

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

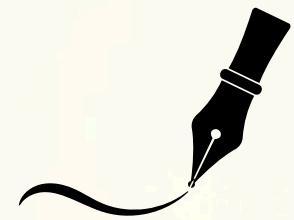
# Uso de Embeddings para Detecção de **Distúrbios Florestais**

Mestranda CAP: Carla Aparecida de Almeida Paula

Orientadores: Dra. Karine Reis Ferreira | Dr. Alby Rocha

SER300 e CAP 395 – Introdução à Geoinformática

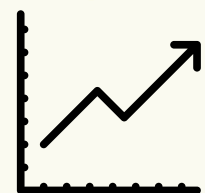
# 1. OBJETIVO DA PESQUISA



Avaliar a eficácia no uso de Embeddings gerados por Modelos de Fundação na detecção de distúrbios.



Reduzir a dependência de grandes volumes de dados rotulados manualmente.



Analisar as melhores variáveis espectrais e espaciais para geração de vetores.

## 2. INTRODUÇÃO - O QUE SÃO DÍSTURBIOS?

É tudo aquilo que altera a estrutura biológica e dinâmica da vegetação, podendo ocorrer de forma natural ou antrópica em diferentes níveis ecológicos. (CHAZDON, 2003 apud ARAÚJO et al., 2016)

### Distúrbios Antrópicos

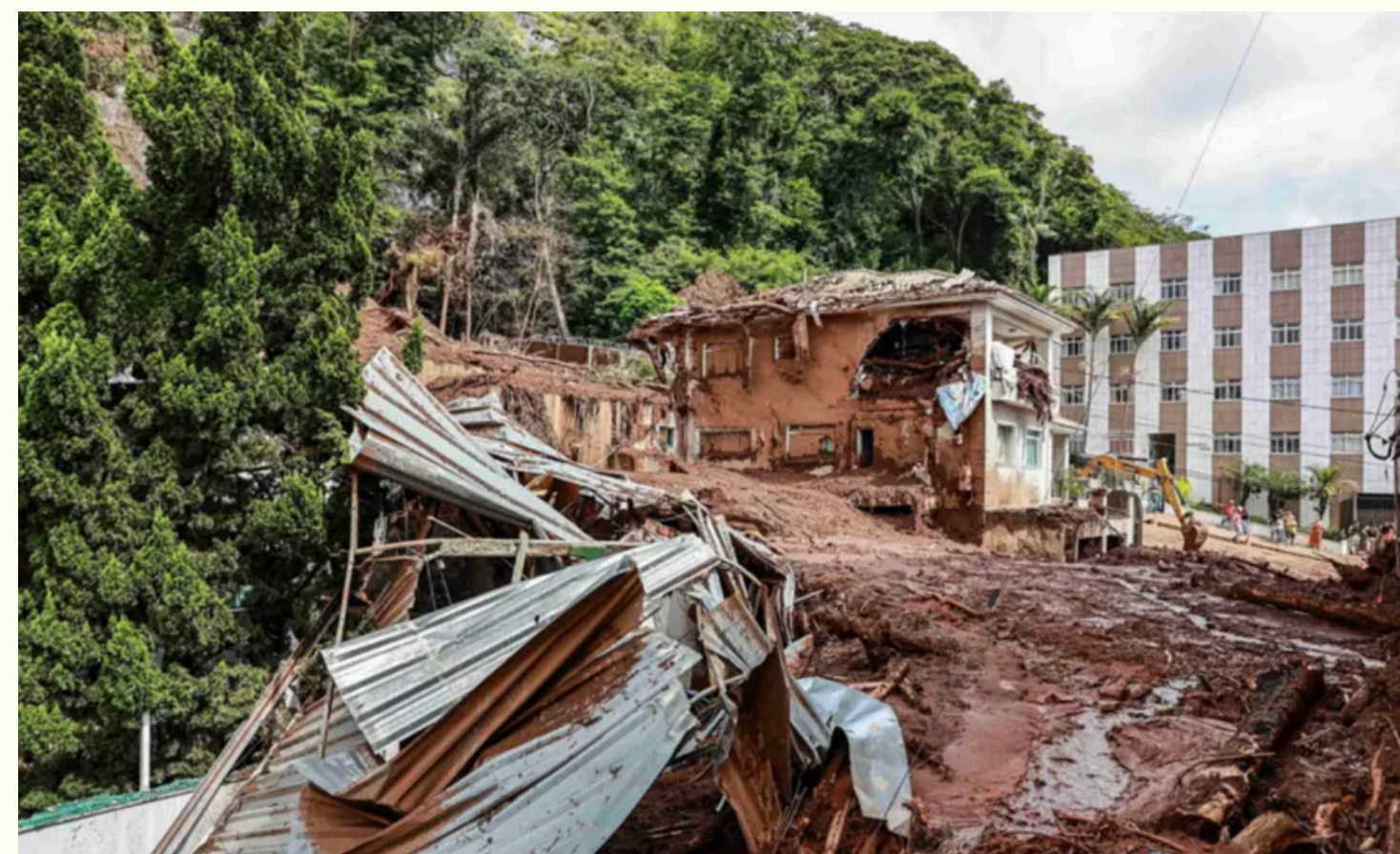
- degradação de um ecossistema natural  
exemplo: Extração de Madeira



Fonte: INPE e MMA, 2008

## Distúrbios Naturais

- Acontece sem intervenção humana.  
exemplo: deslizamentos



Fonte: Morro do Cristo, no centro de Juiz de Fora, 2026

## Distúrbios Abruptos

- Fenômeno florestal em que árvores são arrancadas pelas raízes ou quebradas devido a ventos fortes

## E como são detectados esses distúrbios?



- É o sistema de monitoramento diário do INPE, que emite alerta diários ou avisos dos locais onde teve uma degradação da vegetação nativa. (Portal de Dados Geoespaciais do INPE,2026)

- **Exemplo:** corte raso, mineração, locais de degradação florestal.



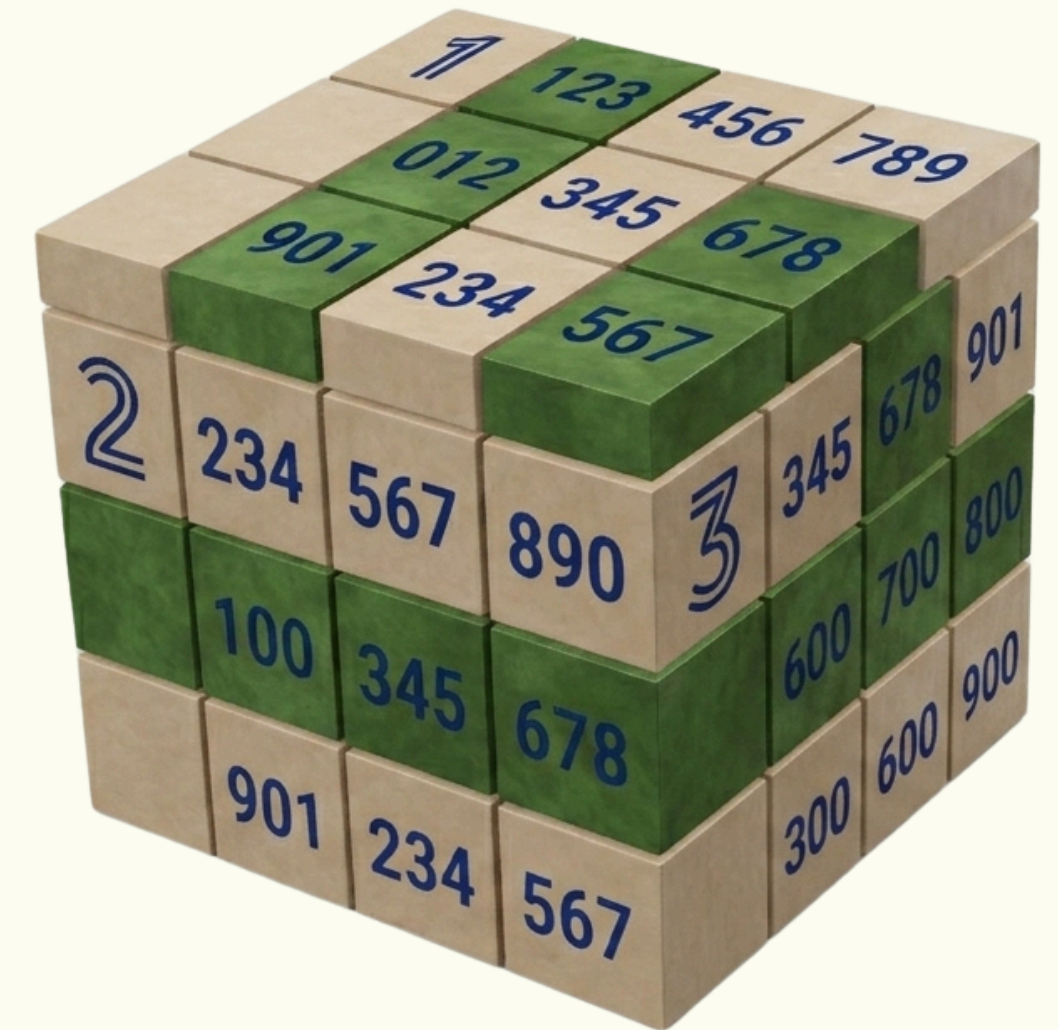
- O Prodes é o sistema de monitoramento anual da supressão de vegetação nativa. (Portal de Dados Geoespaciais do INPE,2026)
- **Exemplo:** Monitoriamento do Corte Raso, gerando um relatório anual para todos os Biomas.

# E como melhorar a eficácia dessa detecção de distúrbios?

- São técnicas usadas para transformar dados complexos em formas mais simples e compreensíveis.
- Transformação dos dados em vetores compactos.

Esses números são coordenadas que representam o significado e as características de um objeto (imagem) dentro de um espaço dimensional.

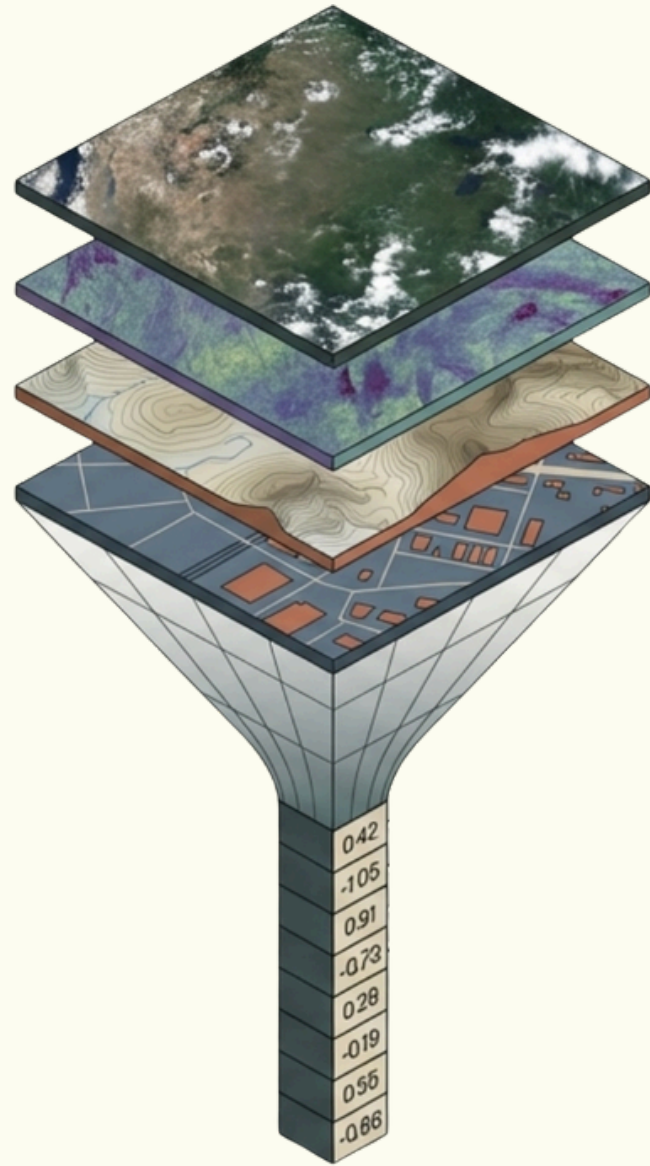
Embeddings → lista ordenada de números



Fonte: Autora

# Como são gerados os Embeddings?

## Modelos de Fundação



Fonte: Autora

AlphaEarth Foundations (que é o Modelo de Fundação) a extrai as características espaciais e temporais da imagem e transforma em vetores.

Em seguida, o Random Forest (que é o Classificador Supervisionado disponível dentro do Google Earth Engine) lê esses embeddings e decide o que é floresta e o que é cicatriz de vento.

### **3. Como foi feita a Metodologia? - Preparação da Amostra**

- Selecionar Tipo de Distúrbio, tamanho da amostra.
- Selecionar a Área . Exemplo: (tile (C56L49) DETER)
- Adicionar o Ano de ocorrência do distúrbio.

**OBS: tile – Pequeno Bloco**

## Delimitação da área ( C56L49) / Seleção do tile específico



Feição	Valor
fid	202755
id	C56L49
Classe	Desmatamento_CR
Data	17/05/2023
Sensor	WFI
Satélite	AMAZONIA-1
UF	AM
Ano	2023

## 3.1 Como foi feita a Metodologia? - Ingestão dos Dados

- Ingestão dos dados do Qgis(.zip) para a plataforma Google Earth Engine
- Seleção do Polígonos Manual (Treino, Teste e Validação)

# Plataforma Google Earth Engine



Seleção de Poligonos na  
area de Floresta feitos no  
Qgis

## 4. Quais foram os resultados?

Classe de Uso do Solo	Quantidade de Dados (Pixels)	Proporção (%)
Floresta	100.722	77,97%
Desmatamento por Corte Raso (CR)	28.466	22,03%
Total Geral	129.188	100,00%

**Tabela 1: Distribuição absoluta e proporcional dos dados estruturados por Classe.**

## 6. Quais foram as conclusões?

- Viabilizou a modelagem metodológica, a estruturação e a extração automatizada de atributos espectrais a partir de polígonos de referência,.
- Mostrou o uso do ambiente em cloud mostrou eficiente para o manejo de volumes massivos de dados geográficos.
- Possibilidade de usar técnicas para detecção de distúrbios florestais usando algoritmos de machine learning através de técnicas de Embeddings.

## 6. Quais são os próximos passos?

- Selecionar outros tipos de distúrbios para verificar a acurácia do modelo
- Fazer o teste com outros tipos de algoritmos como Deep Learning
- Verificar a possibilidade de usar o BDC para realizar a geração dos embeddings
- Adaptação do Código de JavaScript para o Python ou R

# Referências Bibliográficas

- Google Earth Engine. Disponível em: <https://earthengine.google.com>. Acesso 25 de Maio de 2026.
- Mota, F. B. D. S., Ferreira, K. R., and Escada, M. I. S.: Evaluating Forest Disturbance Detection Methods based on Satellite Image Time Series for Amazon Deforestation Alerts, Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLVIII-3-2024, 357–364, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVIII-3-2024-357-2024>, 2024.
- Brown, F. Christopher, Kazmierski R. Michal e autores. AlphaEarth Foundations: An embedding field model for accurate and efficient global mapping from sparse label data. Disponível em : <https://storage.googleapis.com/deepmind-media/DeepMind.com/Blog/alphaearth-foundations-helps-map-our-planet-in-unprecedented-detail/alphaearth-foundations.pdf>, 2025.
- GOOGLE. Embeddings: espaço de embedding e embeddings estáticos. In: GOOGLE. Machine Learning Crash Course. [S. l.]: Google Developers, [2026?]. Disponível em: Inserir um pouquinho de texto. Acesso em: 26 maio 2026.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Banner PRODES. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/OBT/imagens/outras-imagens/prodes-banner.png/view>. Acesso em: 26 maio 2026.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). DETER: Monitoramento diário da supressão e degradação de vegetação nativa. Portal de Dados BiomasBR. Disponível em: <https://data.inpe.br/biomasbr/deter-monitoramento-diario-da-supressao-e-degradacao-de-vegetacao-nativa/>. Acesso em: 26 maio 2026.
- RODRIGUES, T. H. de A. Distúrbios antrópicos alteram as propriedades das redes de interações foréticas em florestas tropicais. 2019. 69 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufla.br/items/98404c1f-5bdf-4ba3-bec9-7aac353f2c06>. Acesso 20 de maio de 2026.

**Obrigada!**