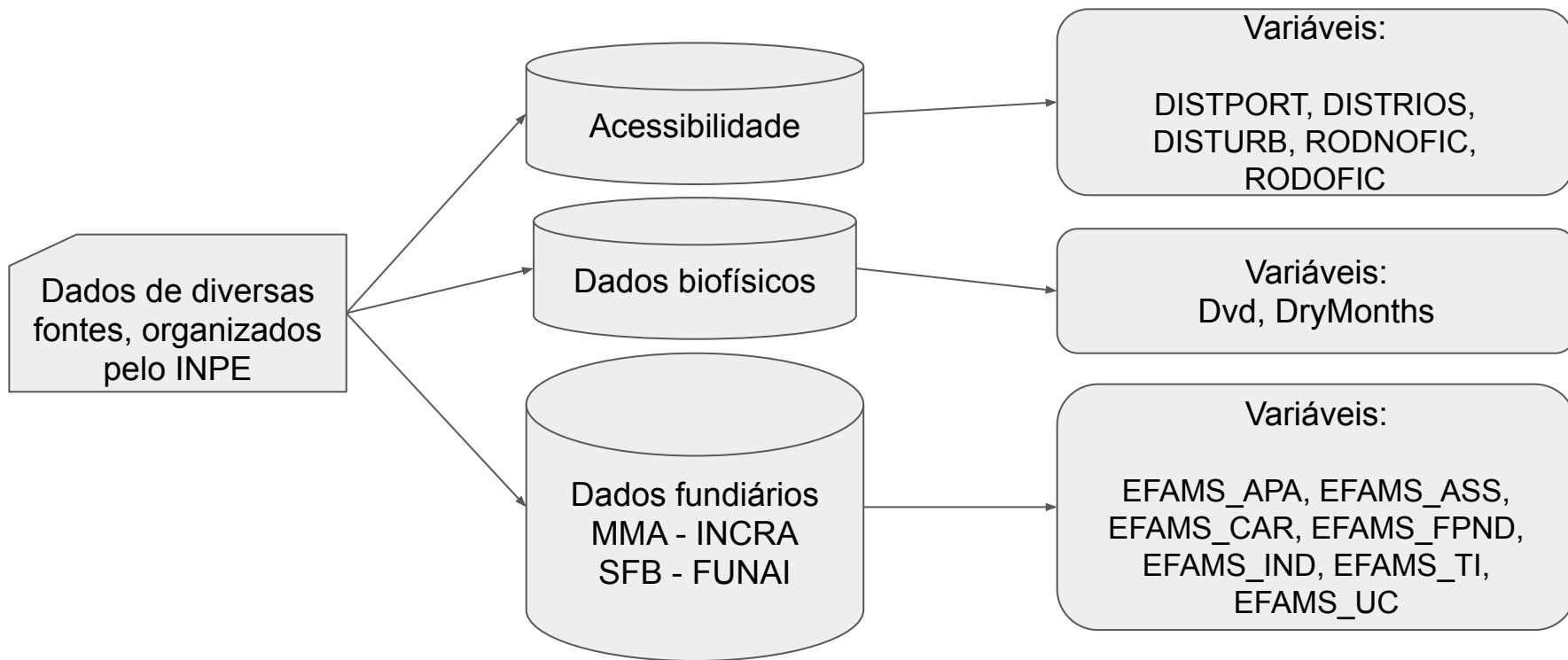
Dados produzidos e publicados com baixa frequência.





# Banco de dados - dados de entrada - estáticos

Dados produzidos e publicados com baixa frequência.





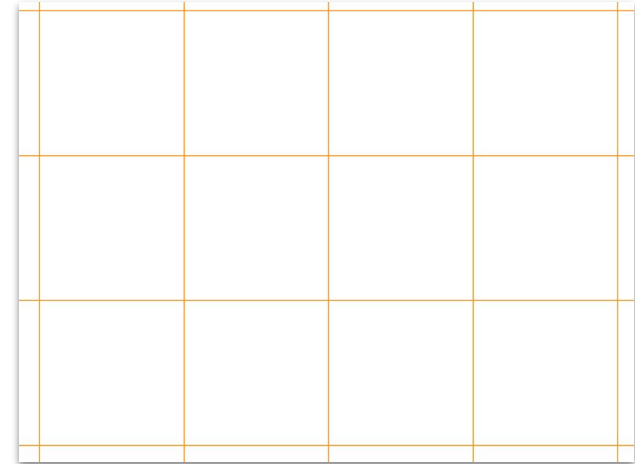


# Banco de dados - planilha detalhada

Variável	O que é	Unidade	Período	Atualização	Fonte	Automatizável	Detalhes Fonte
<u>ArDS</u>	Área de alertas de desmatamento calculada por <b>quinzena</b>	km2	2017-2023	Semanal	DETER classes de desmatamento INPE	Sim	<a href="http://terrabrasilis.dpi.inpe.br">terrabrasilis.dpi.inpe.br</a>
<u>OcDS</u>	Ocorrência de alertas de desmatamento por <b>quinzena</b>	binário (0/1)	2017-2023	Semanal	DETER classes de desmatamento INPE	Sim	<a href="http://terrabrasilis.dpi.inpe.br">terrabrasilis.dpi.inpe.br</a>
<u>CtDS</u>	Contagem de alertas de desmatamento por quinzena	unidade	2017-2023	Semanal	DETER classes de desmatamento INPE	Sim	<a href="http://terrabrasilis.dpi.inpe.br">terrabrasilis.dpi.inpe.br</a>
<u>DeAr</u>	Diferença na área quinzenal de alertas de desmatamento calculada entre a <b>quinzena</b> de referência e a quinzena anterior	km2	2017-2023	Semanal	DETER classes de desmatamento INPE	Sim	<a href="http://terrabrasilis.dpi.inpe.br">terrabrasilis.dpi.inpe.br</a>
<u>AcAr</u>	Área quinzenal acumulada de alertas de desmatamento calculada até a <b>quinzena</b> de referência.	km2	2017-2023	Semanal	DETER classes de desmatamento INPE	Sim	<a href="http://terrabrasilis.dpi.inpe.br">terrabrasilis.dpi.inpe.br</a>
<u>A7Q</u>	Área média de alertas de desmatamento das 3 <b>quinzenas</b> antes e 3 quinzenas depois da quinzena de referência e a própria quinzena nos anos anteriores	km2	2017-2023	Semanal	DETER classes de desmatamento INPE	Sim	<a href="http://terrabrasilis.dpi.inpe.br">terrabrasilis.dpi.inpe.br</a>
<u>XQ</u>	Média das áreas de alertas de desmatamento calculada para as quatro <b>quinzenas</b> anteriores à quinzena de referência, considerando uma vizinhança do tipo Queen	km2	2017-2023	Semanal	DETER classes de desmatamento INPE	Sim	<a href="http://terrabrasilis.dpi.inpe.br">terrabrasilis.dpi.inpe.br</a>
<u>Flor</u>	Área de vegetação florestal disponível e calculada para para a <b>quinzena</b>	km2	2017-2023	Semanal	PRODES INPE	Sim	<a href="http://terrabrasilis.dpi.inpe.br">terrabrasilis.dpi.inpe.br</a>
<u>Nuvem</u>							

/home/andre/Projects/AMS/Eventos\_BSB\_Manaus/BSB-workshop/Resumo\_geral\_dados.xlsx

Uso de espaço celular como estratégia para normalização da distribuição espacial dos dados de entrada.

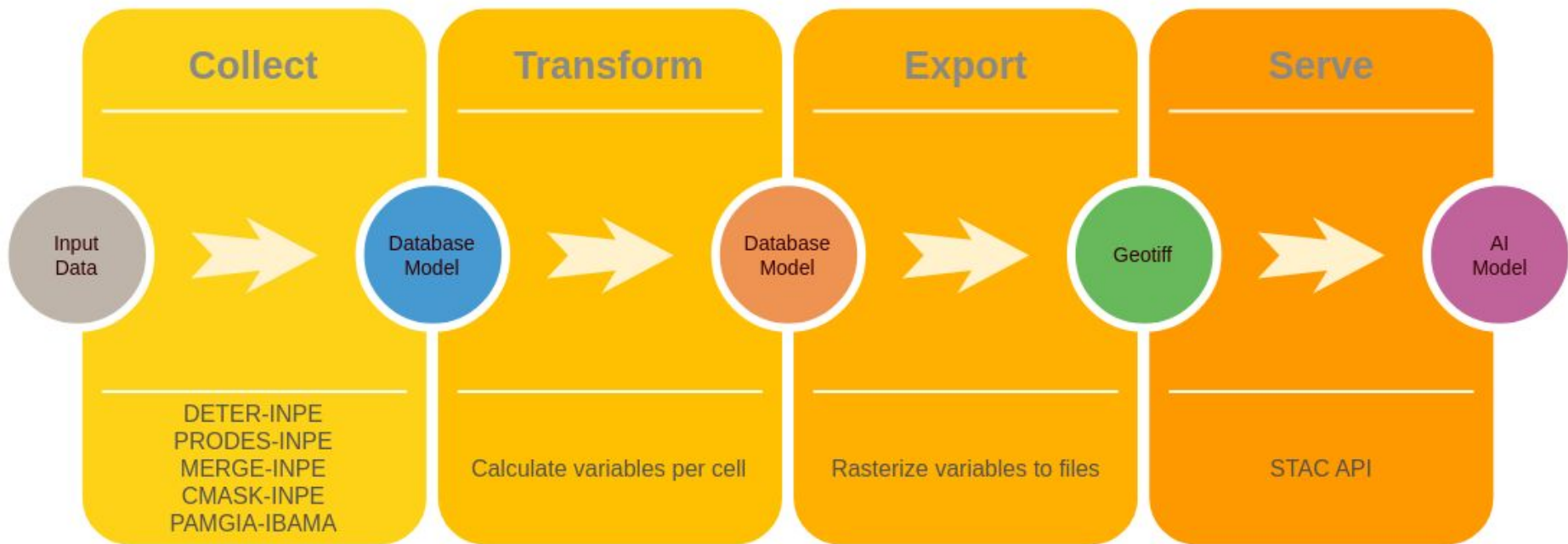


Células: 25 km X 25 km



# Banco de dados - Variáveis - produção automatizada

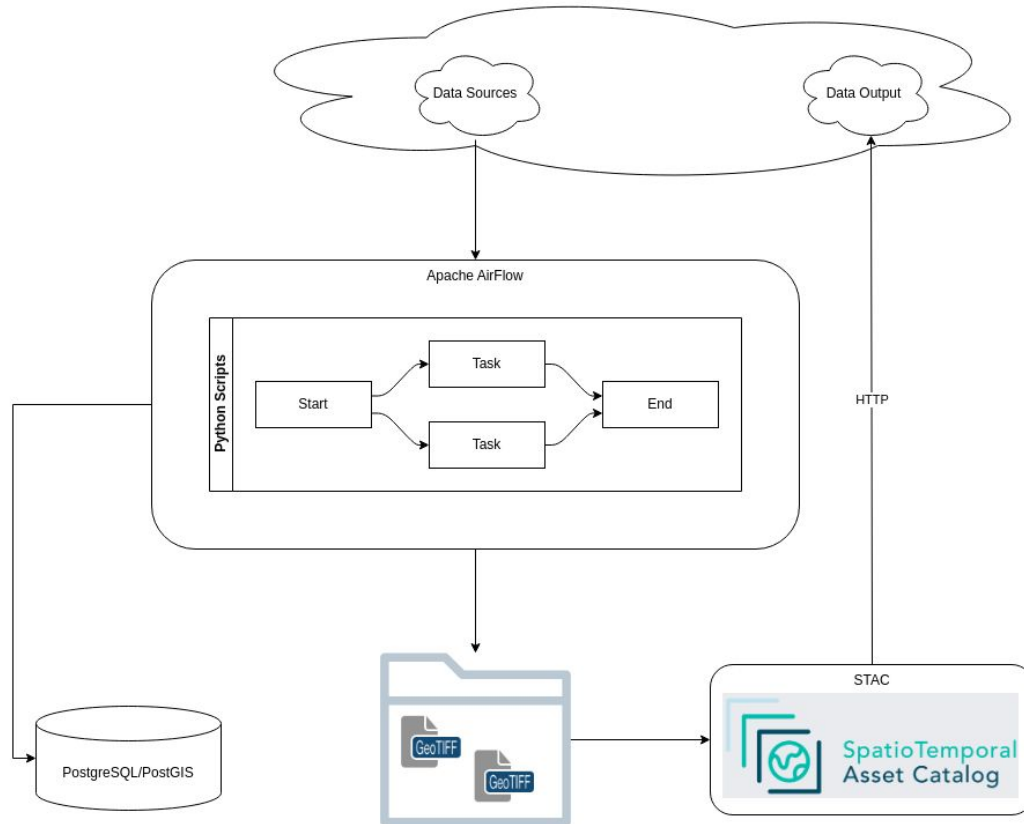
Produção das variáveis provenientes de dados produzidos com alta frequência





# Banco de dados - Variáveis - produção automatizada

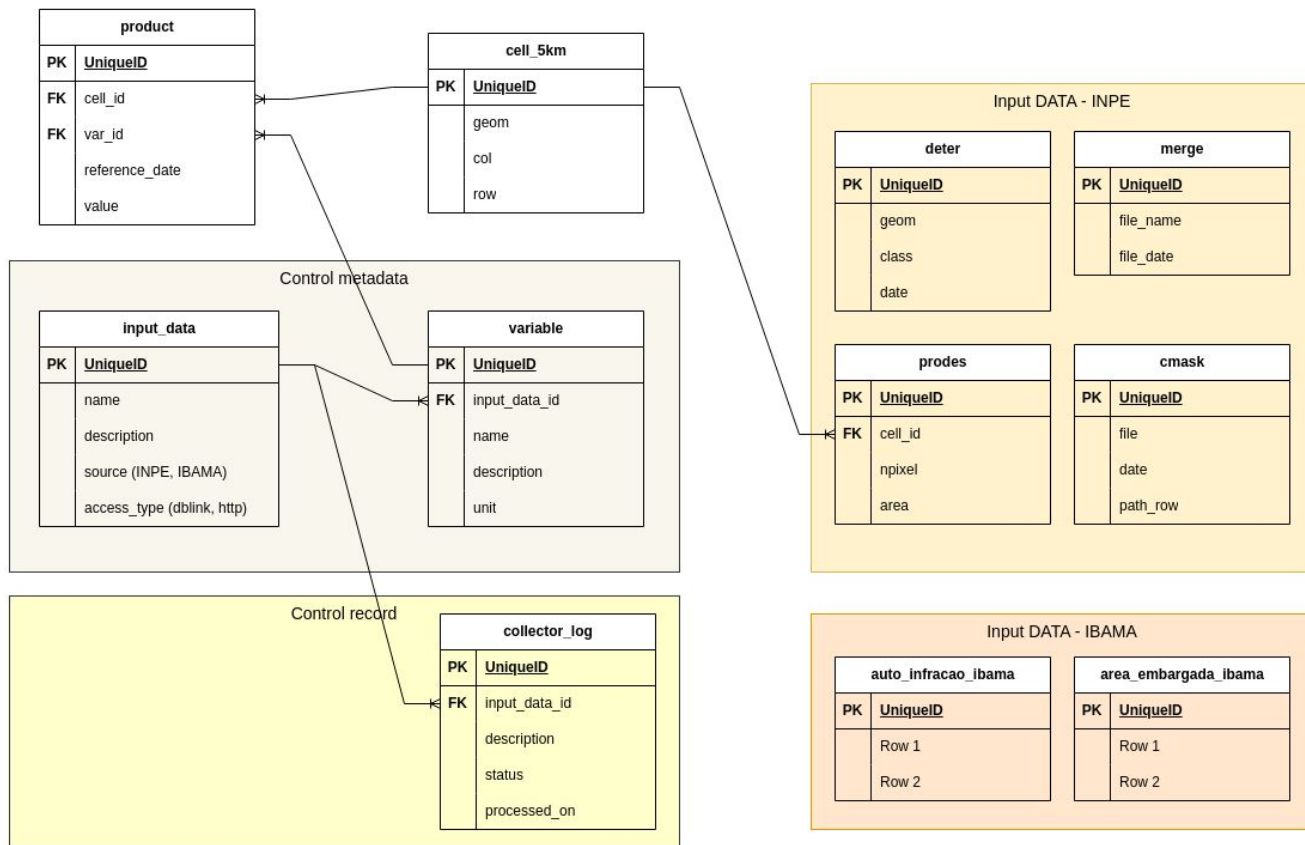
Architecture - emphasis on technology stack





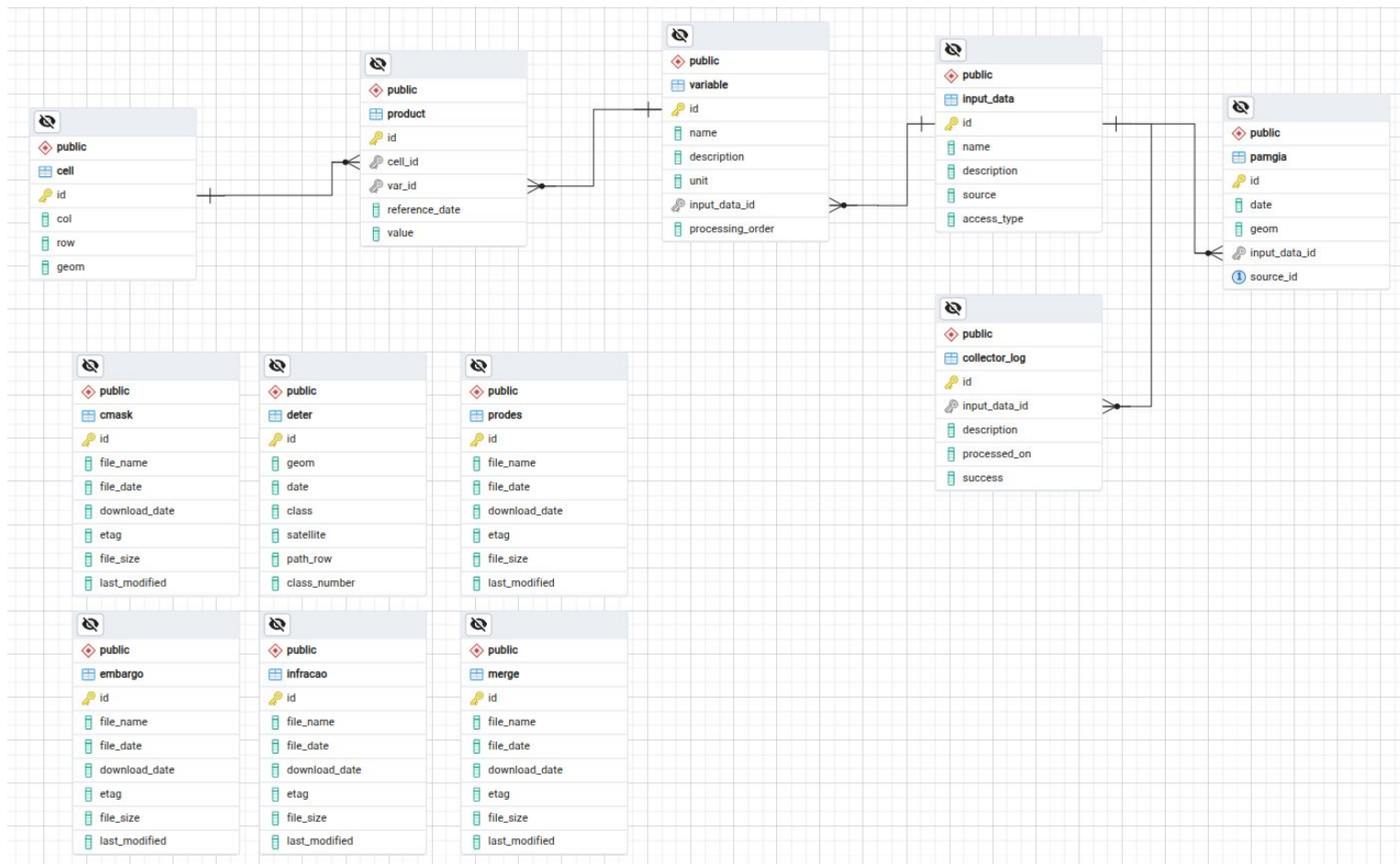
# Banco de dados - Variáveis - produção automatizada

Architecture - database model



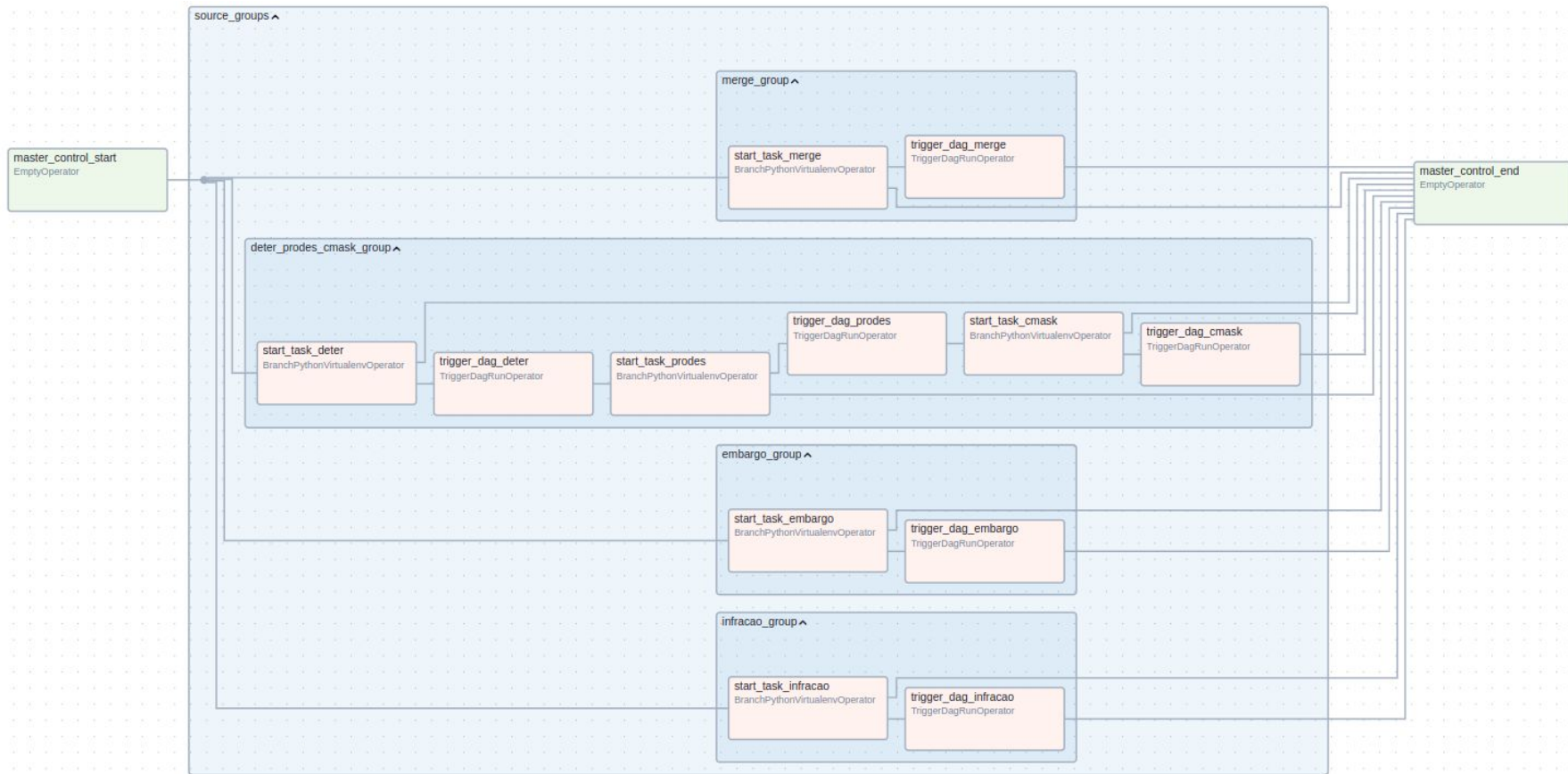


# Banco de dados - Variáveis - produção automatizada





# Banco de dados - Variáveis - produção automatizada







# Banco de dados - Variáveis - produção automatizada

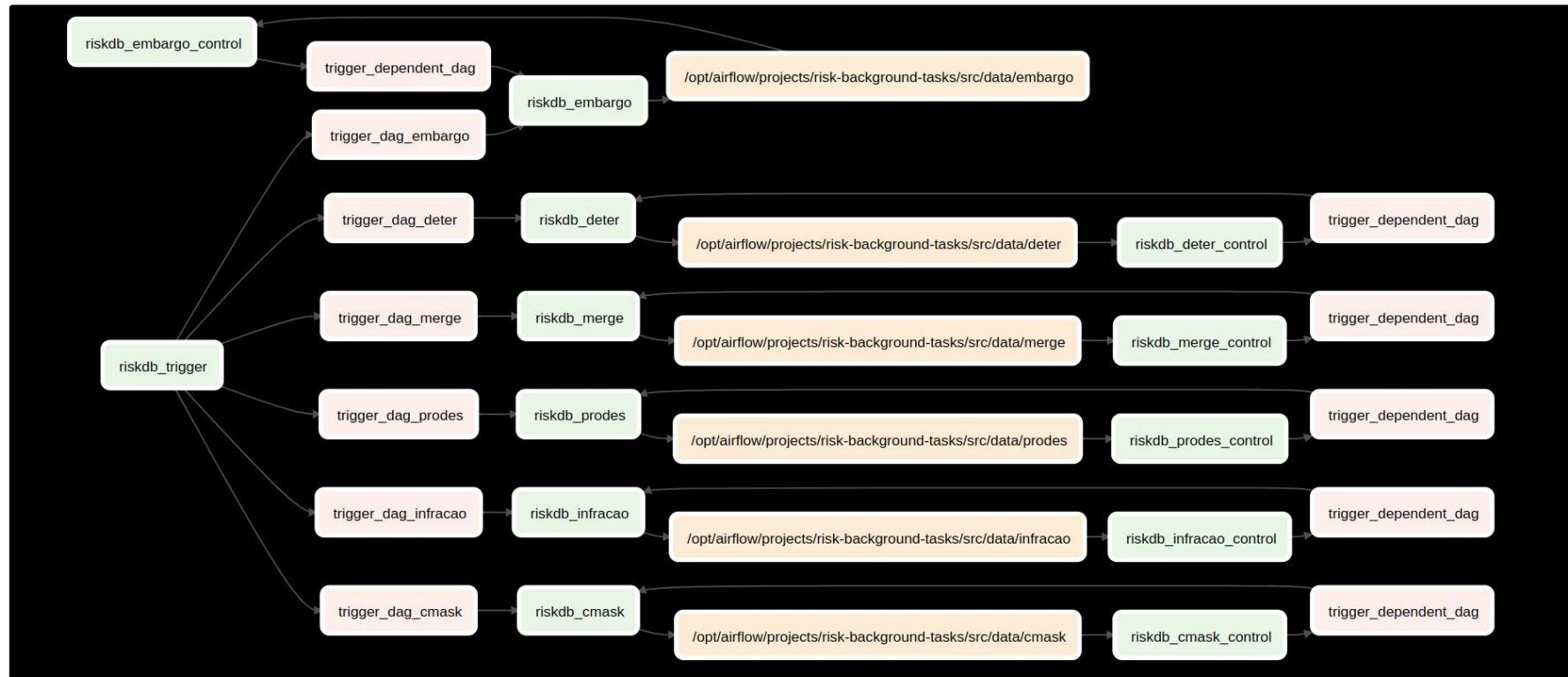
DAG Dependencies

☒ Only show DAGs with dependencies

Search for...

[dag](#) [trigger](#) [sensor](#) [dataset](#) [dataset alias](#)

Last refresh: 2025-06-26, 11:41:20







# Banco de dados - Variáveis - produção automatizada

DAG Dependencies

☒ Only show DAGs with dependencies

Search for...

dag trigger sensor dataset dataset alias

Last refresh: 2025-06-26, 11:41:20





# Banco de dados - Variáveis - produção automatizada

DAG Dependencies

☒ Only show DAGs with dependencies

Search for...

dag trigger sensor dataset dataset alias

Last refresh: 2025-06-26, 11:41:20





# Banco de dados - Variáveis - produção automatizada

## DAG Dependencies

☒ Only show DAGs with dependencies

Search for...

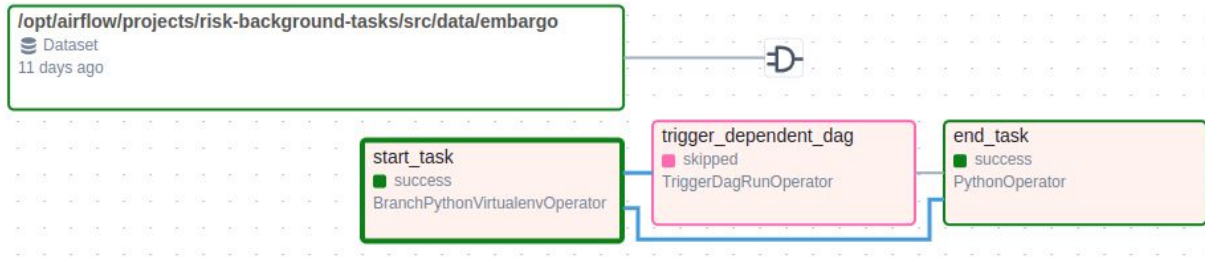
dag trigger sensor dataset dataset alias

Last refresh: 2025-06-26, 11:41:20





# Banco de dados - Variáveis - produção automatizada



<https://stacspec.org/>



Tutorials

About ▼

Get Involved ▼

## STAC SpatioTemporal Asset Catalogs

The STAC specification is a **common language to describe geospatial information**, so it can more easily be worked with, indexed, and discovered.

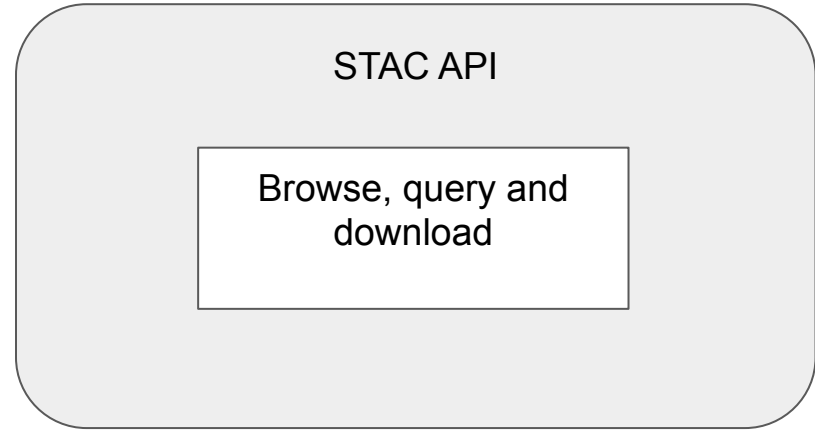
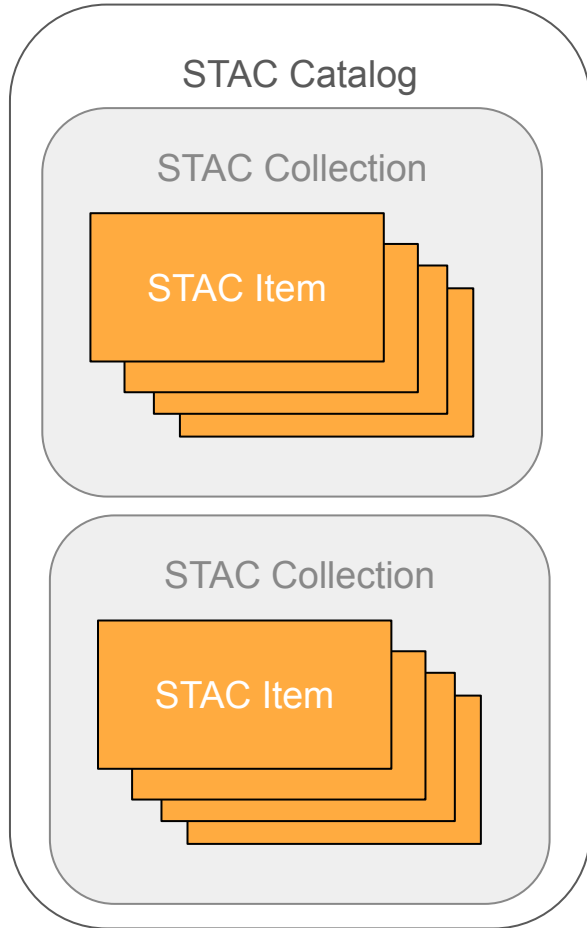
Explore Tutorials

Um Catálogo STAC (SpatioTemporal Asset Catalog) é um padrão para descrever e organizar dados geoespaciais, facilitando a descoberta e o uso desses dados, especialmente imagens de satélite e outros dados com informações de tempo e localização.

Uma API é um conjunto de regras e padrões que permite que diferentes softwares se comuniquem e troquem dados entre si. Neste caso, a API STAC é construída no padrão REST e disponibilizada via Web por meio de links auto descritivos.

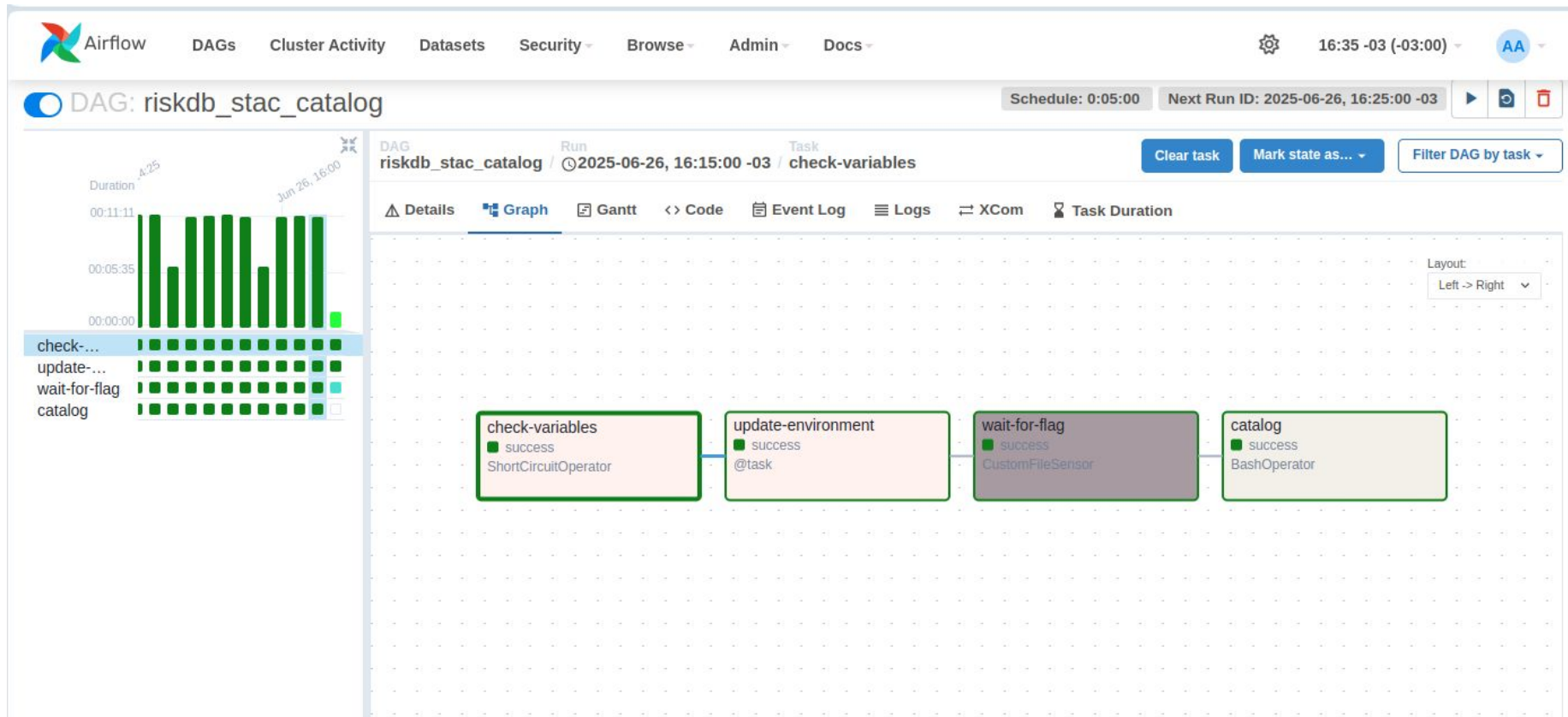


# Banco de dados - Publicação via STAC API





# Banco de dados - Publicação via STAC API







# Banco de dados - Publicação via STAC API

<https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/stac-api/v1/>

```
terrabrasilis.dpi.inpe.br/ x +
terrabrasilis.dpi.inpe.br/stac-api/v1/
Estilos de formatação ☒
{
  "stac_version": "1.0.0",
  "id": "risk-stac-api",
  "title": "Sistema de Predição de Desmatamento",
  "description": "Catálogo STAC para organização e disponibilização das imagens de risco de desmatamento e variáveis. Valor sem dados para todos os arquivos de variáveis: 9999999",
  "type": "Catalog",
  "conformsTo": [
    "https://api.stacspec.org/v1.0.0/core",
    "https://api.stacspec.org/v1.0.0/item-search",
    "https://api.stacspec.org/v1.0.0/ogcapi-features",
    "https://api.stacspec.org/v1.0.0/catalogs",
    "https://api.stacspec.org/v1.0.0/collections"
  ],
  "links": [
    {
      "rel": "self",
      "href": "https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/stac/catalog/catalog.json",
      "type": "application/json"
    },
    {
      "rel": "root",
      "href": "https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/stac/catalog/catalog.json",
      "type": "application/json"
    },
    {
      "rel": "data",
      "href": "https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/stac-api/v1/collections",
      "type": "application/json"
    },
    {
      "rel": "conformance",
      "href": "https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/stac-api/v1/conformance",
      "type": "application/json"
    },
    {
      "rel": "service-desc",
      "href": "https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/stac-api/v1/openapi.json",
      "type": "application/vnd.oai.openapi+json;version=3.0"
    },
    {
      "rel": "service-doc",
      "href": "https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/stac-api/v1/docs",
      "type": "text/html"
    },
    {
      "rel": "search",
      "type": "application/geo+json",
      "href": "https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/stac-api/v1/search",
      "method": "GET"
    }
  ]
}
```



# Banco de dados - Publicação via STAC API

<https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/stac-api/v1/docs>

FastAPI 0.1.0 OAS 3.1

/stac-api/v1/openapi.json

Servers

/stac-api/v1

default

GET	/	Landing Page	
GET	/conformance	List Conformance	
GET	/collections	List Collections	
GET	/collections/{collection_id}	Get Collection	
GET	/collections/{collection_id}/items	List Items	
GET	/collections/{collection_id}/items/{item_id}	Get Item	
GET	/search	Search Items	

Schemas

HTTPValidationError > Expand all object

ValidationError > Expand all object



# Banco de dados - Publicação via STAC API

Restfox

Workspaces > My Collection [Switch]

Filter

- PlanetRedeMaisSCCON
  - GET WMTS-capabilities
  - GET WMTS-tiles
- RISK STAC API
  - GET RISK STAC API - assets
  - GET RISK STAC API - collections
  - GET RISK STAC API - base URL
  - GET RISK STAC API - collections/collection1
  - GET RISK STAC API - search**
  - GET RISK STAC - list of data
- DETER Cerrado

Theme: Dark View: Column Environment: Default Import Export Plugins Settings Logs Star 2378

GET Theme [https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/stac-api/v1/search?collections=collection1&datetime\\_range=2023-12-16/2023-12-16](https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/stac-api/v1/search?collections=collection1&datetime_range=2023-12-16/2023-12-16) Send 200 OK 41.4 s 6.7 KB 21 days ago | 05-Jun-25 02:58:03 PM | <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/stac-api/v1/search>

Body Query (2) Header Auth Script Docs

collections	collection1	
datetime_range	2023-12-16/2023-12-16	
+ Add Item		

Path Parameters

+ Add Item

URL Preview

Theme [https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/stac-api/v1/search?collections=collection1&datetime\\_range=2023-12-16/2023-12-16](https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/stac-api/v1/search?collections=collection1&datetime_range=2023-12-16/2023-12-16)

Preview Header Request Tests Timeline

```
1 {
2   "type": "FeatureCollection",
3   "features": [
4     {
5       "type": "Feature",
6       "stac_version": "1.0.0",
7       "id": "20231216",
8       "properties": {
9         "datetime": "2023-12-16T00:00:00Z"
10      },
11      "geometry": {
12        "type": "Polygon",
13        "coordinates": [
14          [
15            [
16              6195368.0772499945,
17              8138773.424522042
18            ],
19            [
20              6195368.0772499945,
21              10588773.424522042
22            ],
23            [
24              2795368.077249995,
25              10588773.424522042
26            ],
27            [
28              2795368.077249995,
29              8138773.424522042
30            ],
31            [
32              6195368.0772499945,
33              8138773.424522042
34            ]
35          ]
36        ]
37      },
38      "links": [
39        {
40          "rel": "root",
41          "href": "https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/stac/catalog/catalog.json",
42          "type": "application/json",
43          "title": "Sistema de Predição de Desmatamento"
44        },
45        {
46          "rel": "self",
47          "href": "https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/stac/catalog/collection/2023/20231216/20231216.json"
48        }
49      ]
50    }
51  ]
52}
```

\$.store.books[\*].author



# Banco de dados - Download via STAC API

<https://gist.github.com/marcoaosilva/ff645972ff3e2cf5360e5de3d74898d7>

usage examples of stac server api

example.ipynb

<> Raw

## API usage examples

```
In [1]: import pystac
import requests

from datetime import datetime
from pathlib import Path

def get(endpoint, params=None):
    response = requests.get(endpoint, params=params)
    if response.status_code == 200:
        return response.json()
    print(f"error: {response.text}")
    return None

def download_asset(url, download_path):
    response = requests.get(url, stream=True)
    if response.status_code == 200:
        with open(download_path, "wb") as file:
            for chunk in response.iter_content(chunk_size=8192):
                file.write(chunk)
        print(f"downloaded in {download_path}")
        return True
    print(f"error downloading file {url}: {response.text}")
    return False

STAC_API_URL = "https://terrabrasil.dpi.inpe.br/stac-api/v1/"
# API documentation: https://terrabrasil.dpi.inpe.br/stac-api/v1/docs
```





# Banco de dados - Download via STAC API

<https://gist.github.com/andre-carvalho/e86fa326bed27750def74fd839a4cb3e>

download-risk-data.py U X

tools > download-risk-data.py > get\_variables

```
1 from datetime import date
2 from pathlib import Path
3 import requests
4
5 API_URL="https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/stac-api/v1/"
6 START_DATE=date(2023,12,16)
7 END_DATE=date(2023,12,16)
8 DOWNLOAD_DIR="/tmp/risk/download"
9 dynamic_variables=['ArDS', 'A7Q', 'AcAr', 'CtDS', 'DeAI', 'DeAr']
10
11
12 def get_variables(endpoint, params=None):
13     response = requests.get(endpoint, params=params)
14     if response.status_code == 200:
15         return response.json()["features"]
16     print(f"error: {response.text}")
17     return None
18
19 def download_asset(url, download_path):
20     response = requests.get(url, stream=True)
21     if response.status_code == 200:
22         with open(download_path, "wb") as file:
23             for chunk in response.iter_content(chunk_size=8192):
24                 file.write(chunk)
25             print(f"downloaded in {download_path}")
26             return True
27     print(f"error downloading file {url}: {response.text}")
28     return False
```

```
29
30 endpoint = f"{API_URL}/search"
31 datetime_range=f"{START_DATE.strftime('%Y-%m-%d')}/{END_DATE.strftime('%Y-%m-%d')}"
32 params = {
33     "collections": "collection1",
34     "datetime_range": datetime_range
35 }
36 variables = get_variables(endpoint=endpoint, params=params)
37
38 assert variables is not None
39
40 for variable in variables:
41     dynamic_vars=[]
42     for name, values in variable['assets'].items():
43         if name in dynamic_variables:
44             dynamic_vars.append(name)
45             url = values['href']
46             download_dir = Path(f"{DOWNLOAD_DIR}/{name}")
47             download_dir.mkdir(exist_ok=True, parents=True)
48             download_path = Path(f"{download_dir}/{Path(url).name}")
49             if not Path.is_file(download_path):
50                 print(f"downloading {url} ...")
51                 download_asset(url=url, download_path=download_path)
```

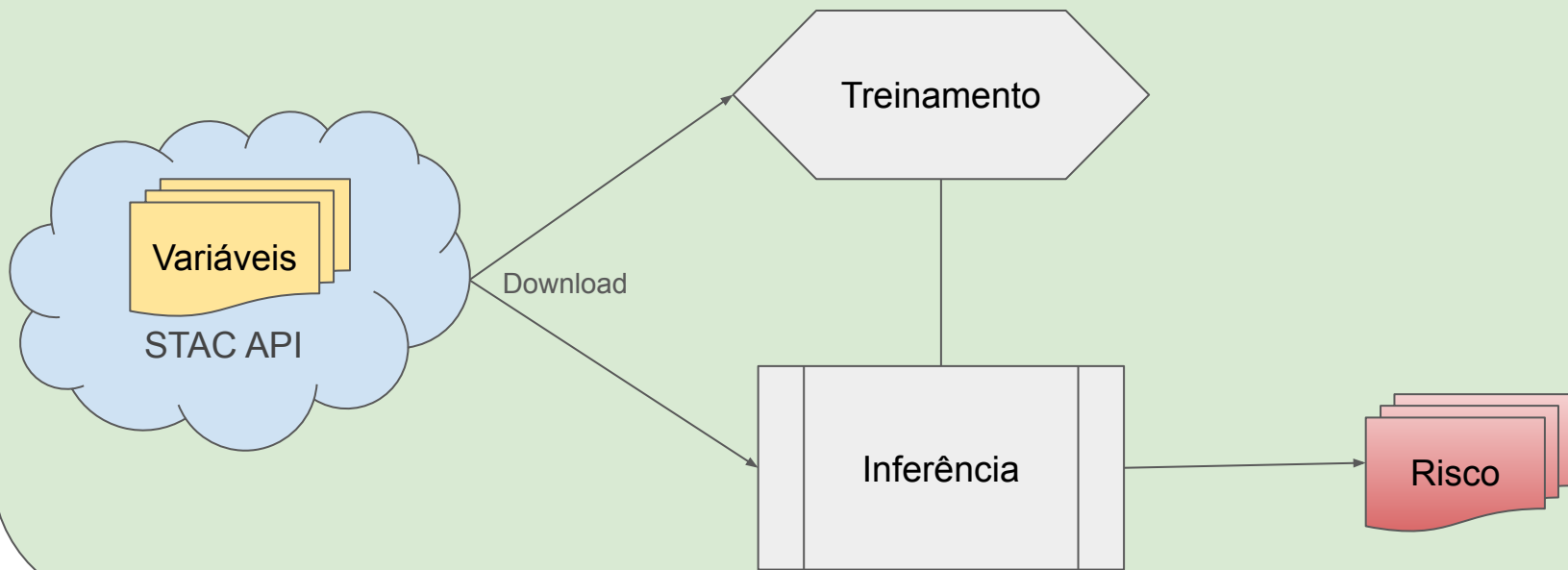
## **Parte II - Operacionalização do Modelo XGBoost**

- Ambiente de execução
- Ajuste de parâmetros de execução
- Treinamento e Inferência



## PARTE II - Operacionalização do modelo XGBoost

<Ambiente de execução de códigos Python incluindo as bibliotecas necessárias e acesso a internet>





# XGBoost - Operacionalização do modelo no INPE

Lista de bibliotecas necessárias: **requirements.txt**

```
xgboost-cpu  
scikit-learn  
scikit-image  
matplotlib  
pandas  
rasterio  
requests  
shap  
wheel  
setuptools>=67  
numpy==1.26.4  
gdal[numpy]==3.6.2
```





## XGBoost - Operacionalização do modelo no INPE

Criação de container Docker como ambiente autossuficiente, contendo o ambiente Python e todas as bibliotecas necessárias para rodar o model.

O código do modelo está adaptado para acessar a STAC API, obter os dados necessários e executar o processo de treinamento e inferência.



# XGBoost - Operacionalização do modelo no INPE

terrabilis / risk-model-environment

<> Code Issues Pull requests Actions Projects Security Insights Settings

risk-model-environment Private

Edit Pins Unwatch 2 Fork 0 Star 0

main 1 Branch 3 Tags

Go to file

Add file <> Code

andre-carvalho Fix input data download. 3556af6 · 3 weeks ago 32 Commits

env-scripts	Adding more dependencies to the requirements list	3 weeks ago
scripts	Change starting script to run the XGBoost every day	last month
.gitignore	Adding operational directory to git ignore list	last month
LICENSE	Initial commit	2 months ago
README.md	Change notes	last month
docker-build.sh	Some tweaks to build the docker image	2 months ago
docker-compose.yaml	Remove obsolete 'version' attribute from compose file	last month
xgboost_risk_model.py	Fix input data download.	3 weeks ago

README CC0-1.0 license

## risk-model-environment

The risk model deployment environment based on Python and XGBoost.

Use the docker-build.sh script to generate the Docker image.

The prerequisites for running this script are:

- The Docker environment;
- The Ubuntu 24.04 operating system.

### To run on localhost

Use the following command in a terminal shell such as bash to test the Docker image on localhost. \$PWD should be the root path of the repository. In the terminal, navigate to that location before run the

About

The risk model deployment environment based on Python and XGBoost.

Readme CC0-1.0 license Activity Custom properties 0 stars 2 watching 0 forks

Releases

3 tags [Create a new release](#)

Packages

No packages published [Publish your first package](#)

Languages

Python	86.5%
Shell	7.0%
Dockerfile	6.5%

Suggested workflows

Based on your tech stack

Python Package using Anaconda

Configure

Create and test a Python package on multiple Python versions using

## **Parte III - Avaliação e Publicação dos Resultados**

- Aplicativo de apoio à avaliação dos resultados
- Publicação do dado de risco na aplicação AMS



# XGBoost - Operacionalização do modelo

<https://terrabilis.dpi.inpe.br/forecast-viewer-homologation/Results>

app

**Results**

Maps

Validate

Models

Refresh Data

---

Experiments:

XGBoost-25k-full x

Aggregation:

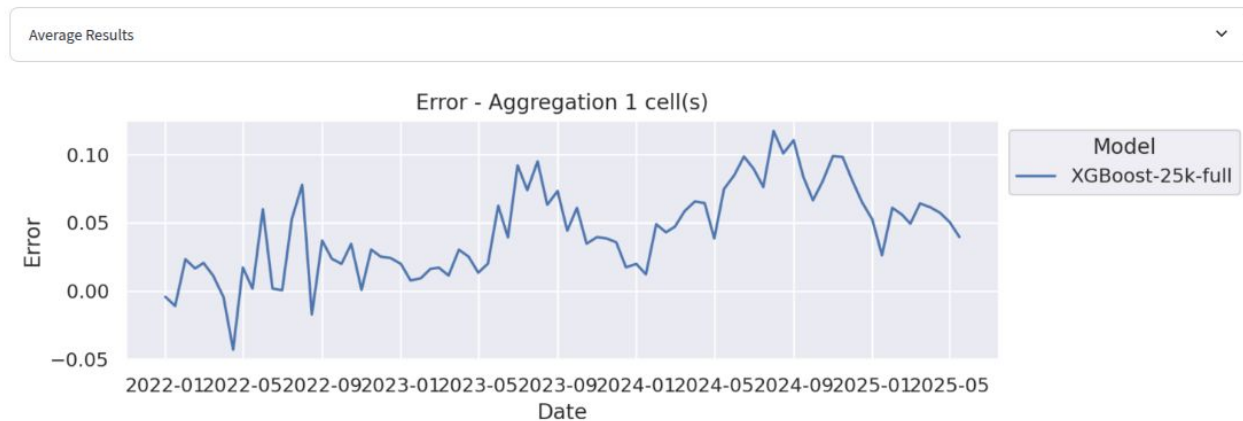
1

Metric:

Error

Auxiliary Data

Choose an option





# XGBoost - Operacionalização do modelo

<https://terrabilis.dpi.inpe.br/ams-homologation/>

