



Seca e ação humana alteram fisionomia da Caatinga: Identificação de áreas áridas no Semiárido brasileiro

Prof. Humberto Alves Barbosa

Instituto de Ciências Atmosféricas da Universidade Federal de Alagoas, Brasil

barbosa33@gmail.com

<https://lapismet.com.br/>

8 a 10 de Julho de 2025

Faculdade de Ciências e Tecnologia

Universidade de Cabo Verde (Presencial e Online)

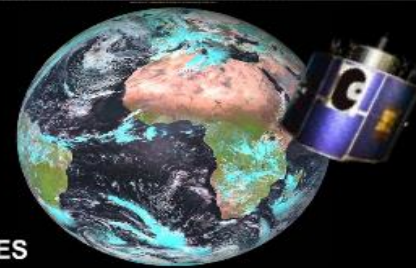


RISCOS
ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
DE RISCOS, PREVENÇÃO
E SEGURANÇA

**LAPIS**

<https://lapismet.com.br/>

LABORATÓRIO DE ANÁLISE E PROCESSAMENTO DE IMAGENS DE SATÉLITES



MOTIVAÇÃO

- Depois de uma trajetória dedicada à C,T&I do Semiárido brasileiro;
- Identifiquei recentemente um **agravamento recente da situação ambiental e climática da região**, com impactos socioeconômicos dramáticos (Barbosa, 2023; Barbosa, 2024);
- Projeções da mudança climática não são animadoras (Barbosa et. al., 2024);
- **Os desafios ao desenvolvimento da região estão maiores.**

No contexto das emergências climáticas, contribuir com o avanço da C,T&I do Semiárido brasileiro, aplicado a setores econômicos estratégicos, visando a adaptação climática e o desenvolvimento socioeconômico sustentável na região.



RISCOS
ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
DE RISCOS, PREVENÇÃO
E SEGURANÇA

DEPGEOTUR
DEPARTAMENTO
DE GEOGRAFIA
E TURISMO



1 2 9 0
FACULDADE DE LETRAS
UNIVERSIDADE D
COIMBRA



UNIVERSIDADE
CABO VERDE



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E
TECNOLOGIA

ci .dl t



ESCOLA NACIONAL DE
BOMBEIROS



1. INTRODUÇÃO

O PROBLEMA ...

Os sinais de **degradação ambiental** podem ser evidentes quantitativamente em vários indicadores.

COMO IDENTIFICAR???

O único indicador mais aceito é a **baixa cobertura vegetal**, como um sinalizador do início do processo de degradação.

ONDE???

O Semiárido brasileiro ...

(...) regime de chuvas

(...) vegetação

(...) população

POR QUÊ???

(...) secas e desertificação



RISCOS
ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
DE RISCOS, PREVENÇÃO
E SEGURANÇA

DEPGEOTUR
DEPARTAMENTO
DE GEOGRAFIA
E TURISMO



1 2 9 0
FACULDADE DE LETRAS
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA



UNIVERSIDADE
CABO VERDE
uni



fct
FACULDADE DE
CIÊNCIAS E
TECNOLOGIA



ci.dl.t



INSTITUTO NACIONAL DE
EMERGÊNCIA E PROTEÇÃO CIVIL



E.N.B.
ESCOLA NACIONAL DE
BOMBEIROS



INSTITUTO NACIONAL DE
EMERGÊNCIA E PROTEÇÃO CIVIL

O Semiárido Brasileiro (SAB)

Área de 969.589,4 km²
(MI, 2005)

População > 23 milhões de
habitantes

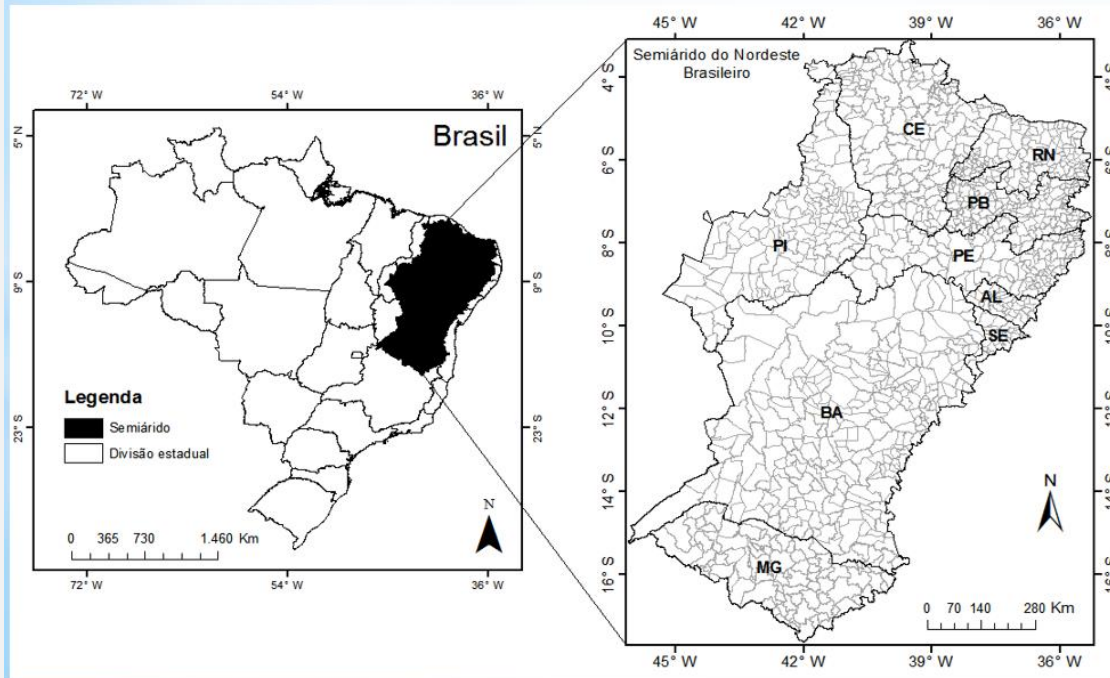
Temperaturas médias:
Mínima de 20°C
Máxima de 30°C

Média anual pluviométrica
que varia entre 300 a 800 mm

A região que se enquadra a
definição da UNCCD
sobre desertificação
(Pan Brasil, 2004)

uma variedade de solos
pobres e rasos:
Latossolos (19%)
Neossolos Litólicos (19%)
Argissolos (15%)
Luvissolos (13%)

Índice de Desenvolvimento
Humano (IDH), apresenta
os menores valores em
renda, educação e saúde.
(PNUD, 2010)



RISCOS
ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
DE RISCOS, PREVENÇÃO
E SEGURANÇA

DEPGEOTUR
DEPARTAMENTO
DE GEOGRAFIA
E TURISMO



1 2 9 0
FACULDADE DE LETRAS
UNIVERSIDADE DE COIMBRA



UNIVERSIDADE
CABO VERDE
uni



fct
FACULDADE DE
CIÊNCIAS E
TECNOLOGIA

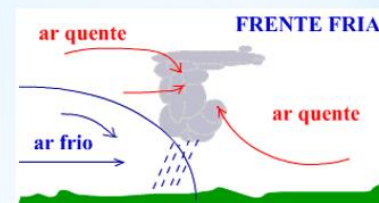


Sistemas atmosféricos que atuam no SAB

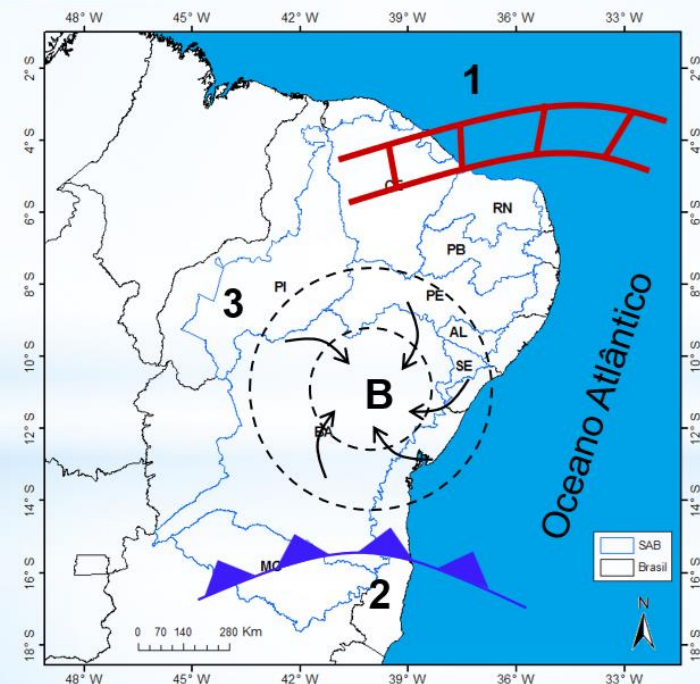
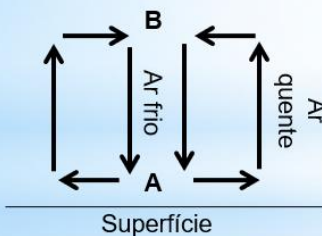
1. Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)



2. Frentes frias

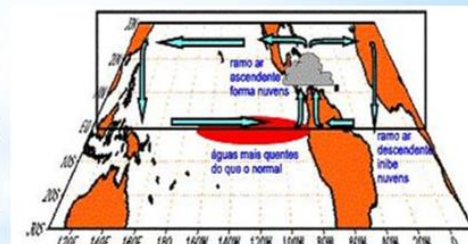


3. Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN)



Localização dos sistemas atmosféricos

4. El Niño



RISCOS
ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
DE RISCOS, PREVENÇÃO
E SEGURANÇA

DEPGEOTUR
DEPARTAMENTO
DE GEOGRAFIA
E TURISMO

1 2 9 0
**FACULDADE DE LETRAS
UNIVERSIDADE D
COIMBRA**

UNIVERSIDADE
CABO VERDE
uni

fct
FACULDADE DE
CIÊNCIAS E
TECNOLOGIA

ci .dl t



ENB
ESCOLA NACIONAL DE
BOMBEIROS



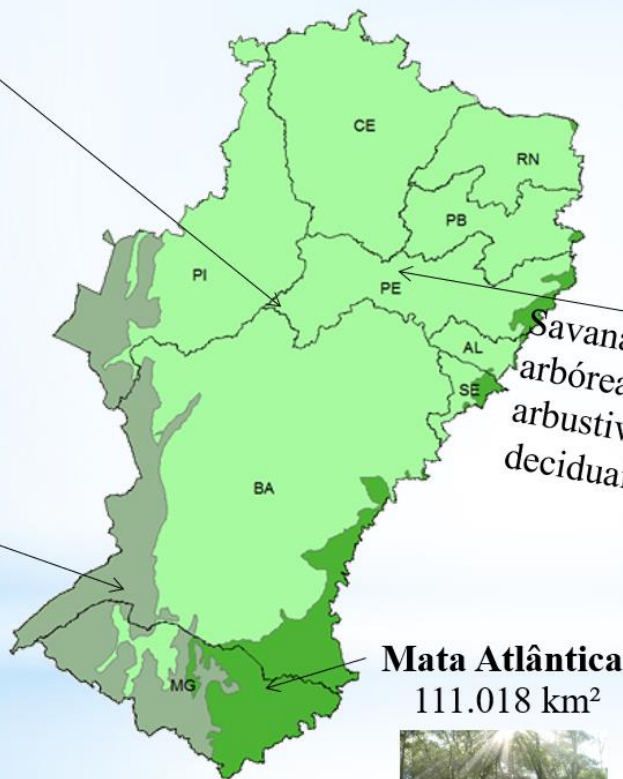
Vegetação do SAB

BIOMAS

Caatinga
844.453 km²



Cerrado
203.664 km²



Savana estépica
arbórea,
arbustiva,
deciduais

Mata Atlântica
111.018 km²



Estação chuvosa



Estação seca



Condição de seca

Tipo de cobertura vegetal, conforme o período sazonal do SAB. (BARBOSA, 2014)



RISCOS
ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
DE RISCOS, PREVENÇÃO
E SEGURANÇA

DEPGEOTUR
DEPARTAMENTO
DE GEOGRAFIA
E TURISMO



1 2 9 0
FACULDADE DE LETRAS
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA



UNIVERSIDADE
CABO VERDE
uni



fct
FACULDADE DE
CIÊNCIAS E
TECNOLOGIA

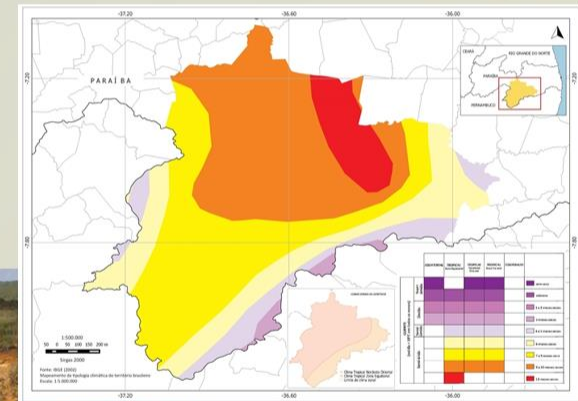
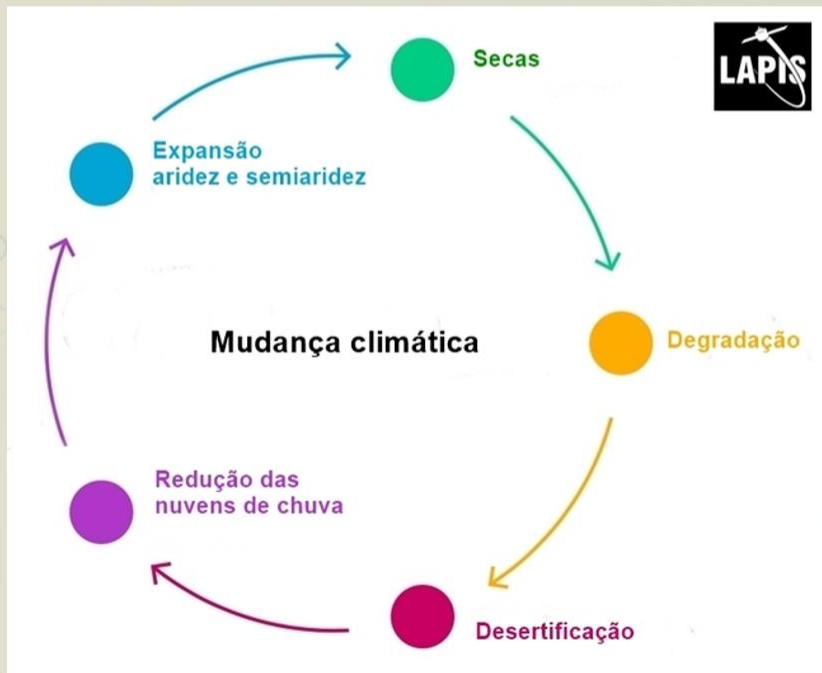


ENB
ESCOLA NACIONAL DE
BOMBEIROS



UM CÍRCULO VICIOSO QUE SE RETROALIMENTA

Aumento de eventos extremos (secas-relâmpago) agrava o processo de degradação das terras, piora a aridez e a desertificação.



RISCOS
ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
DE RISCOS, PREVENÇÃO
E SEGURANÇA

DEPGEOTUR
DEPARTAMENTO
DE GEOGRAFIA
E TURISMO

1290
FACULDADE DE LETRAS
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA

UNIVERSIDADE
CABO VERDE
uni

fct
FACULDADE DE
CIÊNCIAS E
TECNOLOGIA

ci.dl.t

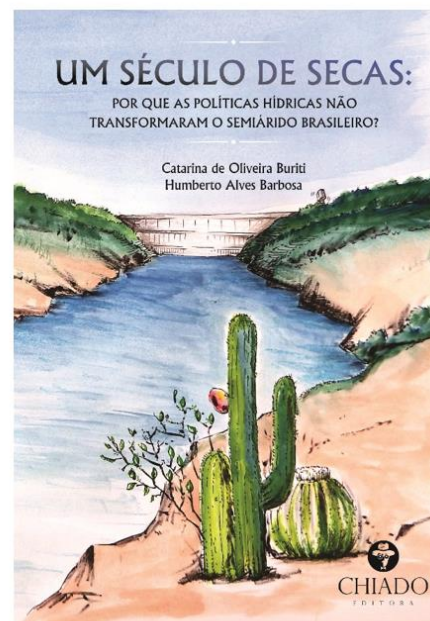
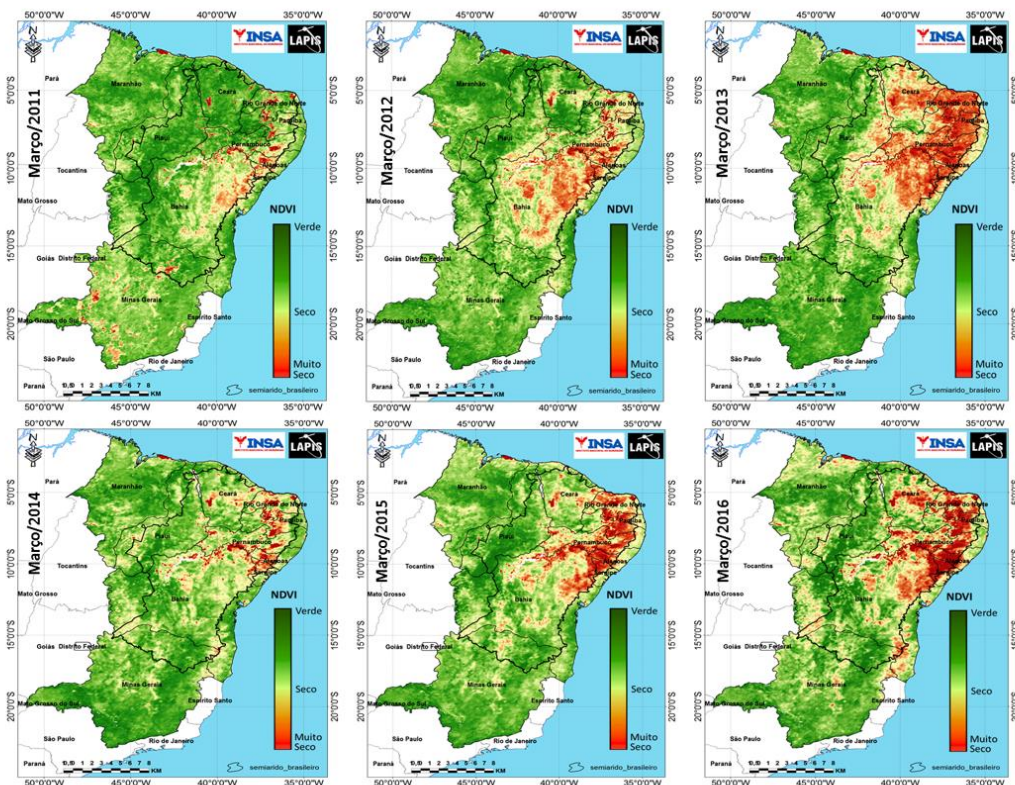


ENB
ESCOLA NACIONAL DE
BOMBEIROS



Vulnerabilidade ecológica

No período 2010-2017, a região semiárida brasileira enfrentou a “seca do século”, considerada a pior já registrada na história científica do Brasil.



<https://www.letrasambientais.org.br/sobre-livro>



RISCOS
ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
DE RISCOS, PREVENÇÃO
E SEGURANÇA

DEPGEOTUR
DEPARTAMENTO
DE GEOGRAFIA
E TURISMO

1 2 9 0
**FACULDADE DE LETRAS
UNIVERSIDADE DE COIMBRA**

UNIVERSIDADE
CABO VERDE
uni

fct
FACULDADE DE
CIÊNCIAS E
TECNOLOGIA

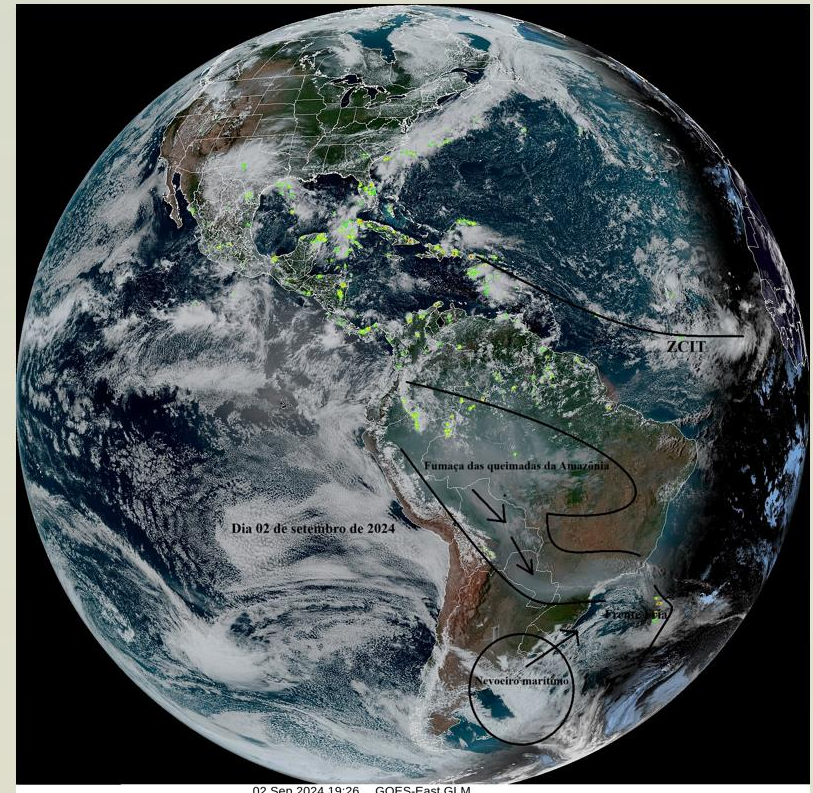
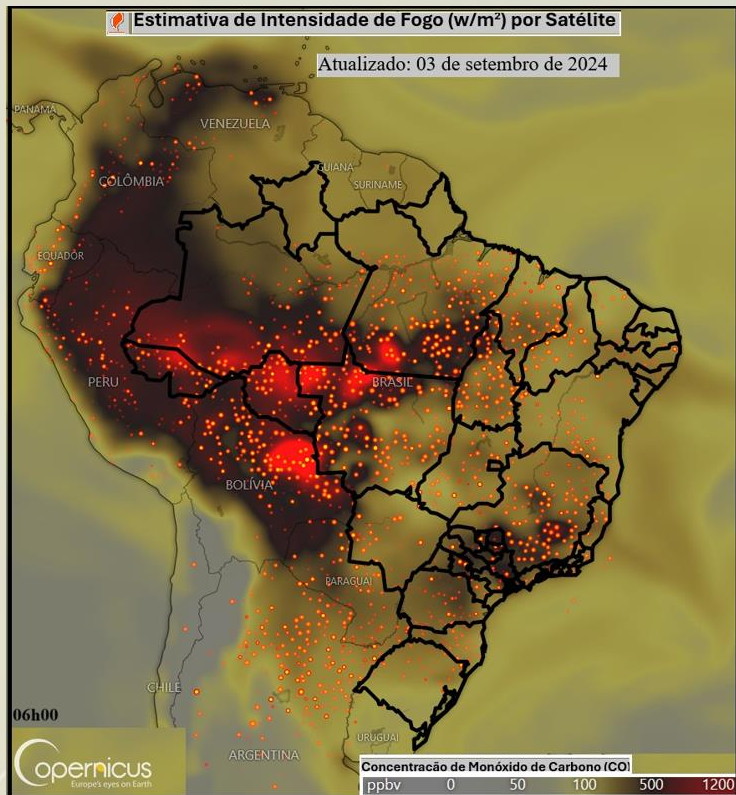
ci .dl .t



ENB
ESCOLA NACIONAL DE
BOMBEIROS



SECAS E AUMENTO DAS QUEIMADAS



RISCOS
ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
DE RISCOS, PREVENÇÃO
E SEGURANÇA

DEPGEOTUR
DEPARTAMENTO
DE GEOGRAFIA
E TURISMO

1 2 9 0

FACULDADE DE LETRAS
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA

UNIVERSIDADE
CABO VERDE
uni

fct
FACULDADE DE
CIÊNCIAS E
TECNOLOGIA

ci.dl.t



ENB
ESCOLA NACIONAL DE
BOMBEIROS

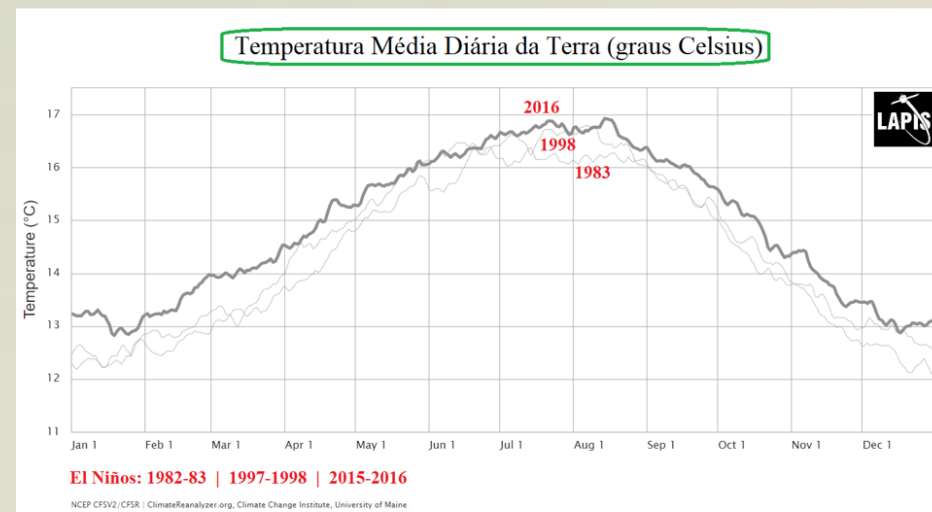


A MUDANÇA CLIMÁTICA NA HISTÓRIA

A mudança climática e um evento de El Niño forte coincidiram apenas três vezes na história:

- **1982-1983** (anomalia de 0,2 °C na temperatura da Terra);
- **1997-1998** (anomalia de 0,5 °C);
- **2015-2016** (anomalia de 0,9 °C);
- **2023-2024** (anomalia de 1,2 °C).

Em 2023, causou uma grande seca na Amazônia.



RISCOS
ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
DE RISCOS, PREVENÇÃO
E SEGURANÇA

DEPGEOTUR
DEPARTAMENTO
DE GEOGRAFIA
E TURISMO



1290
FACULDADE DE LETRAS
UNIVERSIDADE DE COIMBRA



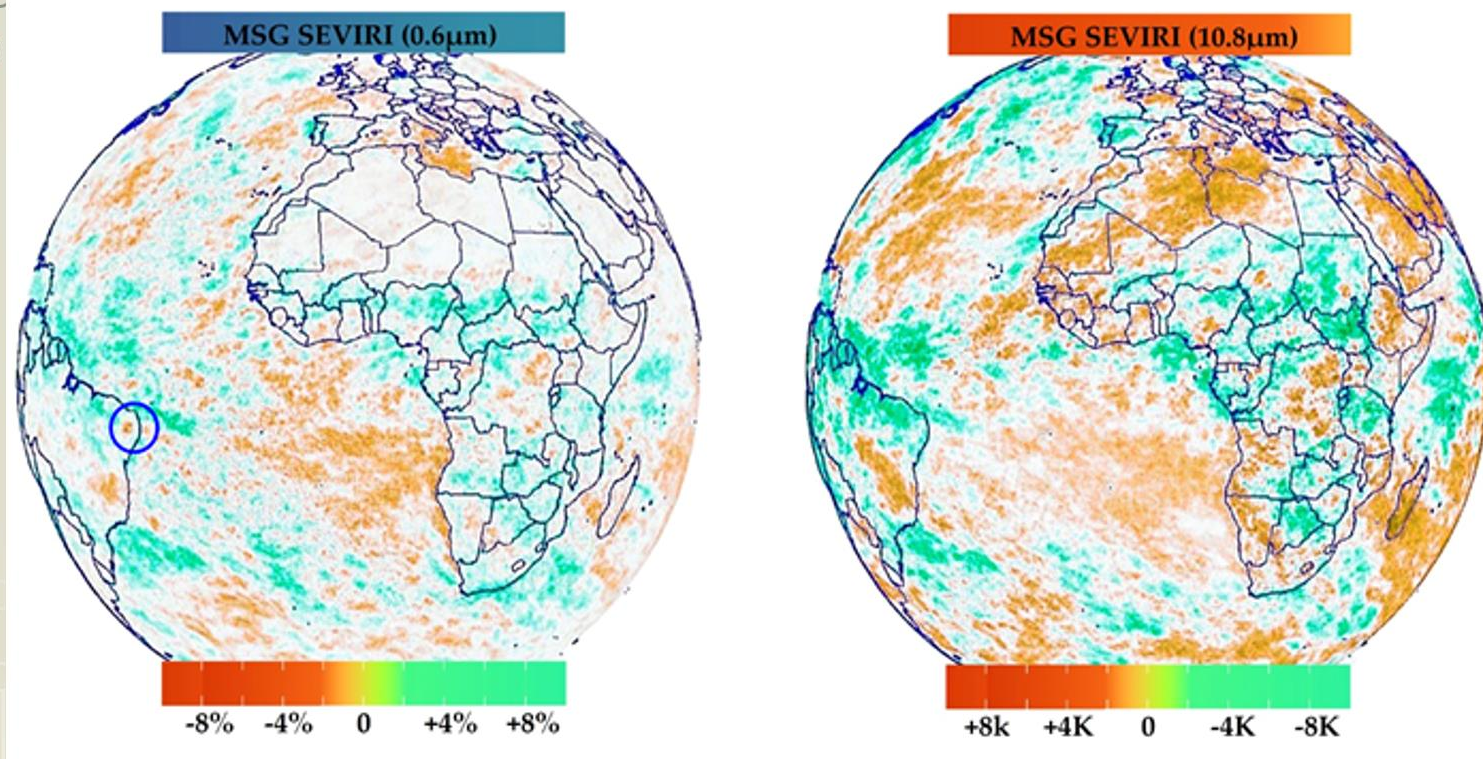
UNIVERSIDADE
CABO VERDE



fct
FACULDADE DE
CIÊNCIAS E
TECNOLOGIA



5) O GRANDE PROBLEMA ESTÁ AQUI...



RISCOS
ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
DE RISCOS, PREVENÇÃO
E SEGURANÇA

DEPGEOTUR
DEPARTAMENTO
DE GEOGRAFIA
E TURISMO



1290
FACULDADE DE LETRAS
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA



UNIVERSIDADE
CABO VERDE
uni



fct
FACULDADE DE
CIÊNCIAS DE
TECNOLOGIA



ci.dl.t



INSTITUTO NACIONAL DE
DEFESA E PROTEÇÃO CIVIL

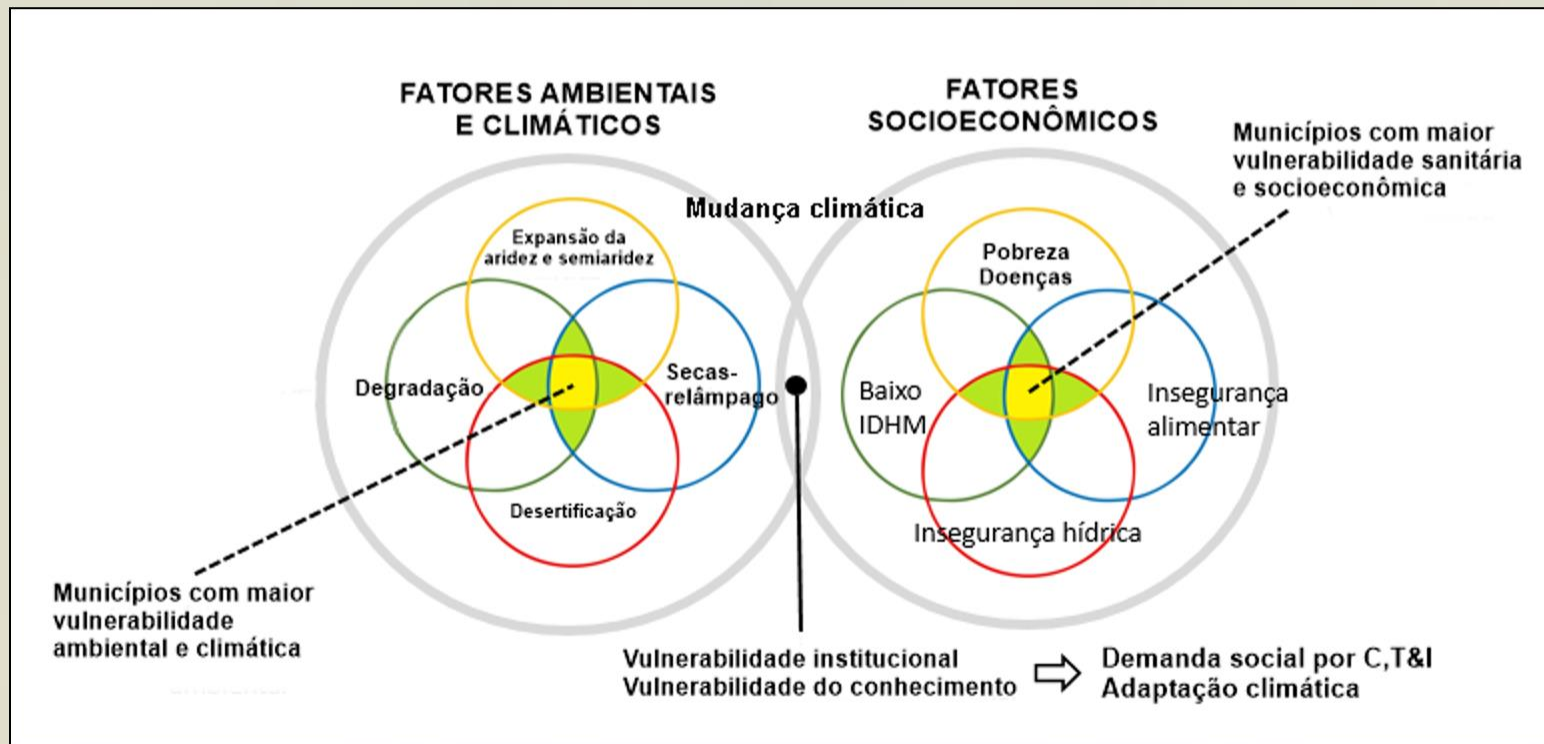


ENB
ESCOLA NACIONAL DE
BOMBEIROS



PORTUGÁLIA

DEMANDAS SOCIAIS POR C,T&I



Fonte: Livro “Um século de secas”



RISCOS
ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
DE RISCOS, PREVENÇÃO
E SEGURANÇA

DEPGEOTUR
DEPARTAMENTO
DE GEOGRAFIA
E TURISMO



1 2 9 0
FACULDADE DE LETRAS
UNIVERSIDADE DE COIMBRA



UNIVERSIDADE
CABO VERDE
uni



fct
FACULDADE DE
CIÊNCIAS E
TECNOLOGIA



ci.dl.t



INSTITUTO NACIONAL DE
EMERGÊNCIA E PROTEÇÃO CIVIL



ENB
ESCOLA NACIONAL DE
BOMBEIROS



INSTITUTO NACIONAL DE
GESTÃO DA EMERGÊNCIA E PROTEÇÃO CIVIL

Três questões básicas ao monitorar...

- Por que monitorar?
- O que monitorar?
- Como monitorar?



Yocooz et al. 2001 – Biodiversity monitoring



RISCOS
ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
DE RISCOS, PREVENÇÃO
E SEGURANÇA

DEPGEOTUR
DEPARTAMENTO
DE GEOGRAFIA
E TURISMO



1290
FACULDADE DE LETRAS
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA



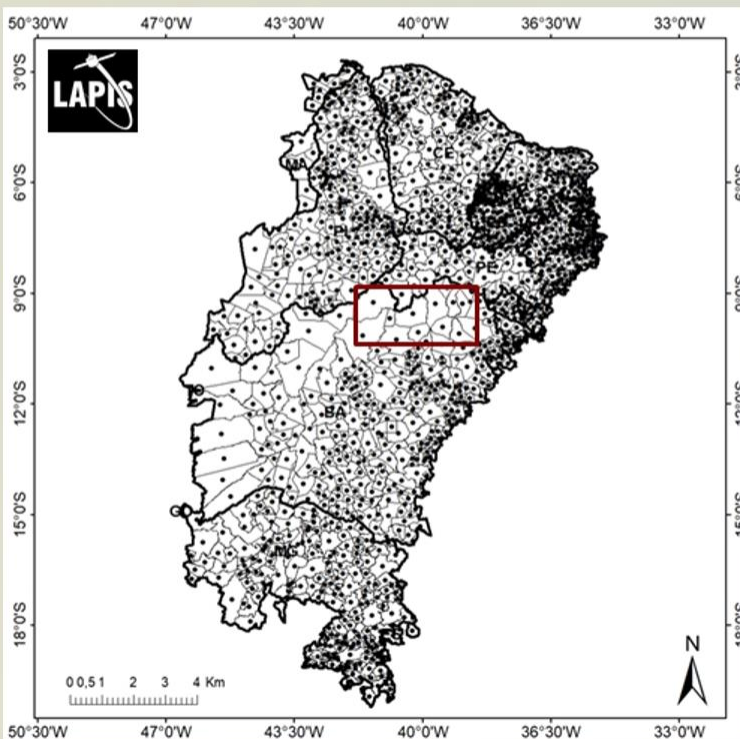
UNIVERSIDADE
CABO VERDE



fct
FACULDADE DE
CIÊNCIAS E
TECNOLOGIA



1) METODOLOGIAS PARA DELIMITAR AS ÁREAS ÁRIDAS E SEMIÁRIDAS NO BRASIL



Metodologia tradicional já não é suficiente para delimitar **os ecossistemas áridos e semiáridos** no País (vazios na coleta de dados – deficitária e insuficiente).

Desenvolvemos metodologias inovadoras para esse mapeamento, usando dados de satélites.



RISCOS
ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
DE RISCOS, PREVENÇÃO
E SEGURANÇA

DEPGEOTUR
DEPARTAMENTO
DE GEOGRAFIA
E TURISMO



1 2 9 0
FACULDADE DE LETRAS
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA



UNIVERSIDADE
CABO VERDE
uni



fct
FACULDADE DE
CIÊNCIAS E
TECNOLOGIA

ci .dl .t



INSTITUTO NACIONAL DE
PROTEÇÃO CIVIL

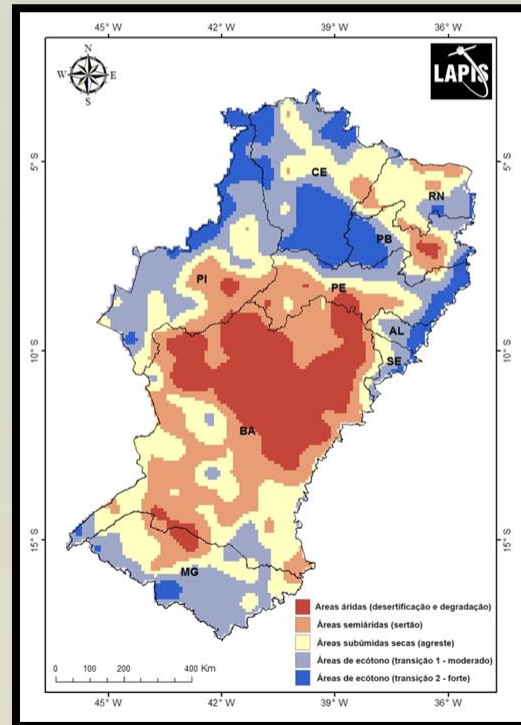
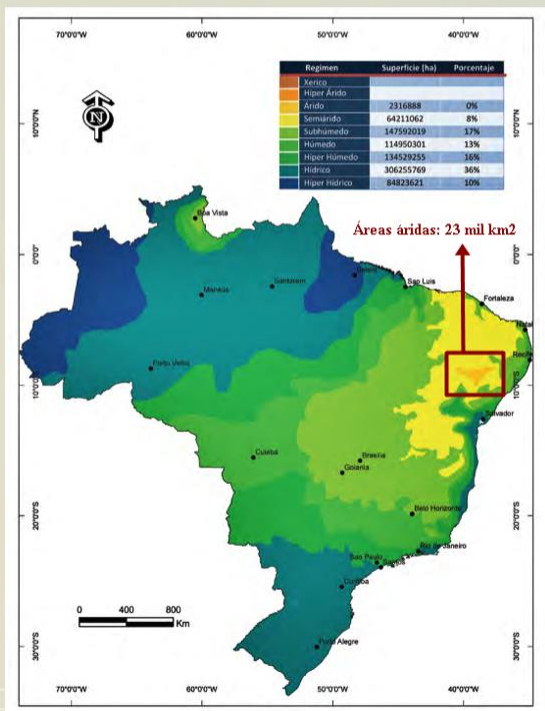


EMB
ESCOLA NACIONAL DE
BOMBEIROS



INSTITUTO NACIONAL DE
GESTÃO DA EMERGÊNCIA

4) SURGIMENTO E EXPANSÃO DE ÁREAS ÁRIDAS



Bahia é a região mais afetada pela aridez.

Cerca de 8% do Semiárido já está árido (BA, PE, PB PI e MG).

Cerca de 55% do Agreste está se tornando semiárido (passou de 4 a 6 meses com seca)



RISCOS
ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
DE RISCOS, PREVENÇÃO
E SEGURANÇA

DEPGEOTUR
DEPARTAMENTO
DE GEOGRAFIA
E TURISMO

1 2 9 0
**FACULDADE DE LETRAS
UNIVERSIDADE DE COIMBRA**

**UNIVERSIDADE
CABO VERDE**
uni

fct
FACULDADE DE
CIÊNCIAS E
TECNOLOGIA

ci.dl



ENB
ESCOLA NACIONAL DE
BOMBEIROS



- O monitoramento da dinâmica de ecossistemas é uma área prioritária de investigação para compreender e determinar as causas relacionadas a mudanças na composição (biodiversidade) e estrutura (estoques e fluxos de carbono) bem como as trajetórias posteriores a uma determinada perturbação.
- Hoje, políticas públicas de conservação, restauração e manejo florestal, como as previstas no novo Código Florestal brasileiro ou ainda destinadas a estabelecer uma economia florestal sólida no país, exigem melhores estimativas de biomassa e da biodiversidade, pois as incertezas ainda são elevadas.
- Tais demandas tenderão a se intensificar no futuro. Estudos mostram que a maioria dos métodos em uso lança mão de sensoriamento remoto e validação com dados de campo, que ainda são limitados em número e distribuição espacial.



RISCOS
ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
DE RISCOS, PREVENÇÃO
E SEGURANÇA

DEPGEOTUR
DEPARTAMENTO
DE GEOGRAFIA
E TURISMO



1290
FACULDADE DE LETRAS
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA



UNIVERSIDADE
CABO VERDE
uniz



fct
FACULDADE DE
CIÊNCIAS E
TECNOLOGIA



ENB
ESCOLA NACIONAL DE
BOMBEIROS



- Em resumo, o ambiente de dados atual não atende adequadamente às necessidades dos tomadores de decisão.
- As deficiências da situação atual podem ser explicitadas de forma sucinta:
 - (1) Muitos tipos de dados são difíceis de obter ou não estão disponíveis.
 - (2) Interpretação objetiva não está disponível para muitos tipos de dados.
 - (3) Análises baseadas em dados objetivos não estão disponíveis para muitas questões de política pública.



RISCOS
ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
DE RISCOS, PREVENÇÃO
E SEGURANÇA

DEPGEOTUR
DEPARTAMENTO
DE GEOGRAFIA
E TURISMO



1290
FACULDADE DE LETRAS
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA





RISCOS
ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
DE RISCOS, PREVENÇÃO
E SEGURANÇA

DEPGEOTUR
DEPARTAMENTO
DE GEOGRAFIA
E TURISMO

1 2 9 0
**FACULDADE DE LETRAS
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA**

**UNIVERSIDADE
CABO VERDE**
uni

fct
FACULDADE DE
CIÊNCIAS E
TECNOLOGIA

ci.dl.t

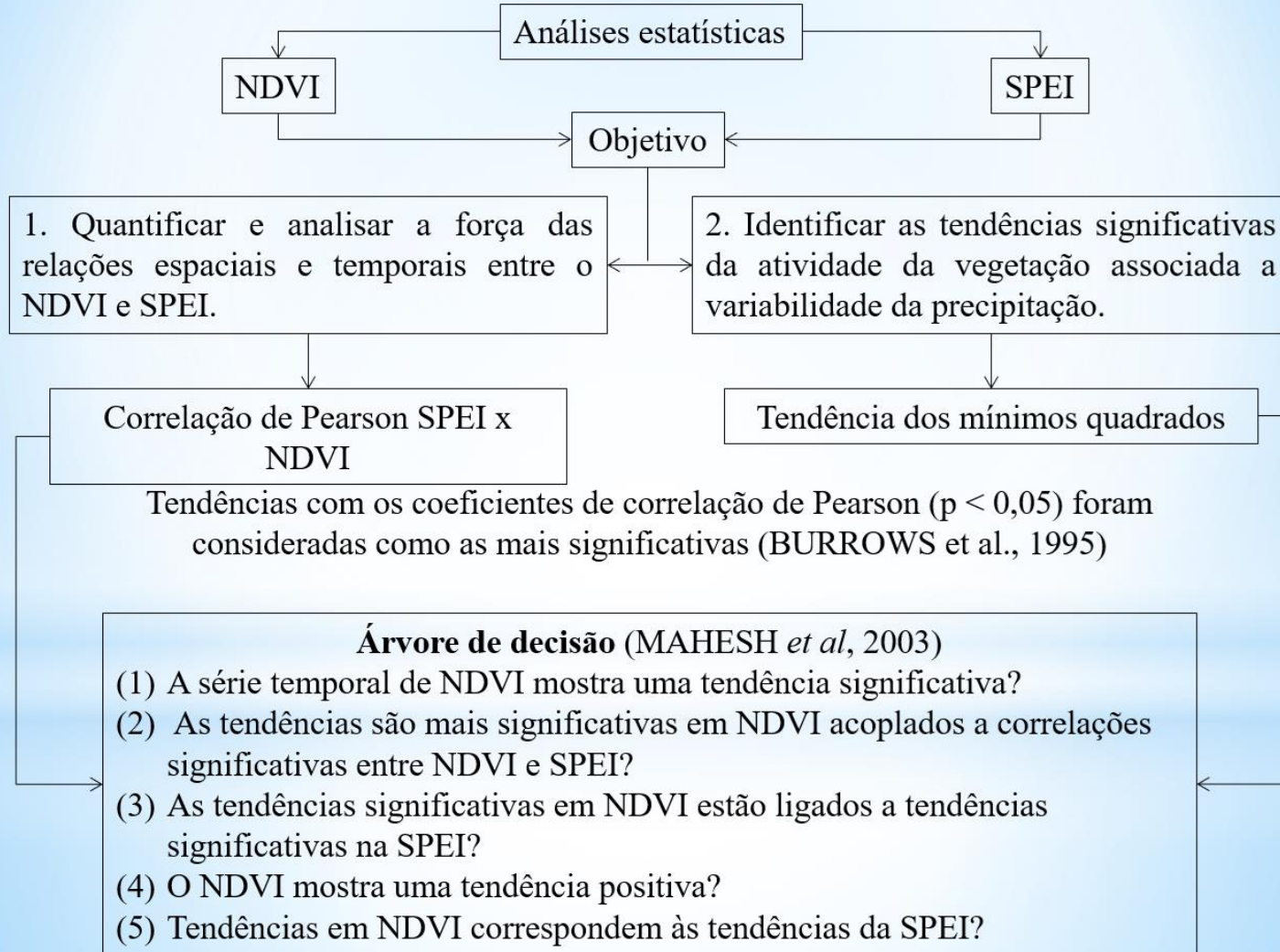


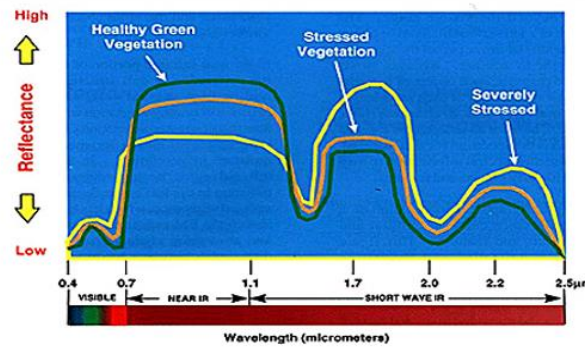
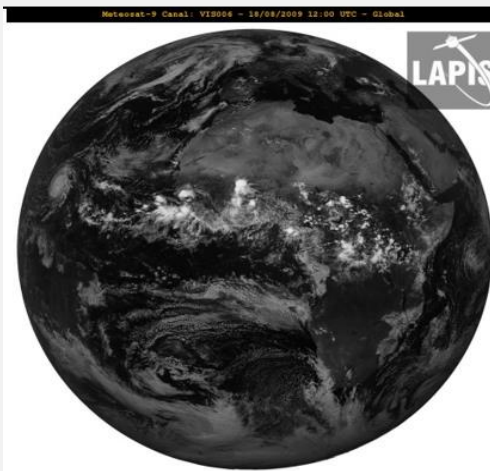
ENB
ESCOLA NACIONAL DE
BOMBEIROS



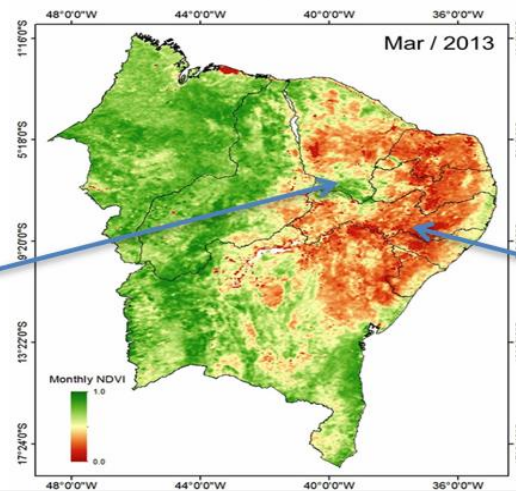
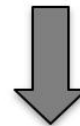
Metodologia

Tendência da dinâmica da vegetação

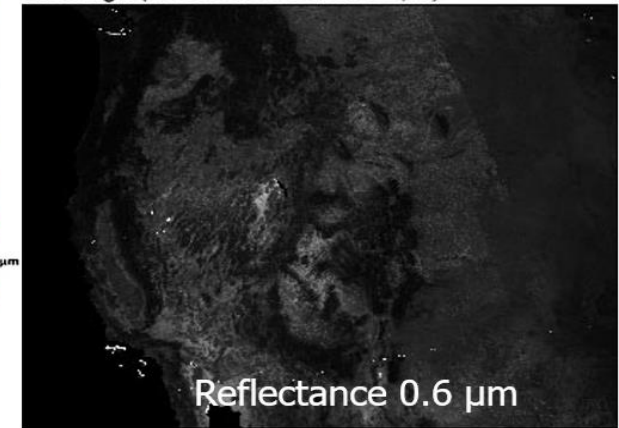




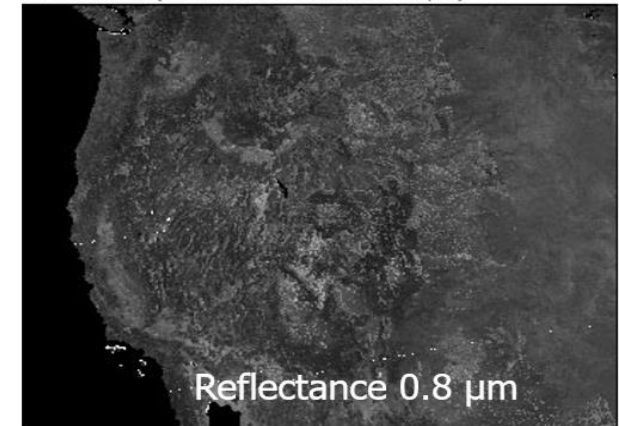
$$NDVI = \frac{R_{0.8} - R_{0.6}}{R_{0.8} + R_{0.6}}$$

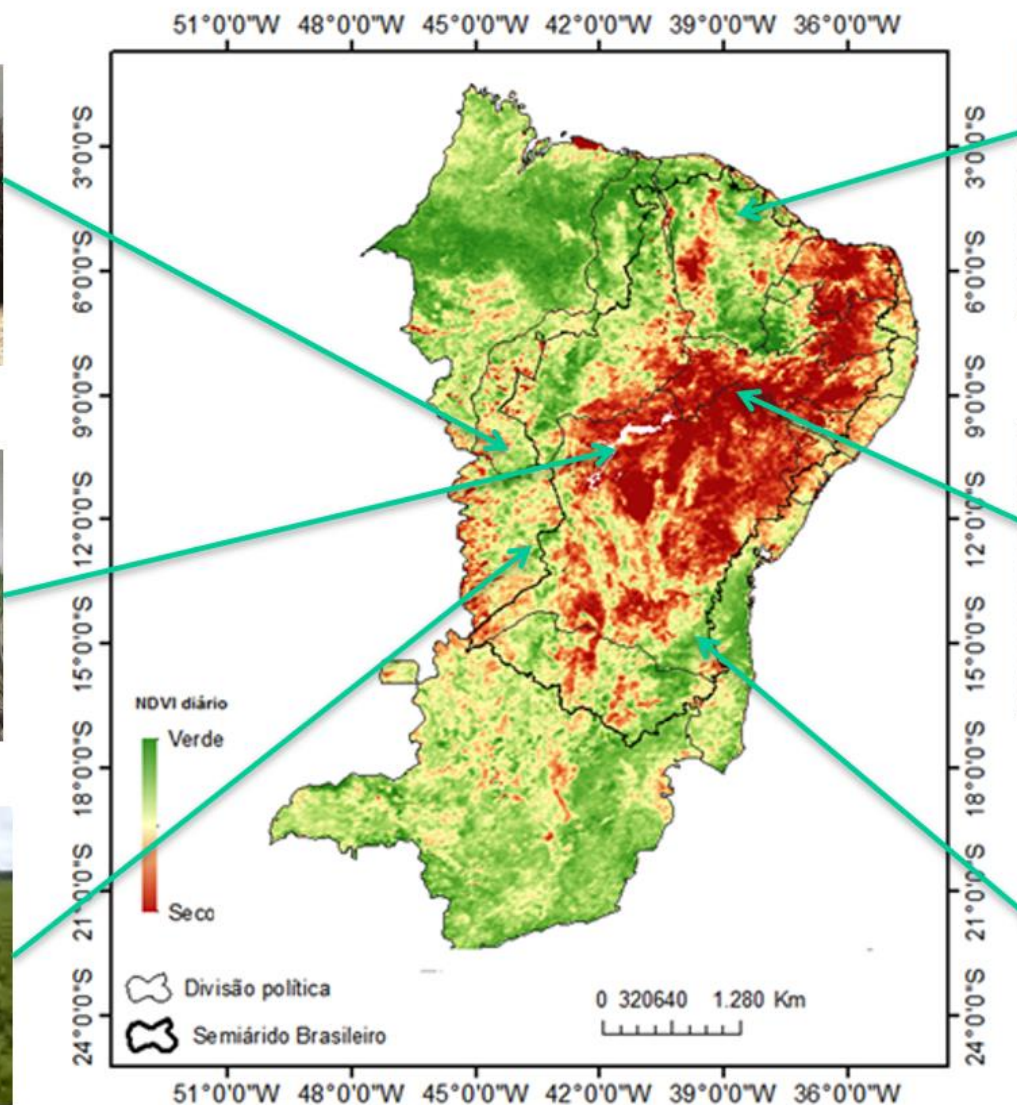


Visible Light (AVHRR Channel 1, .58–.68 μm)



Near Infrared (AVHRR Channel 2, .725–1.1 μm)





RISCOS
ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
DE RISCOS, PREVENÇÃO
E SEGURANÇA

DEPGEOTUR
DEPARTAMENTO
DE GEOGRAFIA
E TURISMO



1 2 9 0
FACULDADE DE LETRAS
UNIVERSIDADE DE COIMBRA



UNIVERSIDADE
CABO VERDE
uni



fct
FACULDADE DE
CIÊNCIAS E
TECNOLOGIA



ci.dl.t



INSTITUTO NACIONAL DE AMBIENTE E PROTECÇÃO AMBIENTAL



ENB
ESCOLA NACIONAL DE
BOMBEIROS

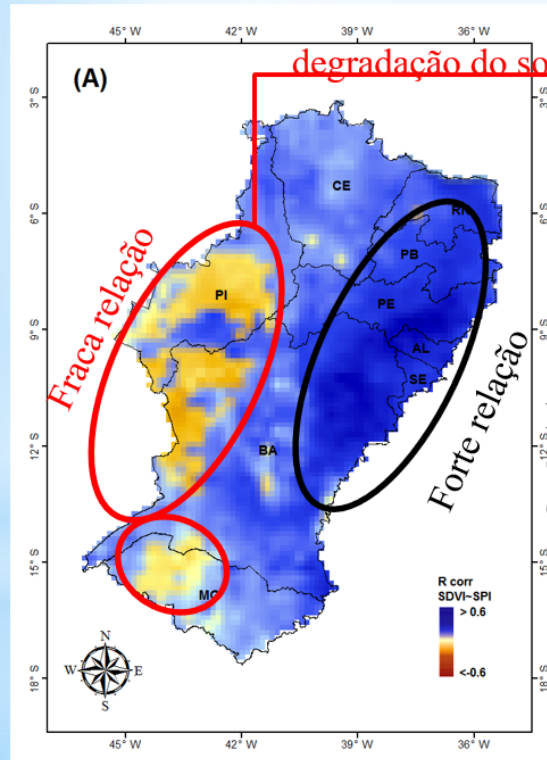


INSTITUTO NACIONAL DE GESTÃO DO RISCO

Análise da tendência da dinâmica da vegetação

Período de defasagem entre NDVI e SPEI
de 0-11 meses

Coefficientes de correlação de Pearson

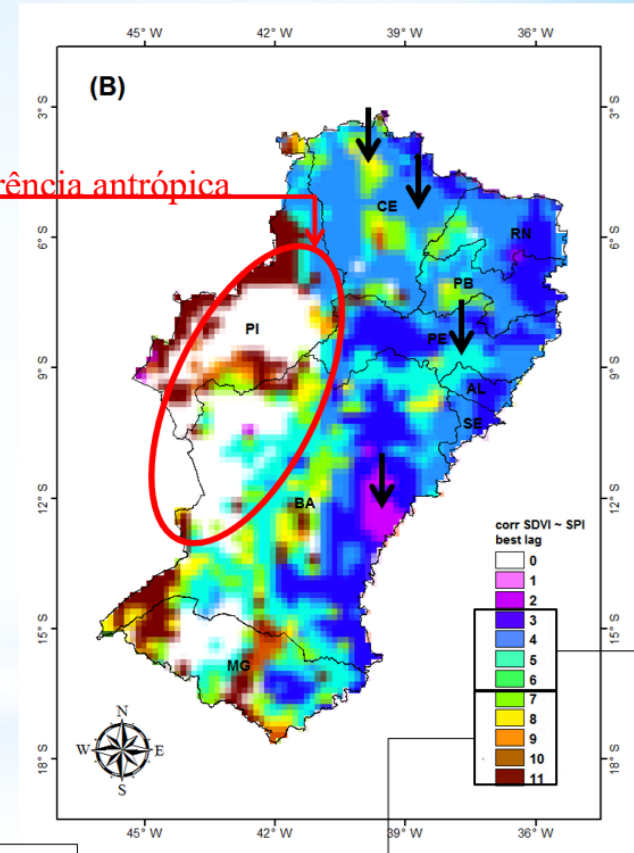


1. Interferência antrópica
2. Áreas de vegetação cultivada

Produção de biomassa
é determinada pela
quantidade de chuva



verdeamento em 2-3
meses após a máxima
precipitação



Defasagens
El-niño

Melhores
defasagens



RISCOS
ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
DE RISCOS, PREVENÇÃO
E SEGURANÇA

DEPGEOTUR
DEPARTAMENTO
DE GEOGRAFIA
E TURISMO



1 2 9 0
FACULDADE DE LETRAS
UNIVERSIDADE DE COIMBRA



UNIVERSIDADE
CABO VERDE
uni



fct
FACULDADE DE
CIÊNCIAS E
TECNOLOGIA



INSTITUTO NACIONAL DE
ESTATÍSTICA
INTEGRAÇÃO E PROTEÇÃO CIVIL



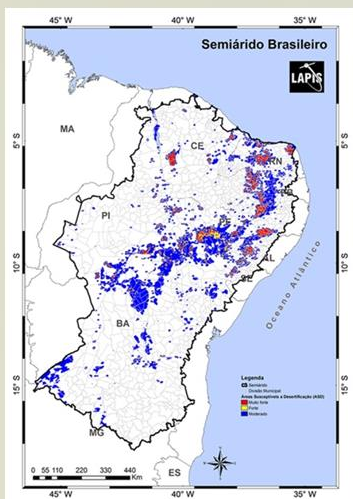
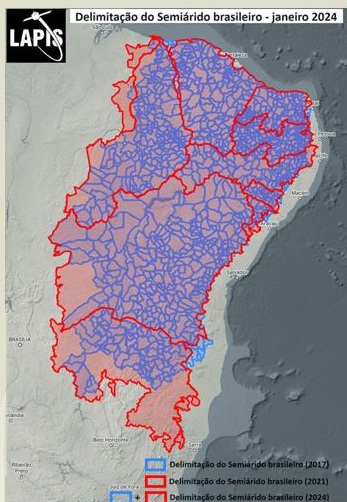
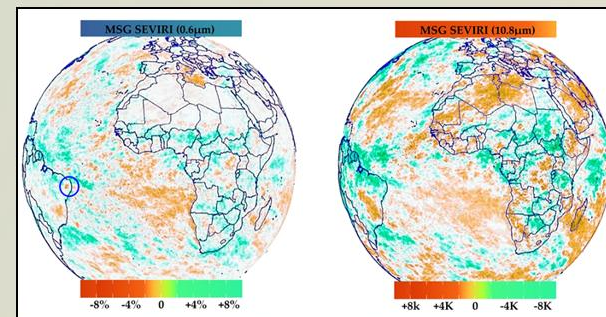
ENB
ESCOLA NACIONAL DE
BOMBEIROS



INSTITUTO NACIONAL DE
DEFESA CIVIL

Maior desafio para o Semiárido brasileiro

Realizar projetos interinstitucionais de C,T&I, para promover o **desenvolvimento socioeconômico sustentável** da região, com adaptação à nova realidade das emergências climáticas.

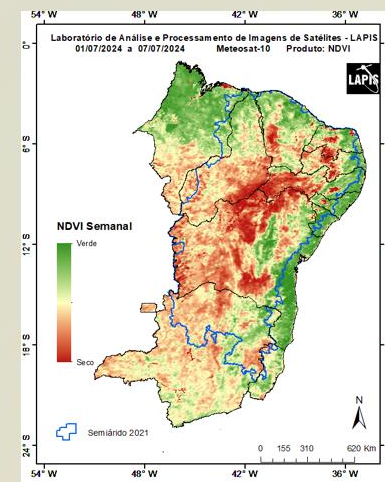


Acréscimo de 43% de municípios da região, em relação à MI (2005);

Cerca de 8% de áreas áridas já surgiram na região (Barbosa, 2023);

Cerca de 55% das terras subúmidas secas (Agreste) se tornaram semiáridas nos últimos 30 anos (Barbosa, 2024);

Cerca de 13% do território desertificado (Barbosa, 2022).



RISCOS
ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
DE RISCOS, PREVENÇÃO
E SEGURANÇA

DEPGEOTUR
DEPARTAMENTO
DE GEOGRAFIA
E TURISMO



FACULDADE DE LETRAS
UNIVERSIDADE DE COIMBRA





SISTEMA DE MONITORAMENTO E ALERTA PARA A COBERTURA VEGETAL DA CAATINGA

<https://lapismet.com.br/SIMACaatinga/>

<https://mapadamina.org.br/>



RISCOS
ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
DE RISCOS, PREVENÇÃO
E SEGURANÇA

DEPGEOTUR
DEPARTAMENTO
DE GEOGRAFIA
E TURISMO



UNIVERSIDADE
CABO VERDE
uni

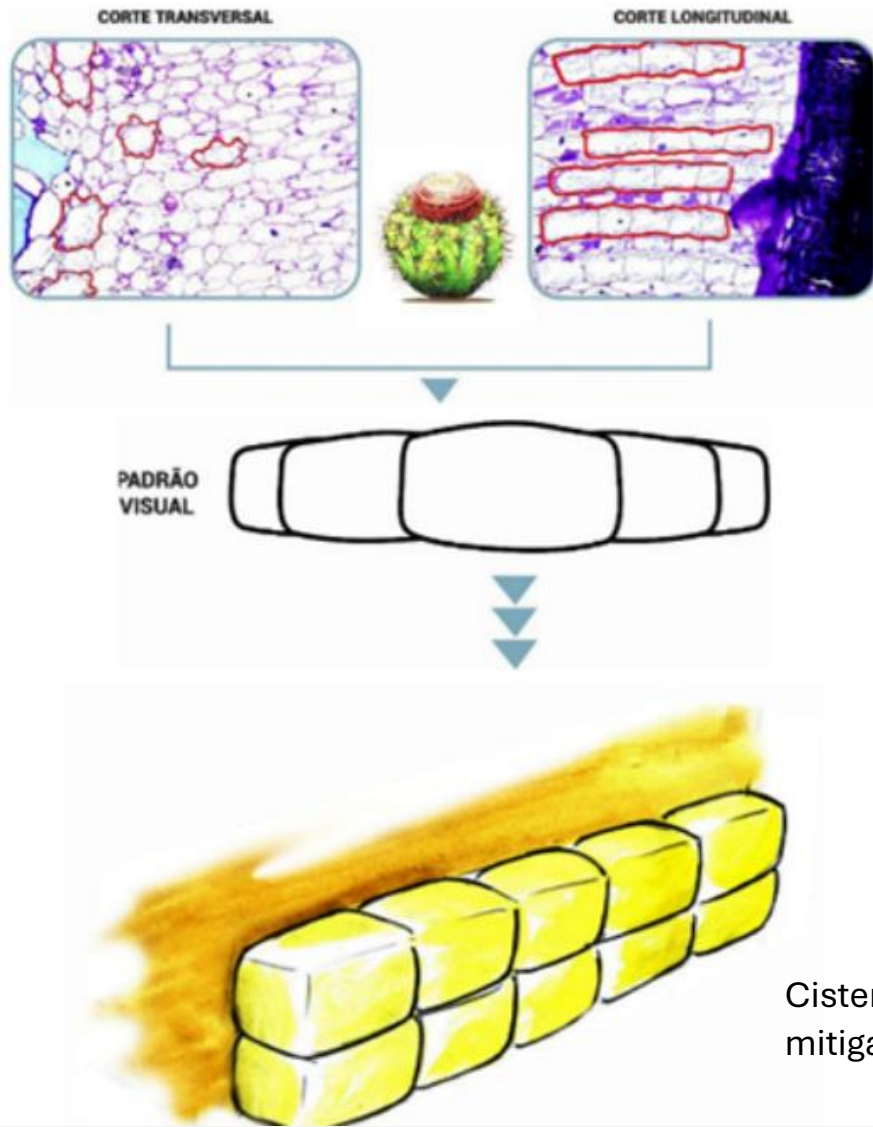
fct
FACULDADE DE
CIÊNCIAS E
TECNOLOGIA

ci.dl  **t**

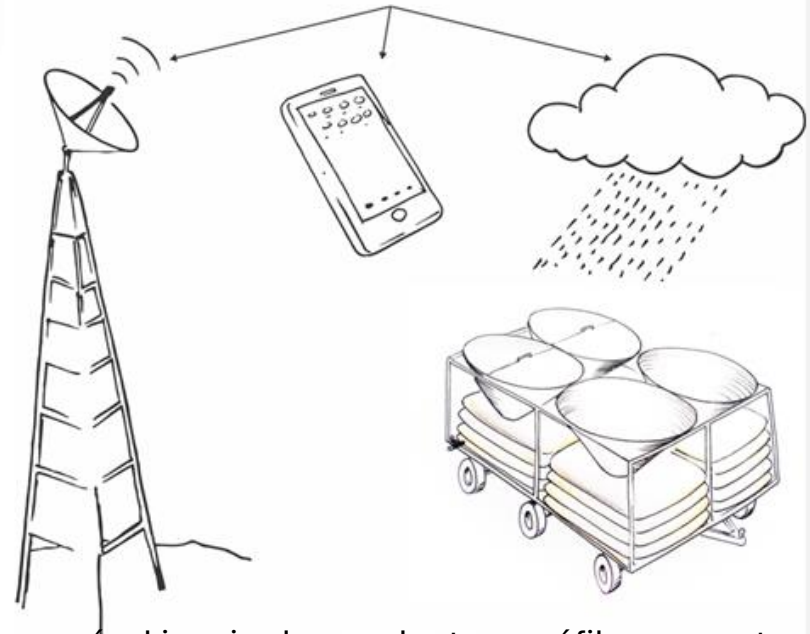


ENB
ESCOLA NACIONAL DE
BOMBEIROS





A geotecnologia funciona como uma “cisterna móvel”, contando com **um sistema acoplado de previsão do tempo de curtíssimo prazo**. O sistema usa Inteligência Artificial, mais precisamente *Deep Learning* (aprendizado profundo), além de dados de satélites e de radar meteorológico.



Cisterna móvel inspirada em plantas xerófilas promete mitigar os efeitos da seca no Semiárido brasileiro



RISCOS
ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
DE RISCOS, PREVENÇÃO
E SEGURANÇA

DEPGEOTUR
DEPARTAMENTO
DE GEOGRAFIA
E TURISMO



FACULDADE DE LETRAS
UNIVERSIDADE DE COIMBRA





land

an Open Access Journal by MDPI

IMPACT
FACTOR
3.2

CITESCORE
5.9

Special Issue “Earth’s Drylands: Tackling Desertification in Arid Regions”

This Special Issue calls for a multi-disciplinary, collaborative approach to combat desertification, stressing the importance of science, policy, and community engagement in fostering sustainable, climate-resilient drylands that can support both people and ecosystems for generations to come.

Guest Editor:

Dr. Humberto Barbosa

Institute of Atmospheric Sciences, Federal University of Alagoas,
Brazil

Submission Deadline:

31 December 2025

The Special Issue welcomes manuscripts addressing, but not limited to:

- Drivers of desertification;
- Restoration and rehabilitation strategies;
- Sustainable land management practices;
- Policy and governance;
- Climate change and adaptation.



land

[mdpi.com/journal/land](https://www.mdpi.com/journal/land)

https://www.mdpi.com/journal/land/special_issues/6GSS33ZMD0



RISCOS
ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
DE RISCOS, PREVENÇÃO
E SEGURANÇA

DEPGEOTUR
DEPARTAMENTO
DE GEOGRAFIA
E TURISMO



1290
FACULDADE DE LETRAS
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA



UNIVERSIDADE
CABO VERDE
uni



fct
FACULDADE DE
CIÊNCIAS E
TECNOLOGIA



ci.dl.t



INVESTIGAÇÃO E PROTEÇÃO CIVIL
ESCOLA NACIONAL DE
BOMBEIROS



ENB
ESCOLA NACIONAL DE
BOMBEIROS



PORTUGAL 2020



Obrigado!

- E-mail:
barbosa33@gmail.com
- Acesse:
www.letrasambientais.org.br

Instagram: @Lapismet



RISCOS
ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
DE RISCOS, PREVENÇÃO
E SEGURANÇA

DEPGEOTUR
DEPARTAMENTO
DE GEOGRAFIA
E TURISMO



1290
FACULDADE DE LETRAS
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA

UNIVERSIDADE
CABO VERDE
uni

fct
FACULDADE DE
CIÊNCIAS E
TECNOLOGIA

ci.dl t



ENB
ESCOLA NACIONAL DE
BOMBEIROS

