



Sistema de Monitorização  
da Ocupação do Solo

# Apoio à verificação da legalidade nos usos do solo florestal

Hugo Costa, Pedro Benevides, Francisco D. Moreira, António Sequeira, Mário Caetano

Conferência da Rede Nacional IMPEL, 10 de maio 2024, Évora, CCDR Alentejo

# 01

---

## O SMOS

# O que é o SMOS?

- Iniciativa da DGT (Direção-Geral do Território)
- Produção de cartografia de referência e temática de uso e ocupação do solo
- Sistema multifuncional e colaborativo que envolve
  - a administração pública,
  - o sistema científico e tecnológico nacional, o setor privado e o cidadão comum,
  - O setor privado, e
  - os cidadãos comuns
- Guiado pelas necessidades dos utilizadores com uma política de dados aberto



# SMOS O que é o SMOS?



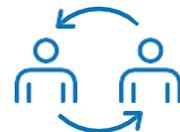
Tecnologias do espaço



Dados abertos



Inteligência artificial



Colaborativo



Monitorização contínua



Eficiência



Mais informação,  
mais rigor



Evolutivo





# Tecnologias do espaço



Satélites Sentinel-2



# Tecnologias do espaço

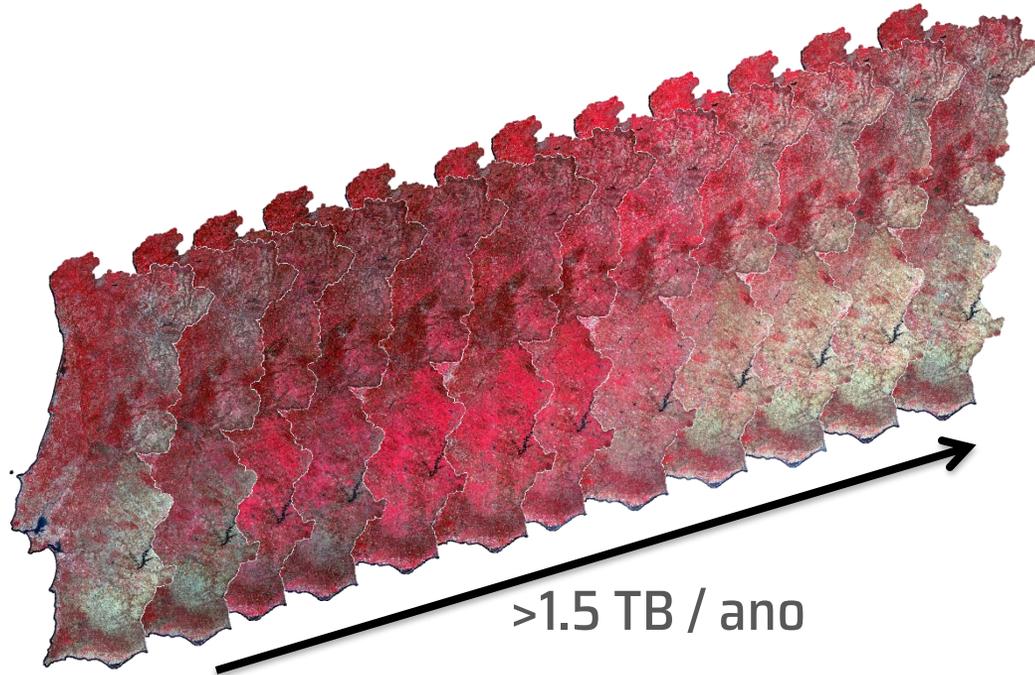
	29TNG	29TPG	29TQG
	29TNF	29TPF	29TQF
29TME	29TNE	29TPE	
29SMD	29SND	29SPD	
29SMC	29SNC	29SPC	
	29SNB	29SPB	

Imagens de 5 em 5 dias  
divididas em 17 *granules*.

10 bandas espectrais de 10 e 20  
metros



## Inteligência artificial (IA)



Bandas espectrais  
Índices de vegetação  
Métricas temporais

**big data**

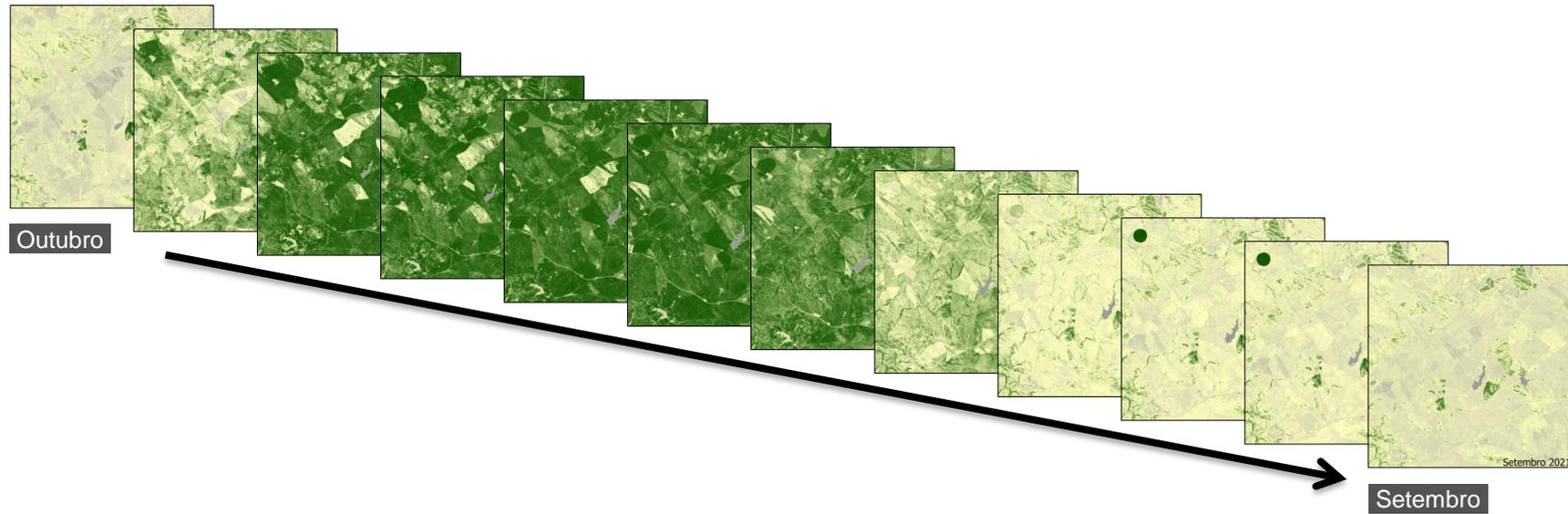
Inteligência artificial para classificação de padrões espaciais, espectrais e temporais



# Monitorização contínua



## Produtos cartográficos mensais





## Dados abertos

Todos os produtos estão acessíveis através de Visualizadores em [smos.dgterritorio.gov.pt](https://smos.dgterritorio.gov.pt)



viSMOS • COScid • COSvgi



Temas

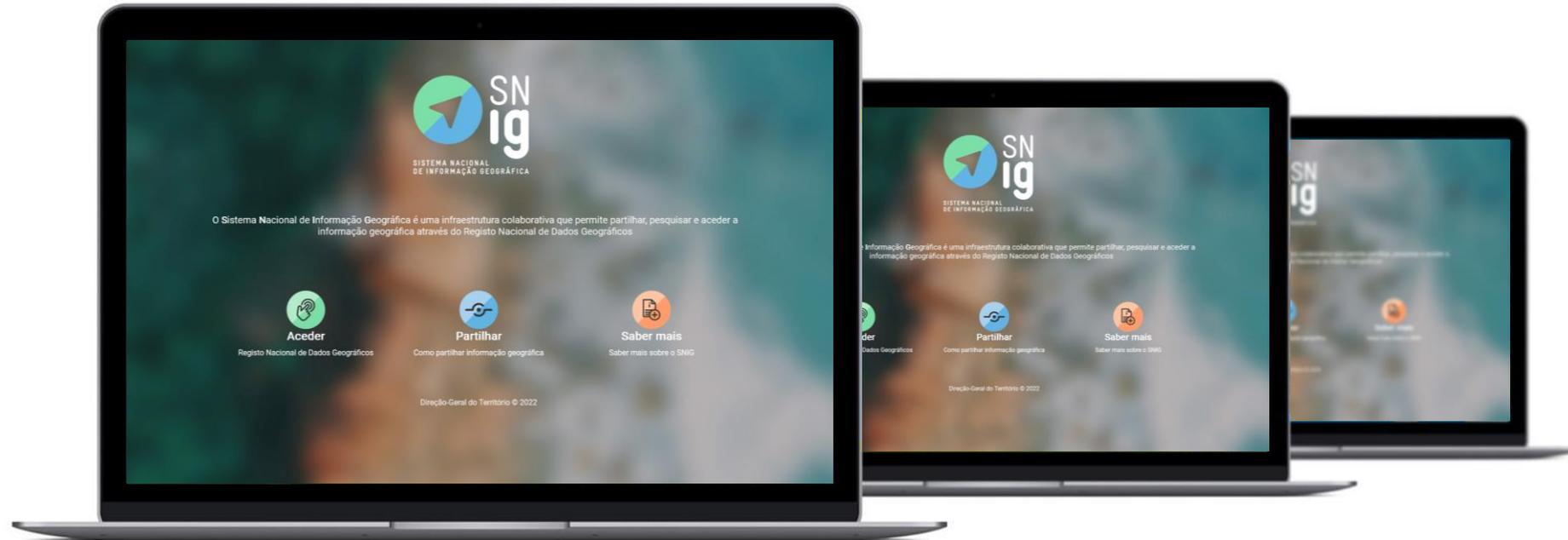
- Toponimia
- >  CAOP 
- >  COS
- >  COSc
- >  Interfaces de Áreas edificadas
- >  Áreas edificadas
- >  MIAEV 
- >  MACAT 
- >  Imagens de satélite 
- >  Ortofotos





# Dados abertos

Todos os produtos estão acessíveis através do Sistema Nacional de Informação Geográfica (SNIG) em [snig.dgterritorio.gov.pt](https://snig.dgterritorio.gov.pt)



https://smos.dgterritorio.gov.pt



## O que é o SMOS

O sistema inovador concebido para produzir e disponibilizar informação cartográfica para a monitorização do território.

Saiba mais



### Produtos

Conheça os produtos SMOS. Aceda à maior fonte de informação geográfica para monitorizar o território.

Saber mais



### Visualizadores

De forma livre e gratuita a partir do seu browser, visualize e analise os produtos SMOS para conhecer o território de uma maneira fácil e interativa.

Saber mais



### Academia SMOS

O SMOS é aberto e colaborativo. Conheça os cursos e seminários oferecidos pela DGT para capacitar os seus utilizadores.

Saber mais



# 02

---

## Produtos SMOS

# Cartografia de base – cartografia de imagem

## Ortofotomapas

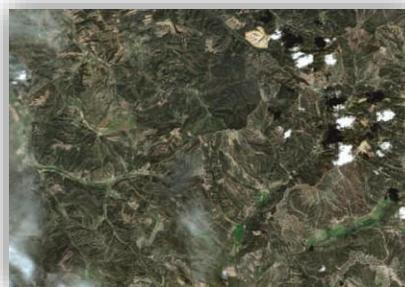
Produtos *raster* com *pixels* de 25 cm a 1m em cor verdadeira e falsa cor.



1995  
2007  
2010  
2012  
2015  
2018  
2021

## Mosaicos Sentinel-2

Produtos *raster* mensais com *pixels* de 10 m e de cor verdadeira e de cor falsa compostas por várias imagens do mesmo mês, permitindo uma visão sem nuvens.

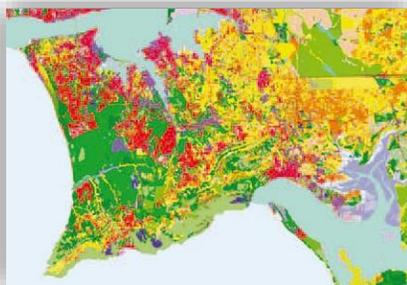


Mosaicos  
Mensais  
desde  
Janeiro 2017

# Cartografia de uso e ocupação do solo

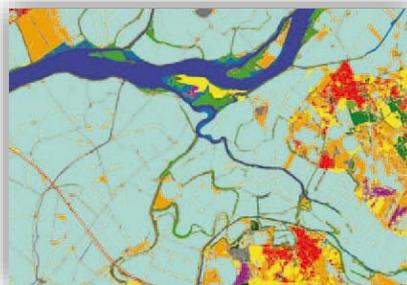
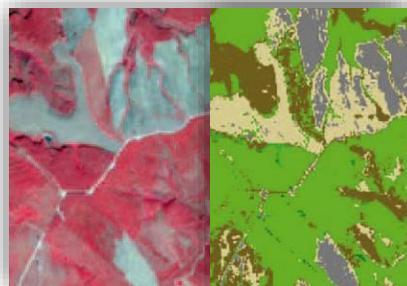
## COS – Carta de Uso e Ocupação do Solo

Produto vetorial com 83 classes e uma unidade mínima cartográfica de 1 ha com base em interpretação visual de ortofotomapas.



## COSc – Carta de Ocupação do Solo Conjuntural

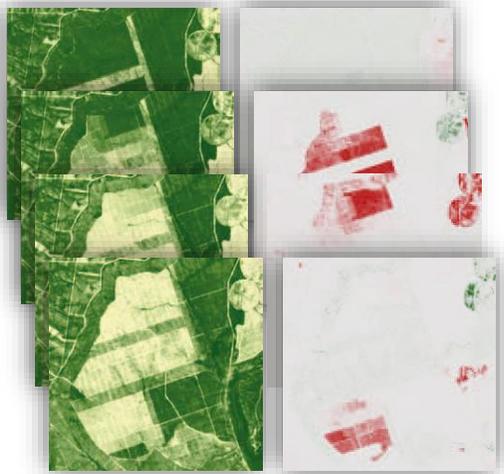
Produto raster anual com 15 classes e pixels de 10 m com base em classificação automática de imagens Sentinel-2 com Inteligência Artificial



# Produtos cartográficos específicos

## MIAEV - Mapas Intra-Anuais do Estado da Vegetação

Mapas mensais que consistem na caracterização do vigor vegetativo da vegetação através de indicadores quantitativos calculados com base em séries multitemporais de índices de vegetação derivados de imagens de satélite Sentinel-2.



## MACAT - Mapa Anual de Culturas Agrícolas Temporárias

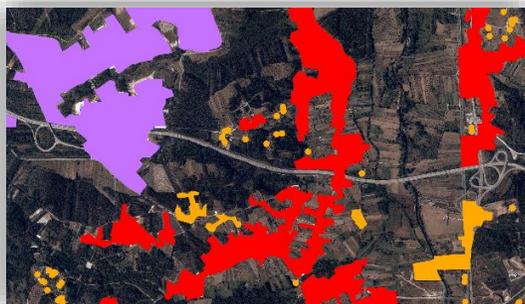
Produto raster anual com pixels de 10 metros e periodicidade anual que representa mais de 30 culturas agrícolas anuais com base em classificação automática de imagens Sentinel-2 e outros dados auxiliares com algoritmos de Inteligência Artificial.



# Produtos cartográficos específicos

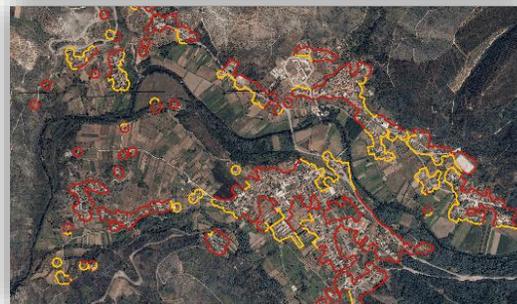
## CAE – Carta de Áreas Edificadas

Produto vetorial que representa e classifica as áreas edificadas de Portugal Continental classificando-as segundo o número e tipo de edifícios residenciais que incluem. A sua produção combina dados do INE e DGT.



## CIAE – Carta de Interface de Áreas edificadas (estrutural e conjuntural)

Produtos vetoriais que classificam a interface (perímetro) das áreas edificadas da CAE em função da distância a manchas de coberto combustível. Existem duas CIAE, a estrutural e a conjuntural, que diferem nos dados e metodologia usados para avaliar o coberto combustível.



# 03

---

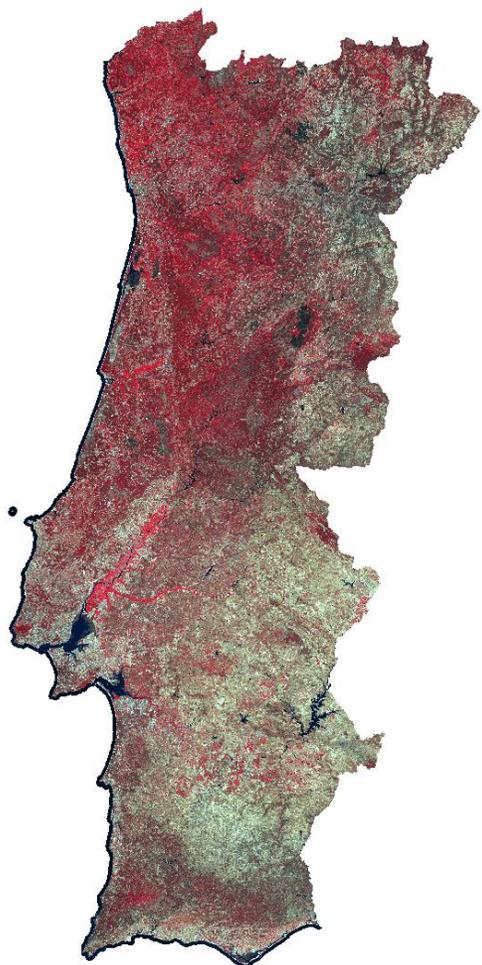
## Monitorização do território

# 03.1

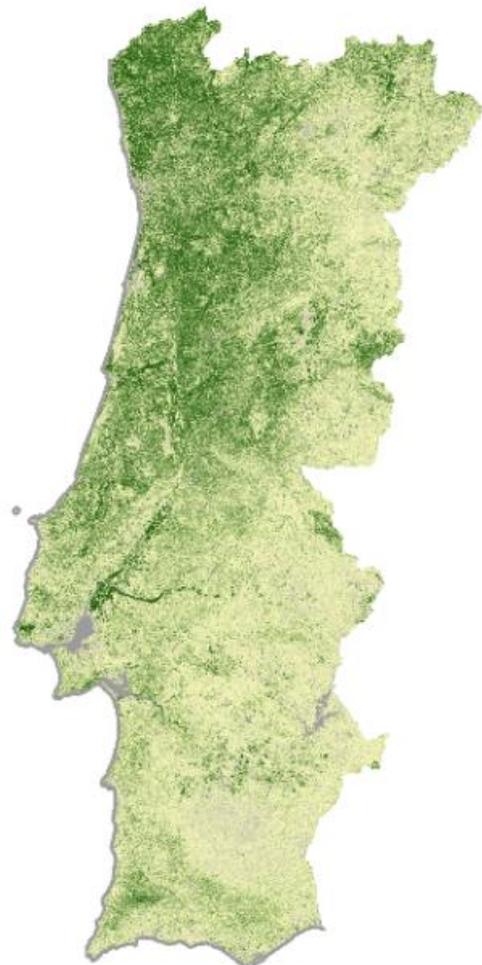
---

## Monitorização mensal

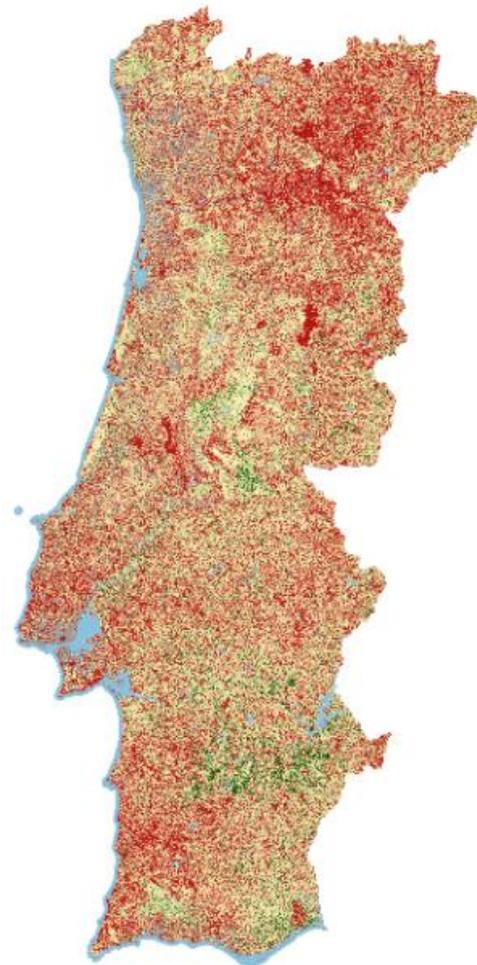
# Produtos mensais



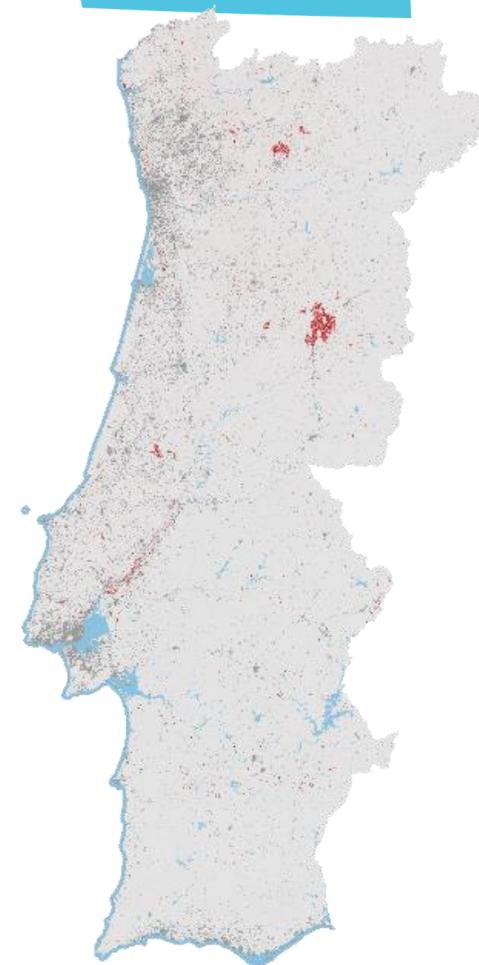
Mosaicos Sentinel-2



Verdura da Vegetação (VV)



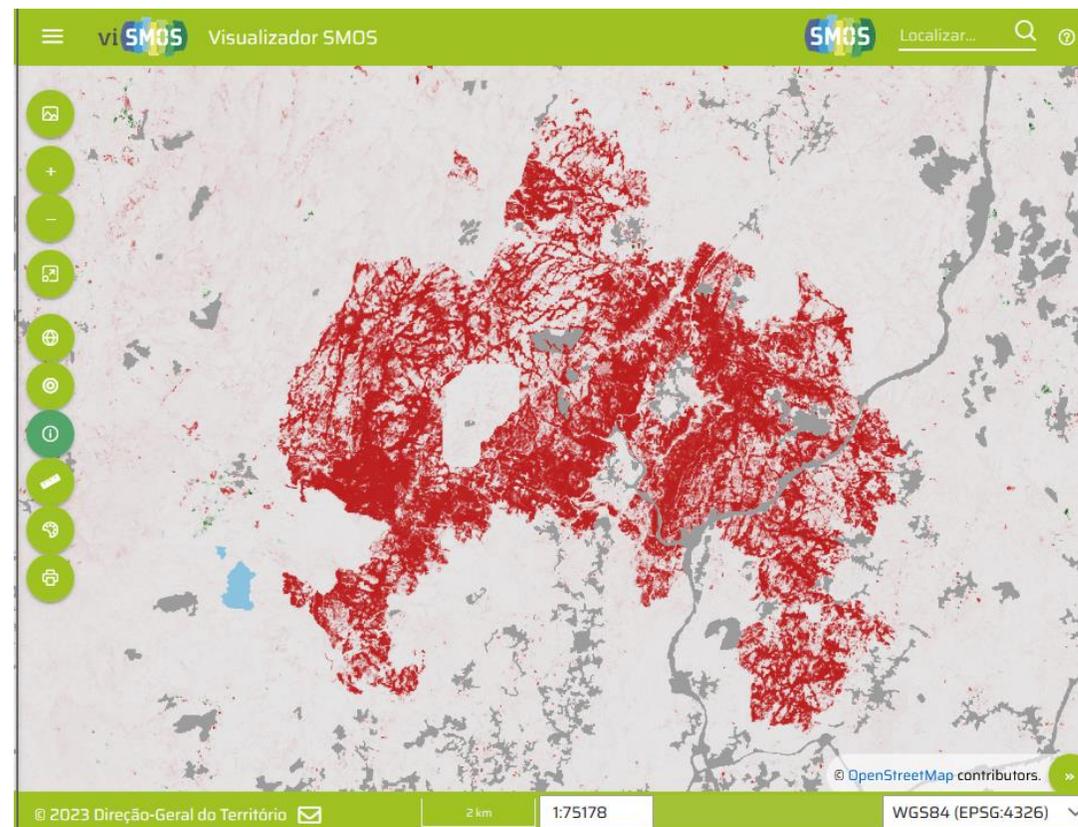
Percentil Homólogo da Verdura da Vegetação (PHVV)



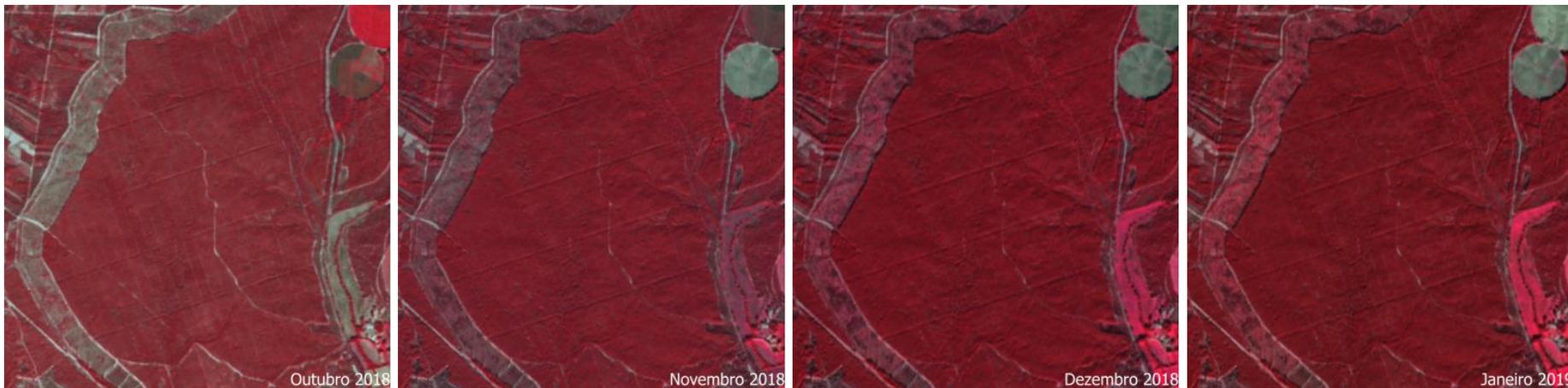
Diferença Mensal da Verdura da Vegetação (PHVV)



# Produtos mensais



# Sentinel-2 2019

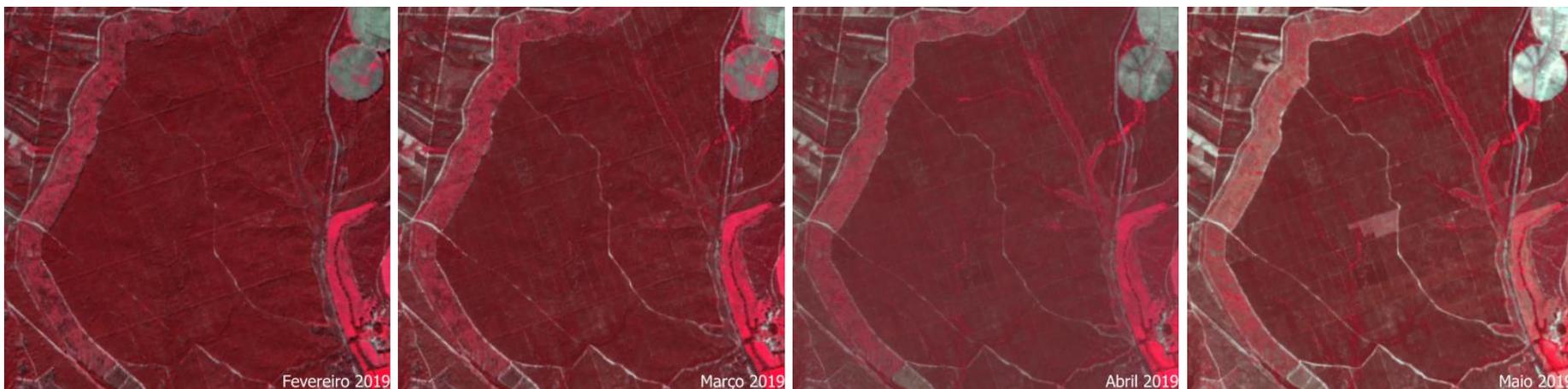


Outubro 2018

Novembro 2018

Dezembro 2018

Janeiro 2019

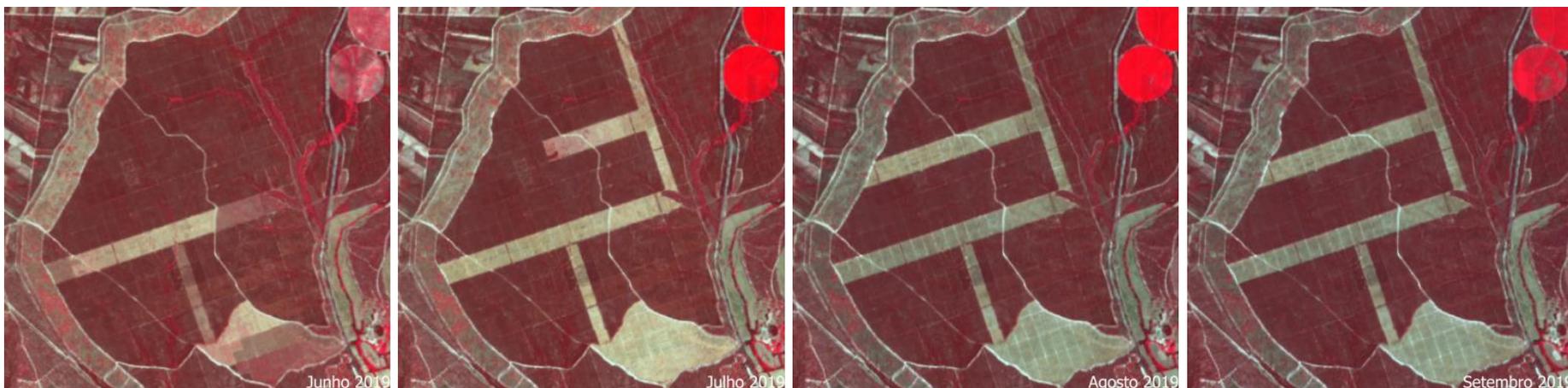


Fevereiro 2019

Março 2019

Abril 2019

Maió 2019

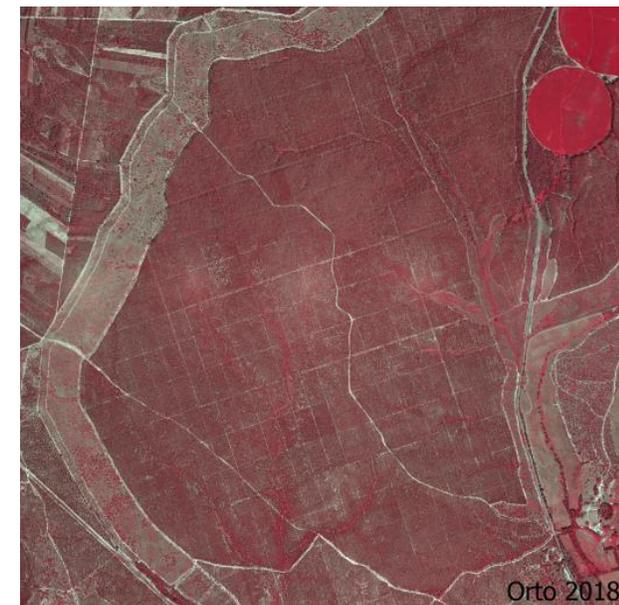


Junho 2019

Julho 2019

Agosto 2019

Setembro 2019

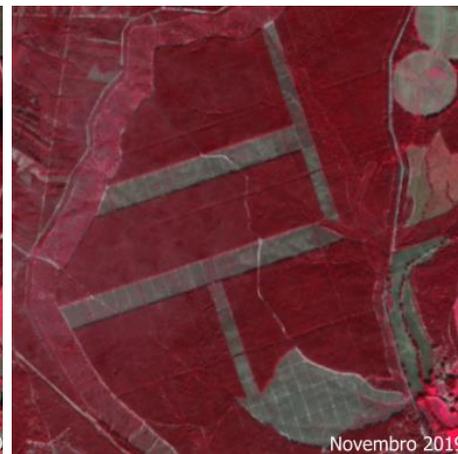


Orto 2018

# Sentinel-2 2020



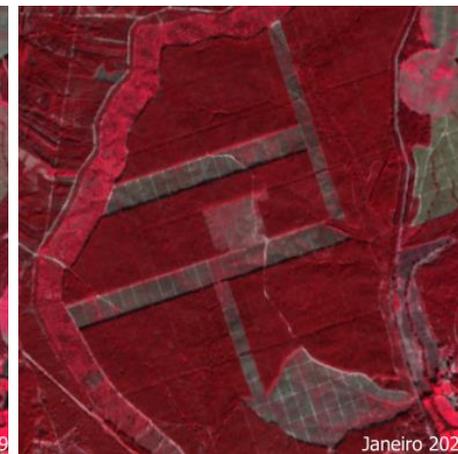
Outubro 2019



Novembro 2019



Dezembro 2019



Janeiro 2020



Fevereiro 2020



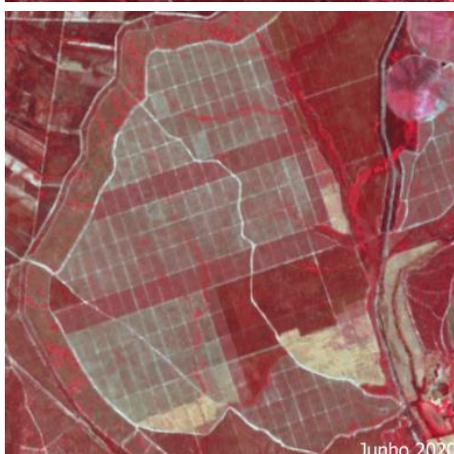
Março 2020



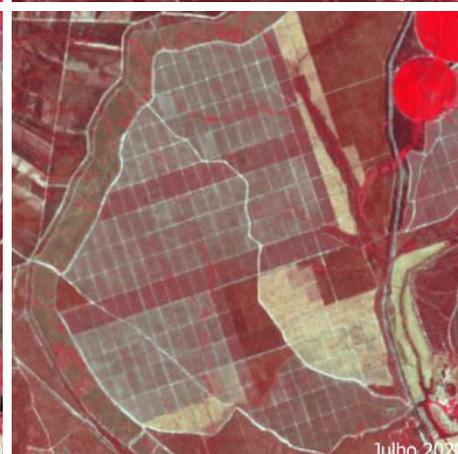
Abril 2020



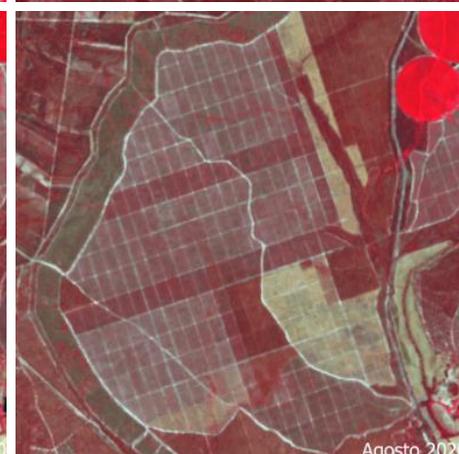
Maio 2020



Junho 2020



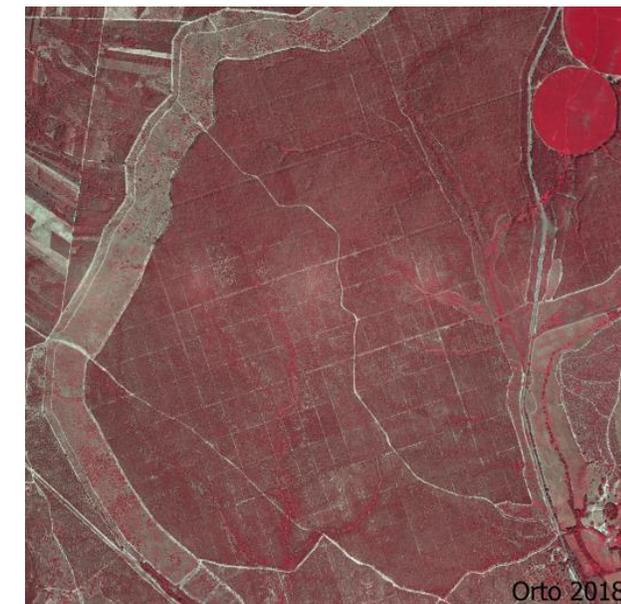
Julho 2020



Agosto 2020

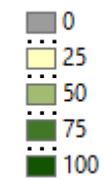
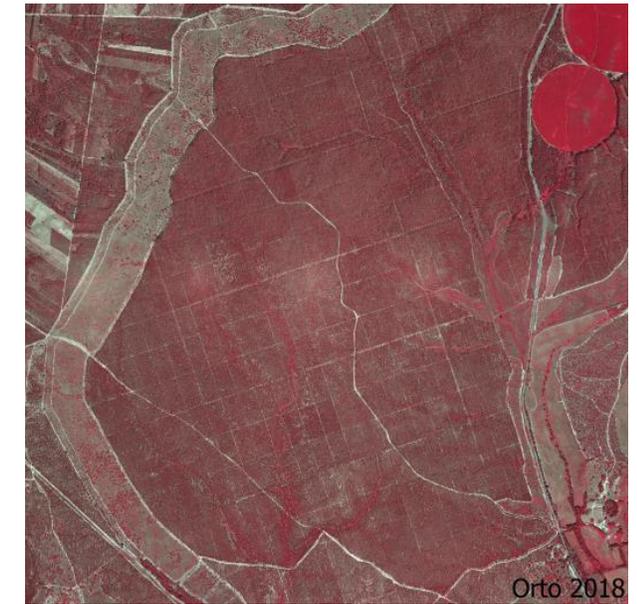
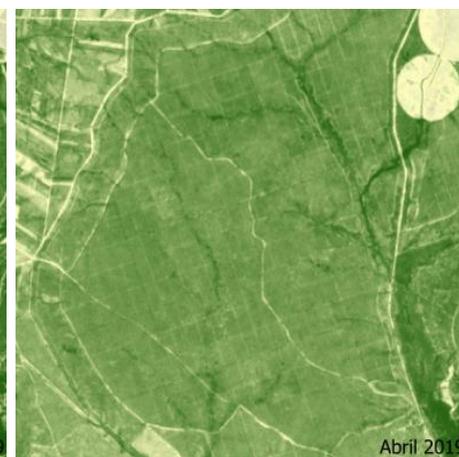
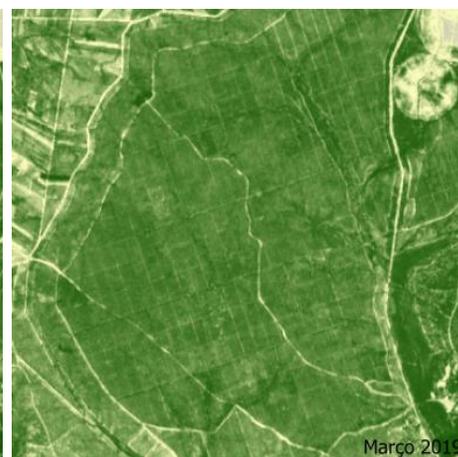
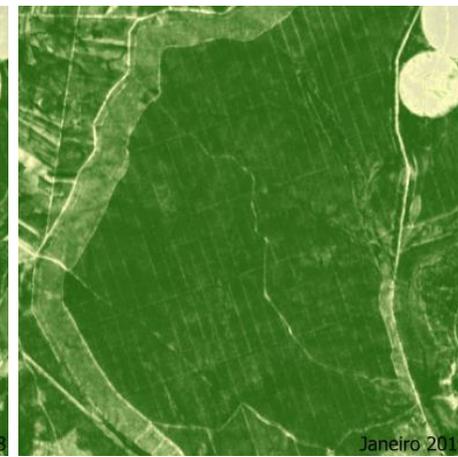
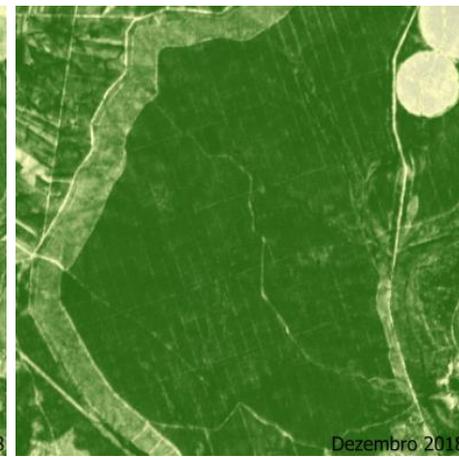


Setembro 2020



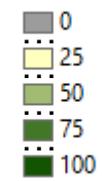
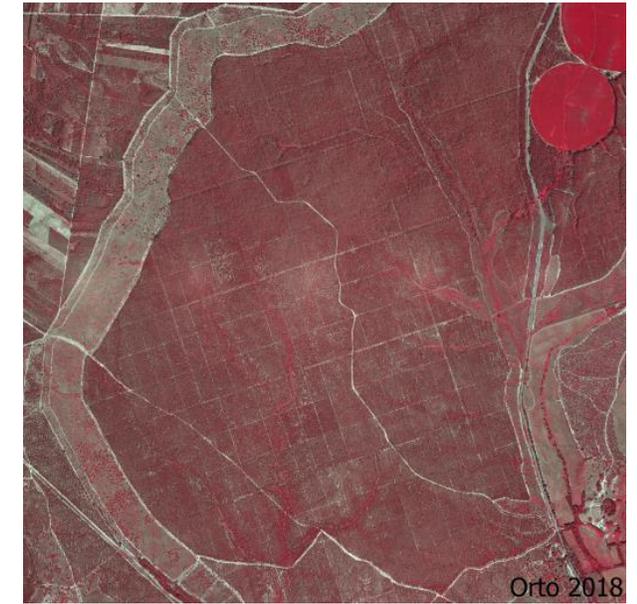
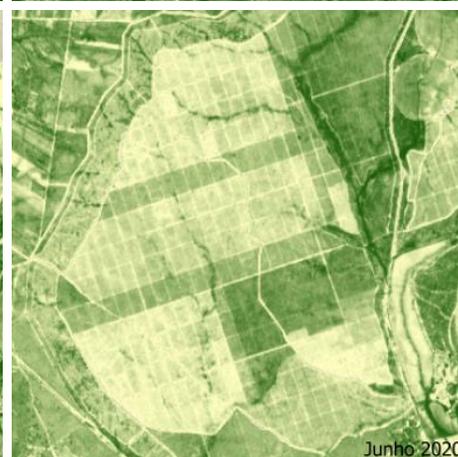
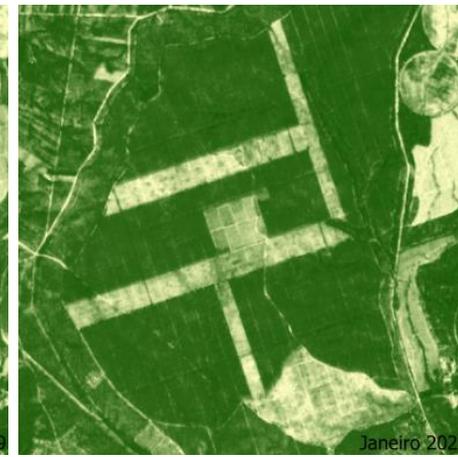
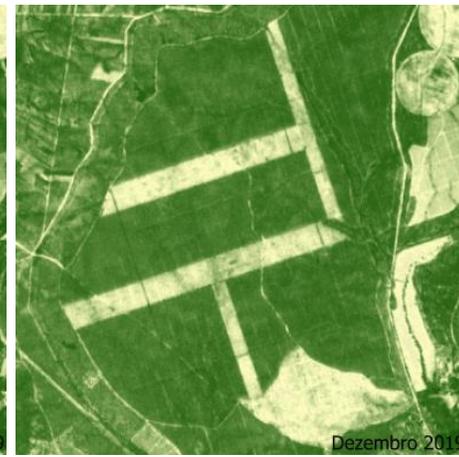
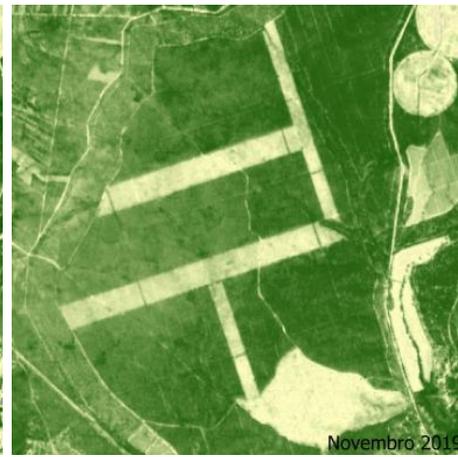
Orto 2018

# Verdura da Vegetação 2019



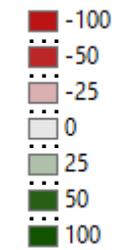
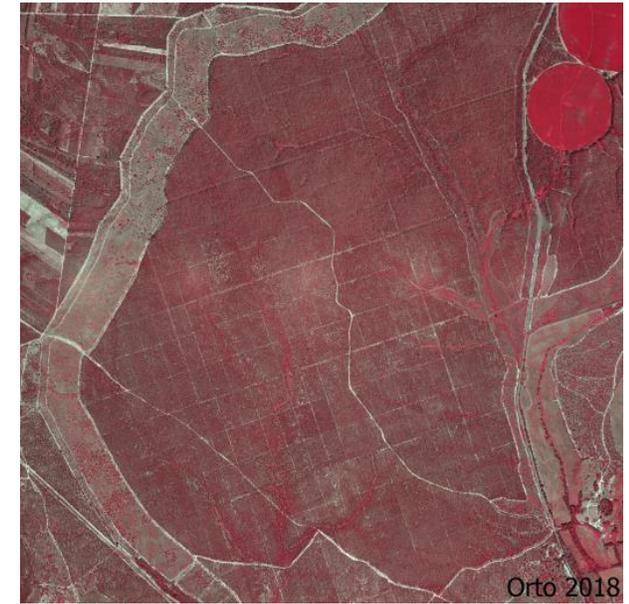
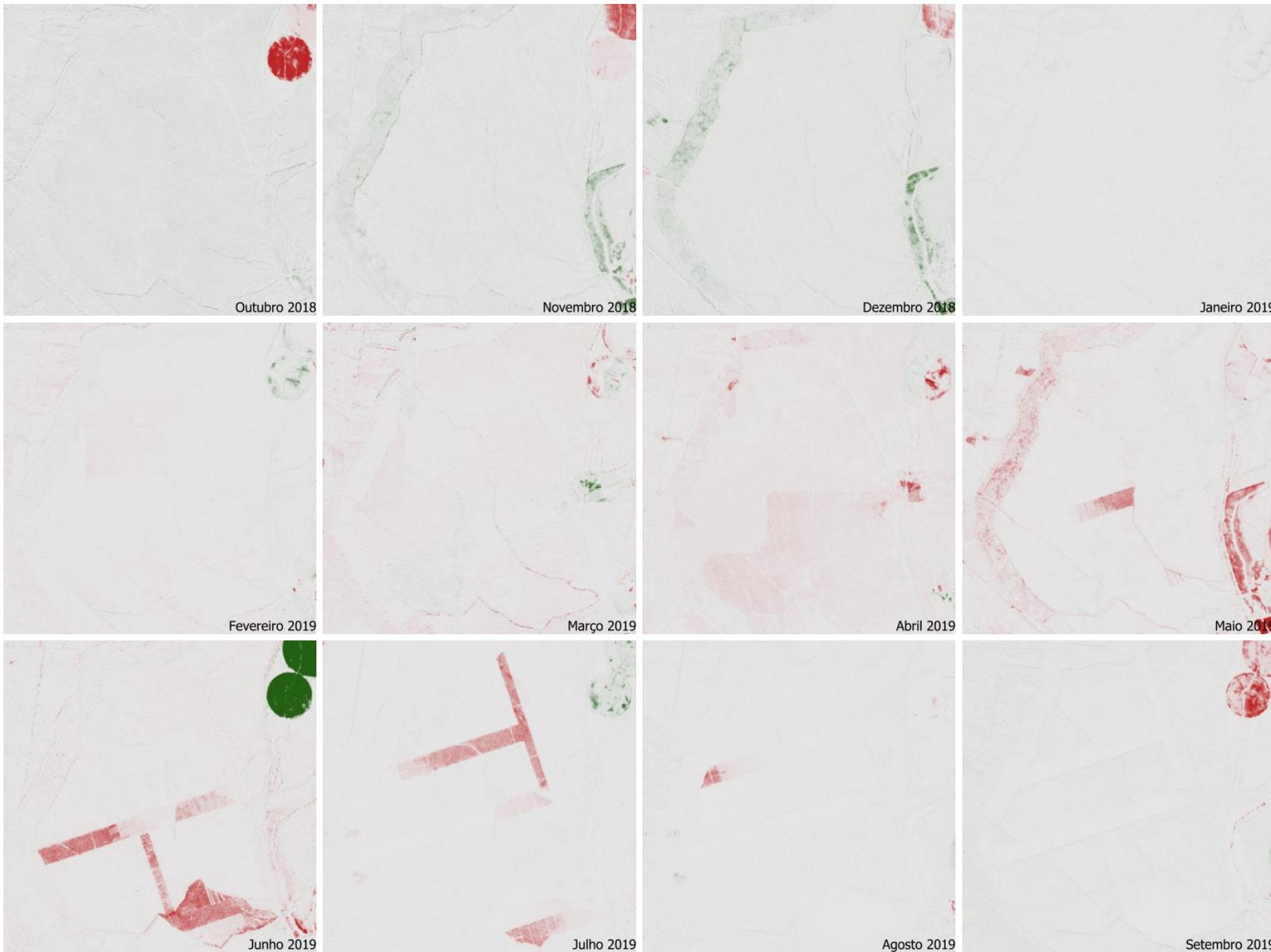
Coruche

# Verdura da Vegetação 2020



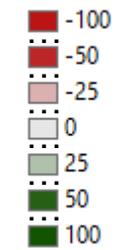
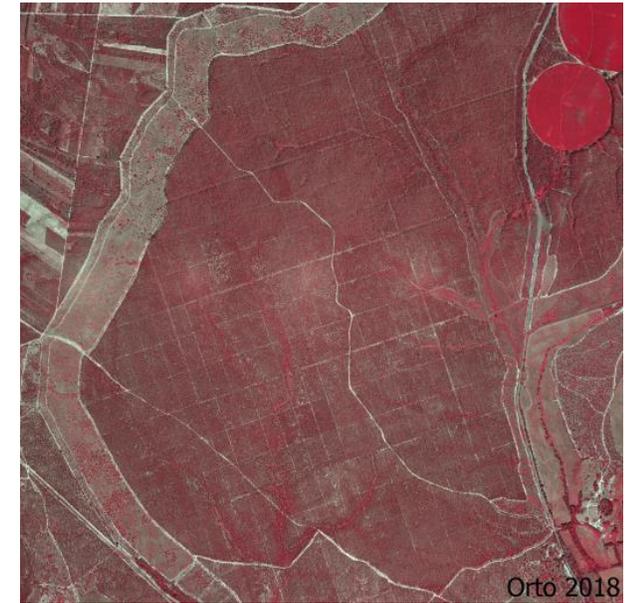
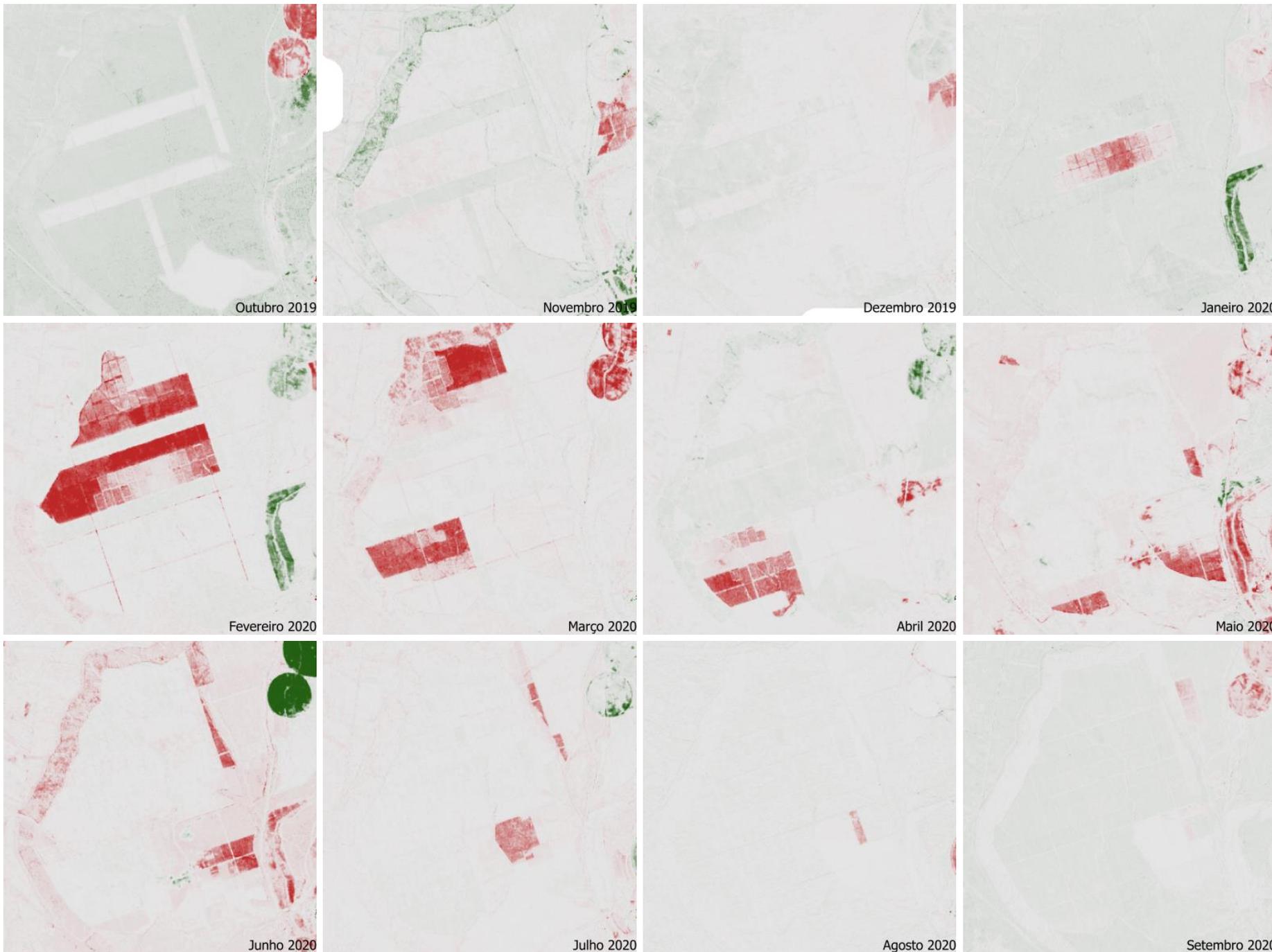
Coruche

# Diferença mensal da VV<sup>3</sup> 2019



Coruche

# Diferença mensal da VV<sup>≡</sup> 2020



Coruche

# 03.2

---

## Monitorização anual

# COSc

## Edições



2018

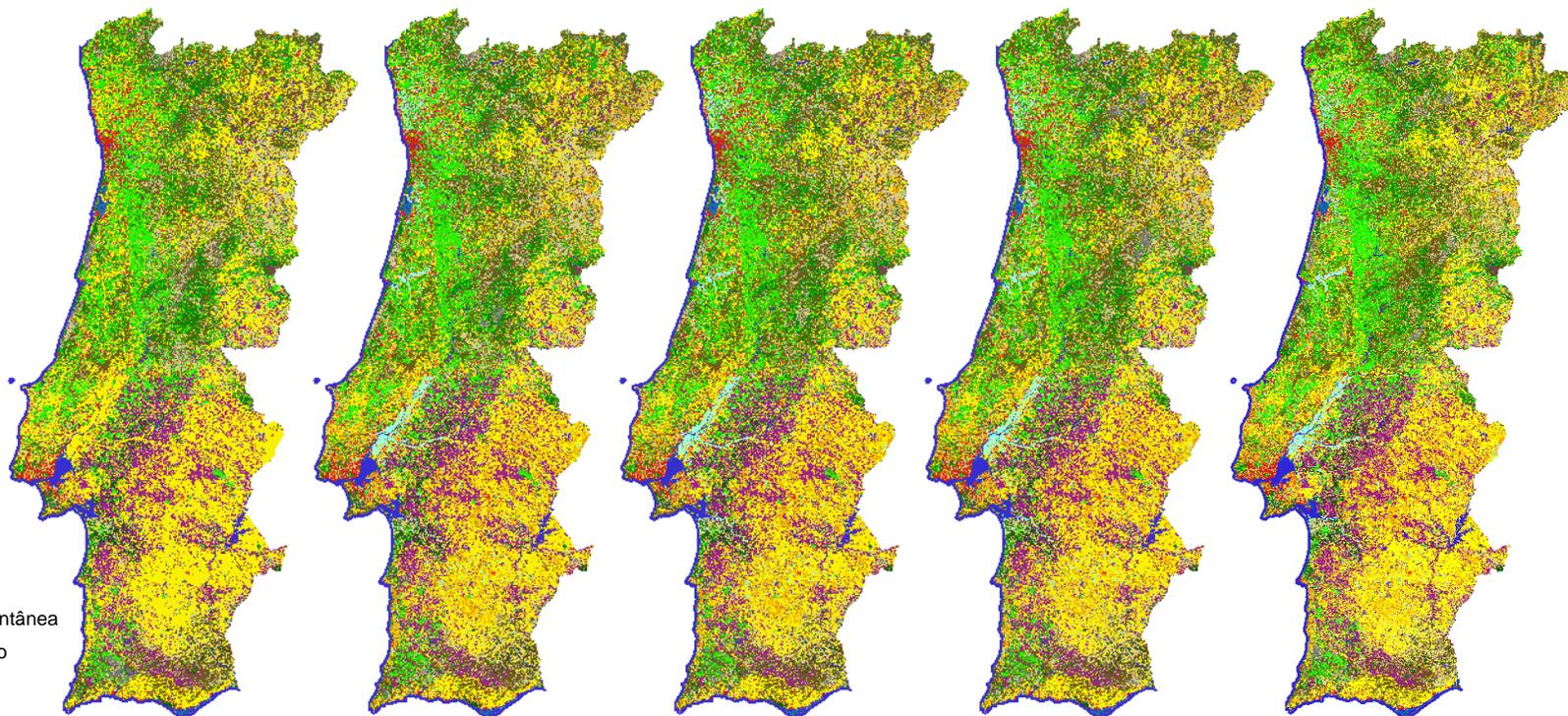
2020

2021

2022

2023

- Artificializado
- Agricultura
- Sobreiro e Azinheira
- Eucalipto
- Outras folhosas
- Pinheiro bravo
- Pinheiro manso
- Outras resinosas
- Matos
- Vegetação herbácea espontânea
- Superfícies sem vegetação
- Zonas húmidas
- Água



- Artificializado
- Culturas anuais de outono/inverno
- Culturas anuais de primavera/verão
- Outras áreas agrícolas
- Sobreiro e Azinheira
- Eucalipto
- Outras folhosas
- Pinheiro bravo
- Pinheiro manso
- Outras resinosas
- Matos
- Vegetação herbácea espontânea
- Superfícies sem vegetação
- Zonas húmidas
- Água

# COSc

## Matriz de transições 2018-2020

Area (ha)	COSc2020	COSc2018															% Mantém	% Alteração	
		Artificializado	Culturas anuais de outono/inverno	Culturas anuais de primavera/verão	Outras áreas agrícolas	Sobreiro e Azinheira	Eucalipto	Outras folhosas	Pinheiro bravo	Pinheiro manso	Outras resinosas	Matos	Vegetação herbácea espontânea	Superfícies sem vegetação	Zonas húmidas	Água			Total Geral
COSc2018		100	211	212	213	311	312	313	321	322	323	410	420	500	610	620			
Artificializado	100	256 579															256 579	100	0
Agricultura	200		529 287	215 026	2 218 992							3 185	4 410	10 949			2 981 849	99	1
Sobreiro e Azinheira	311					856 463						5	55	827			857 348	100	0
Eucalipto	312						766 933					1 460	21 079	10 400			799 872	96	4
Outras folhosas	313							432 844				1 615	3 185	1 296			438 939	99	1
Pinheiro bravo	321								427 890			5 180	8 568	12 149			453 787	94	6
Pinheiro manso	322									140 624		312	4 927	905			146 768	96	4
Outras resinosas	323										19 314	58	197	81			19 652	98	2
Matos	410		489	140	3 517		7 387					1 345 078	78 268	24 725			1 459 603	92	8
Vegetação herbácea espontânea	420		3 361	801			31 617					110 301	947 266	18 167			1 111 513	85	15
Superfícies sem vegetação	500		261	70			8 079					14 281	57 184	155 987			235 861	66	34
Zonas húmidas	610														21 796		21 796	100	0
Água	620															320 537	320 537	100	0
<b>Total Geral</b>		<b>256 579</b>	<b>533 397</b>	<b>216 037</b>	<b>2 222 509</b>	<b>856 463</b>	<b>814 015</b>	<b>432 844</b>	<b>427 890</b>	<b>140 624</b>	<b>19 314</b>	<b>1 481 475</b>	<b>1 125 138</b>	<b>235 486</b>	<b>21 796</b>	<b>320 537</b>	<b>9 104 104</b>		
% Mantém		100	99	100	100	100	94	100	100	100	100	91	84	66	100	100		Alteração:	
% Alteração		0	1	0	0	0	6	0	0	0	0	9	16	34	0	0		449 489 ha	
																		4.94% %	

# COSc

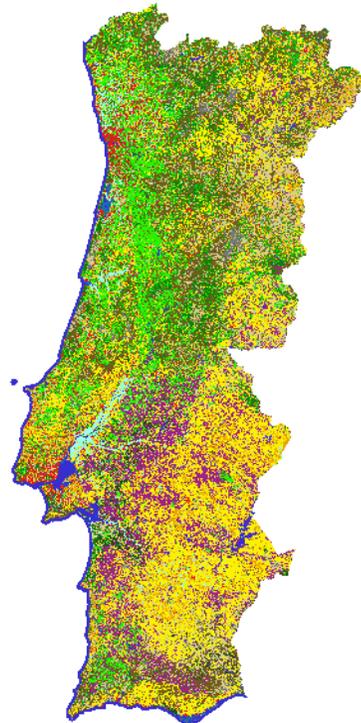
## Matriz de transições 2018-2020

Area (ha)	COSc2020	COSc2018															% Mantém	% Alteração	
		Artificializado	Culturas anuais de outono/inverno	Culturas anuais de primavera/verão	Outras áreas agrícolas	Sobreiro e Azinheira	Eucalipto	Outras folhosas	Pinheiro bravo	Pinheiro manso	Outras resinosas	Matos	Vegetação herbácea espontânea	Superfícies sem vegetação	Zonas húmidas	Água			Total Geral
COSc2018		100	211	212	213	311	312	313	321	322	323	410	420	500	610	620			
Artificializado	100	256 579															256 579	100	0
Agricultura	200		529 287	215 026	2 218 992							3 185	4 410	10 949			2 981 849	99	1
Sobreiro e Azinheira	311					856 463						5	55	827			857 348	100	0
Eucalipto	312						766 933					1 460	21 079	10 400			799 872	96	4
Outras folhosas	313							432 844				1 615	3 185	1 296			438 939	99	1
Pinheiro bravo	321								427 890			5 180	8 568	12 149			453 787	94	6
Pinheiro manso	322									140 624		312	4 927	905			146 768	96	4
Outras resinosas	323										19 314	58	197	81			19 652	98	2
Matos	410		489	140	3 517		7 387					1 345 078	78 268	24 725			1 459 603	92	8
Vegetação herbácea espontânea	420		3 361	801			31 617					110 301	947 266	18 167			1 111 513	85	15
Superfícies sem vegetação	500		261	70			8 079					14 281	57 184	155 987			235 861	66	34
Zonas húmidas	610														21 796		21 796	100	0
Água	620															320 537	320 537	100	0
<b>Total Geral</b>		<b>256 579</b>	<b>533 397</b>	<b>216 037</b>	<b>2 222 509</b>	<b>856 463</b>	<b>814 015</b>	<b>432 844</b>	<b>427 890</b>	<b>140 624</b>	<b>19 314</b>	<b>1 481 475</b>	<b>1 125 138</b>	<b>235 486</b>	<b>21 796</b>	<b>320 537</b>	<b>9 104 104</b>		
% Mantém		100	99	100	100	100	94	100	100	100	100	91	84	66	100	100		Alteração:	
% Alteração		0	1	0	0	0	6	0	0	0	0	9	16	34	0	0		449 489 ha	
																		4.94% %	

# COSc

Edição pré-verão 2023

Atualiza a COSc2022  
em algumas classes



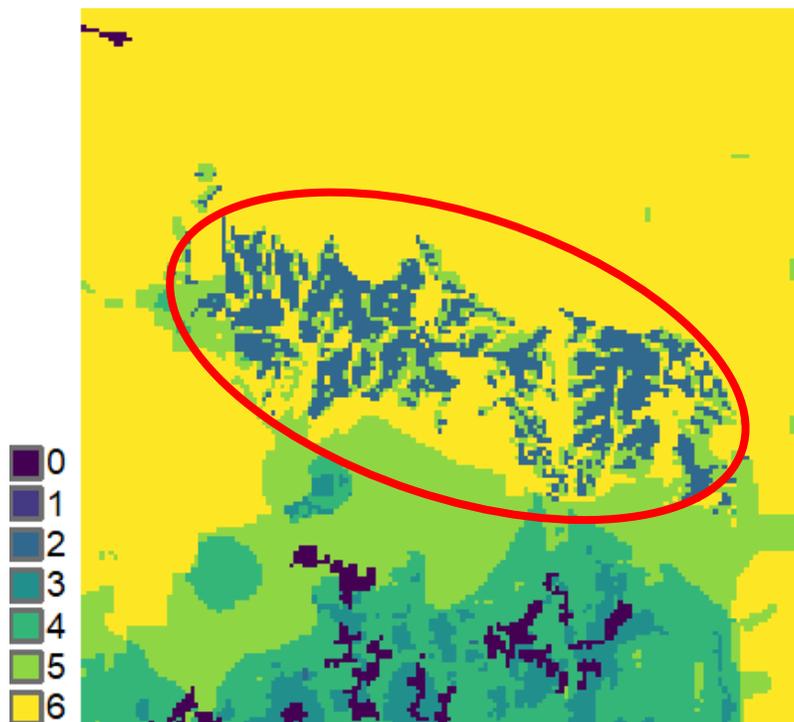
- Artificializado
- Culturas anuais de outono/inverno
- Culturas anuais de primavera/verão
- Outras áreas agrícolas
- Sobreiro e Azinheira
- Eucalipto
- Outras folhosas
- Pinheiro bravo
- Pinheiro manso
- Outras resinosas
- Matos
- Vegetação herbácea espontânea
- Superfícies sem vegetação
- Zonas húmidas
- Água

Classes atualizadas  
(perdas de vegetação)

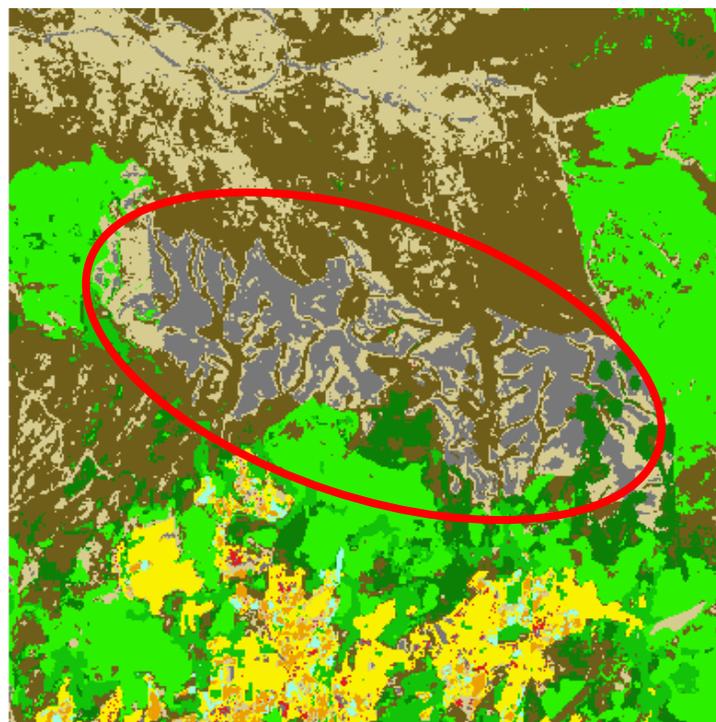


# COSc

## Perigosidade de Incêndio Rural



Carta de perigosidade de Incêndio Rural



COSc

- 100 - Artificializado
- 211 - Culturas anuais de outono/inverno
- 212 - Culturas anuais de primavera/verão
- 213 - Outras áreas agrícolas
- 311 - Sobreiro e Azinheira
- 312 - Eucalipto
- 313 - Outras folhosas
- 321 - Pinheiro bravo
- 322 - Pinheiro manso
- 323 - Outras resinosas
- 410 - Matos
- 420 - Vegetação herbácea espontânea
- 500 - Superfícies sem vegetação
- 610 - Zonas húmidas
- 620 - Água

# 03.3

---

## Monitorização interanual

# COSc

## Edições



2018

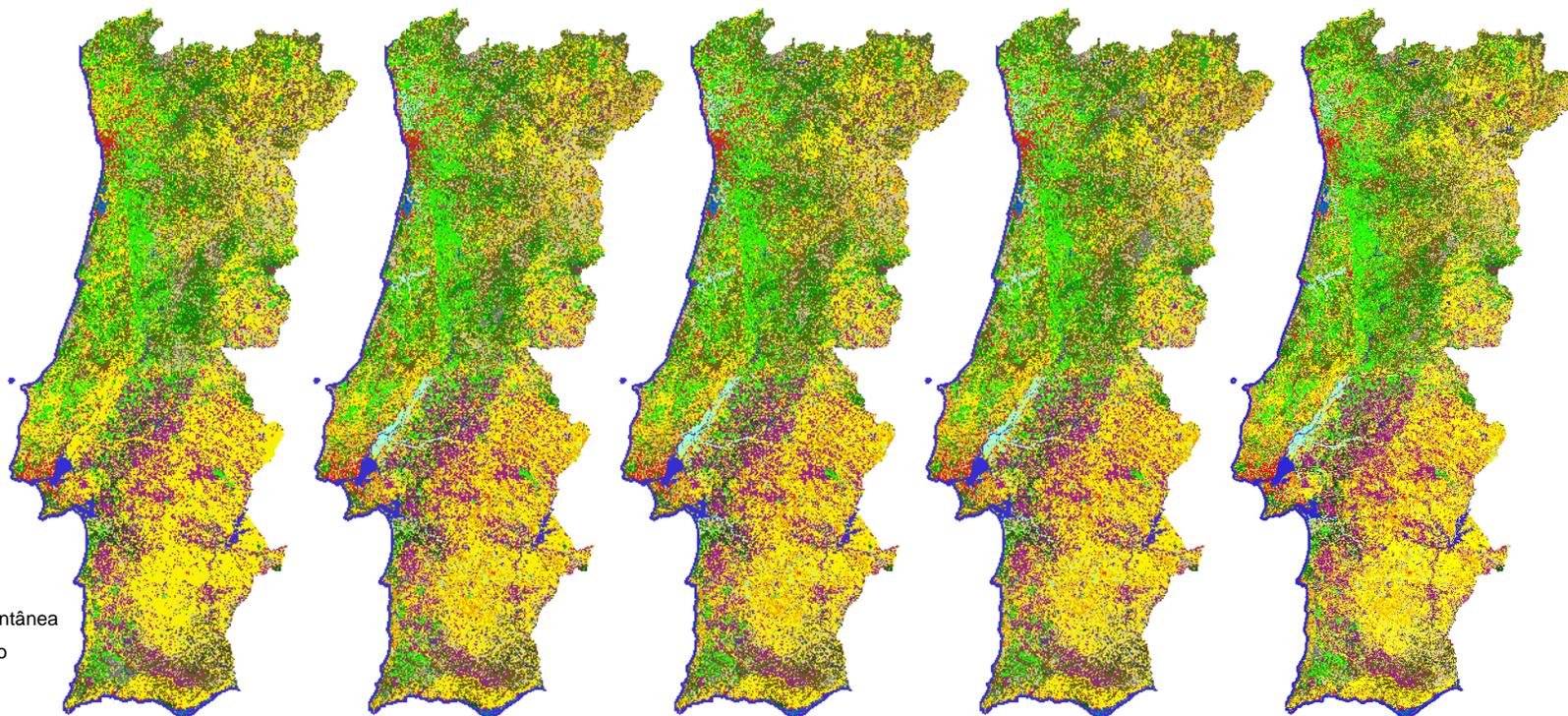
2020

2021

2022

2023

- Artificializado
- Agricultura
- Sobreiro e Azinheira
- Eucalipto
- Outras folhosas
- Pinheiro bravo
- Pinheiro manso
- Outras resinosas
- Matos
- Vegetação herbácea espontânea
- Superfícies sem vegetação
- Zonas húmidas
- Água

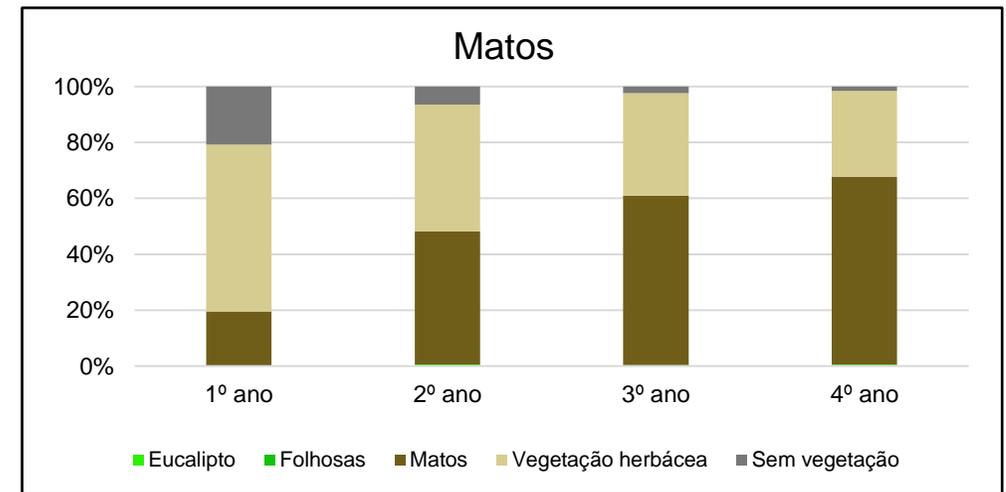
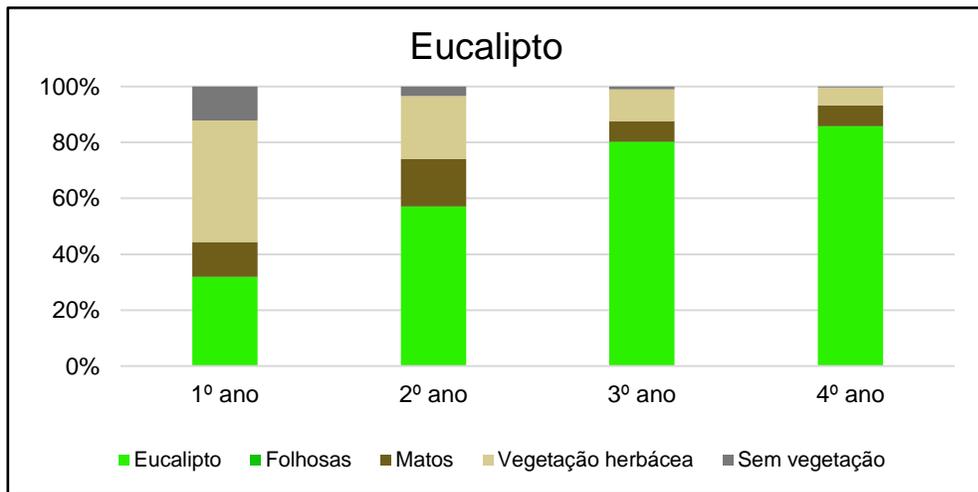


- Artificializado
- Culturas anuais de outono/inverno
- Culturas anuais de primavera/verão
- Outras áreas agrícolas
- Sobreiro e Azinheira
- Eucalipto
- Outras folhosas
- Pinheiro bravo
- Pinheiro manso
- Outras resinosas
- Matos
- Vegetação herbácea espontânea
- Superfícies sem vegetação
- Zonas húmidas
- Água

# COSc

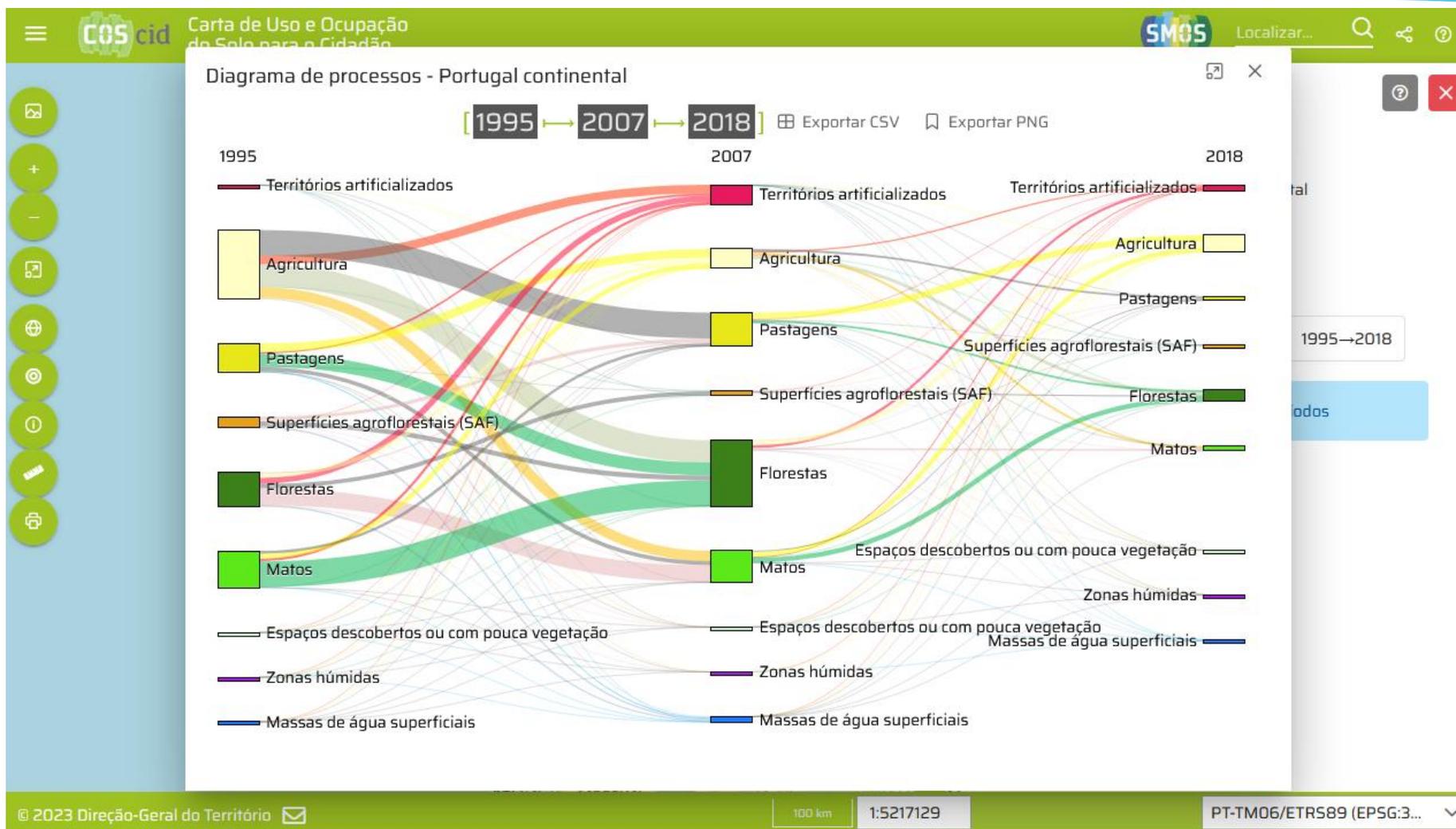
## Edições

- Recuperação das áreas ardidas em função do tempo (de 1 a 4 anos após o fogo) segundo a COSc: os casos do eucalipto e matos. Cada coluna representa a área total da espécie antes do fogo e divide-se por várias classes de ocupação do solo observadas após o fogo. Foram analisadas as COSc de 2018 a 2022 nas áreas ardidas de 2015 a 2022.



# COScid

## Processos



# 04

---

## O futuro do SMOS

# Novos produtos cartográficos

- Nova COS2018
- Produtos com base na cobertura LiDAR
- Produtos com base na cobertura de imagens de muito grande resolução espacial
- Delimitar manchas superiores a 0.5 ha de perda recente de floresta e mato

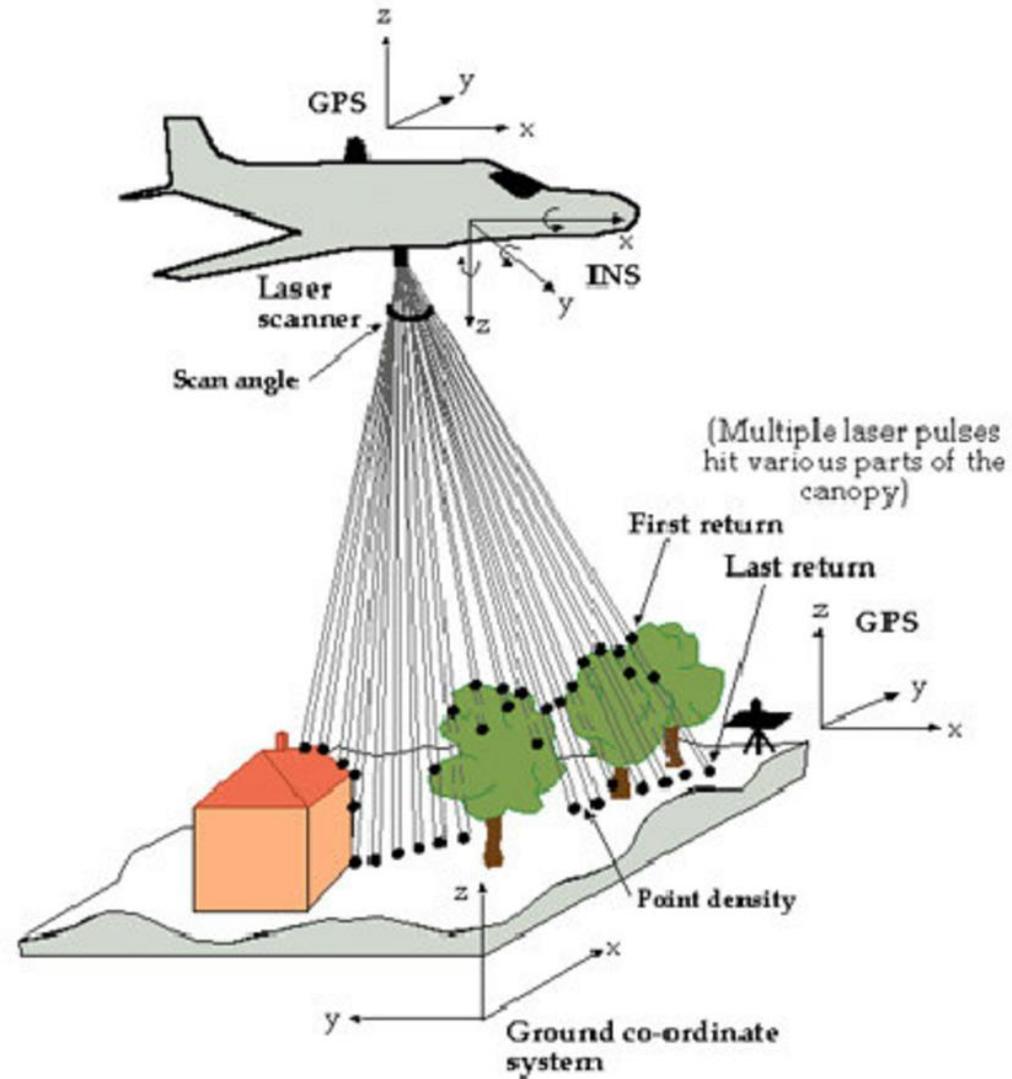


# COS – Carta de Uso e Ocupação do Solo

Implementação de novas especificações técnicas para a COS2018, melhorando a **UMC para 0,5 hectares** e reestruturando a nomenclatura aumentando o número de classes e introduzindo atributos complementares que identificam os povoamentos mistos nas Superfícies agroflorestais, Florestas, e alguns Pomares.

- Nova versão da COS2018
  - UMC de 0,5 ha
  - Nomenclatura passa de 83 para 104 classes
  - Atributos para identificação de espécie florestal principal e secundária
- Projeto arrancou em janeiro 2024 e tem previsão de conclusão no 2º semestre de 2025
- Servirá de base à futura COS2023

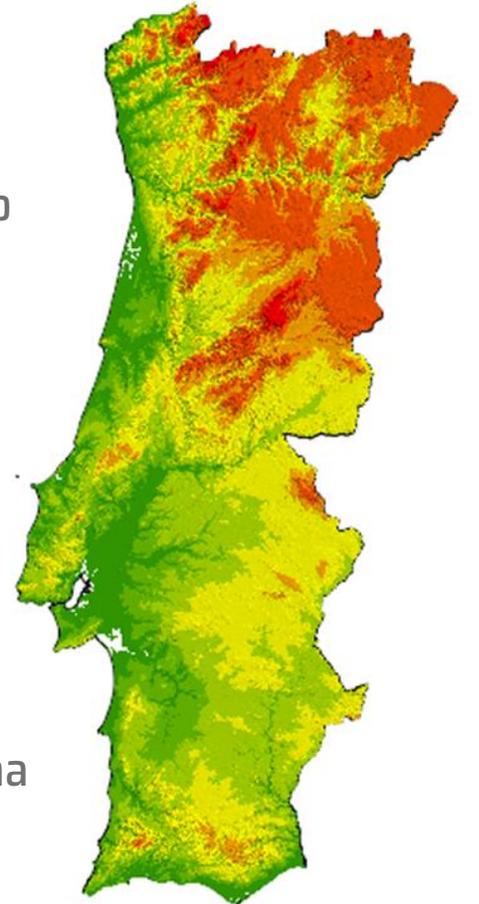
# Levantamento LiDAR



# Levantamento LiDAR

Aquisição de uma cobertura LiDAR (Light Detection And Ranging) para o território de Portugal Continental.

- Início do projeto: 15 dezembro de 2023
- A partir dos dados da cobertura LiDAR será produzido um novo Modelo Digital do Terreno (MDT) e um Modelo Digital de Superfície (MSD) (resoluções 0,5 m e 2 m) para Portugal Continental e uma série de produtos derivados com informação sobre a vegetação.
- Principais características do levantamento:
  - Densidade média de 10 pontos/m<sup>2</sup> (1 ponto por 31,6 cm)
  - Aquisição simultânea de ortofotos com resolução de 0.25 m com 4 bandas espectrais (azul, verde, vermelho, infra-vermelho)
- Conclusão do projeto: 1º semestre de 2025. Disponibilização dos dados será feita de forma aberta (MDT, MDS e nuvens de pontos LiDAR).



# Cartografia Vetorial

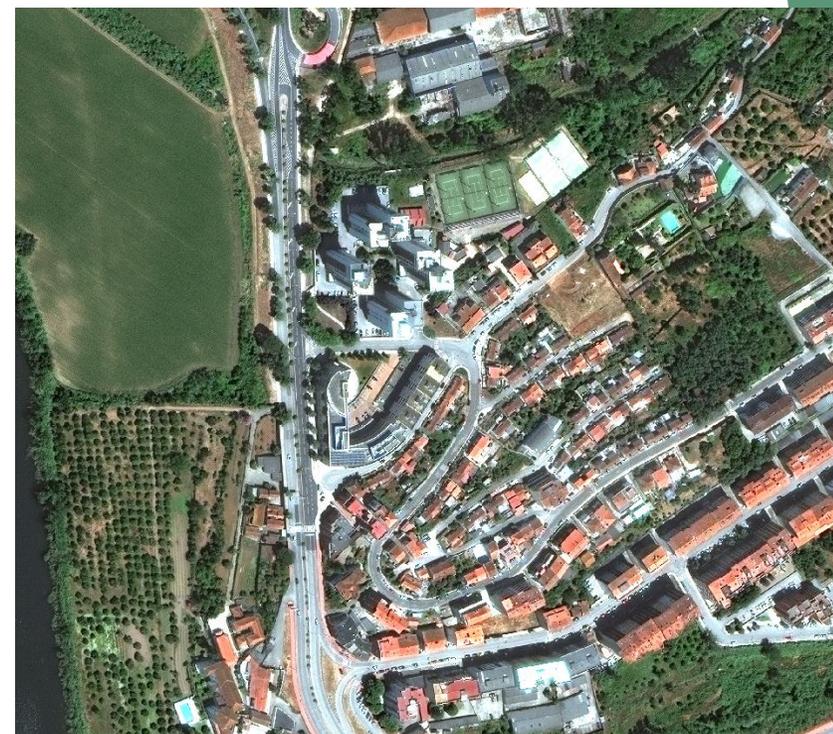
Procedimentos concursais para produção de cartografia topográfica oficial divididos em 2 fases, previstas para o ano de 2024:

- 1ª fase - produção dos seguintes temas:
  - Transportes
  - Construções e Infraestruturas e serviços de interesse público
  - Áreas artificializadas (Ocupação de solo)
  - Ortofotos
- 2ª fase - produção dos seguintes temas, que dependem da cobertura LiDAR:
  - Altimetria
  - Hidrografia

O procedimento está em processo administrativo para lançamento

# Cobertura de imagens de muito grande resolução espacial

- Aquisição de imagens de satélite com GSD < 50 cm na banda pancromática e com 4 bandas multiespectrais (R,G,B,IR), características semelhantes a coberturas aerofotográficas
- Dois tipos de produtos
  - Imagens single-aquisição pansharpened com correções standard
  - Mosaico ininterrupto de imagens pansharpened ortoretificadas
- Política de distribuição dos dados em serviço de descarregamento para a DGT e outras entidades da Administração Pública, e serviço de visualização para o público em geral



# 04.1

---

## Delimitar manchas superiores a 0.5 ha de perda recente de floresta e mato

# Mapa de perdas de vegetação

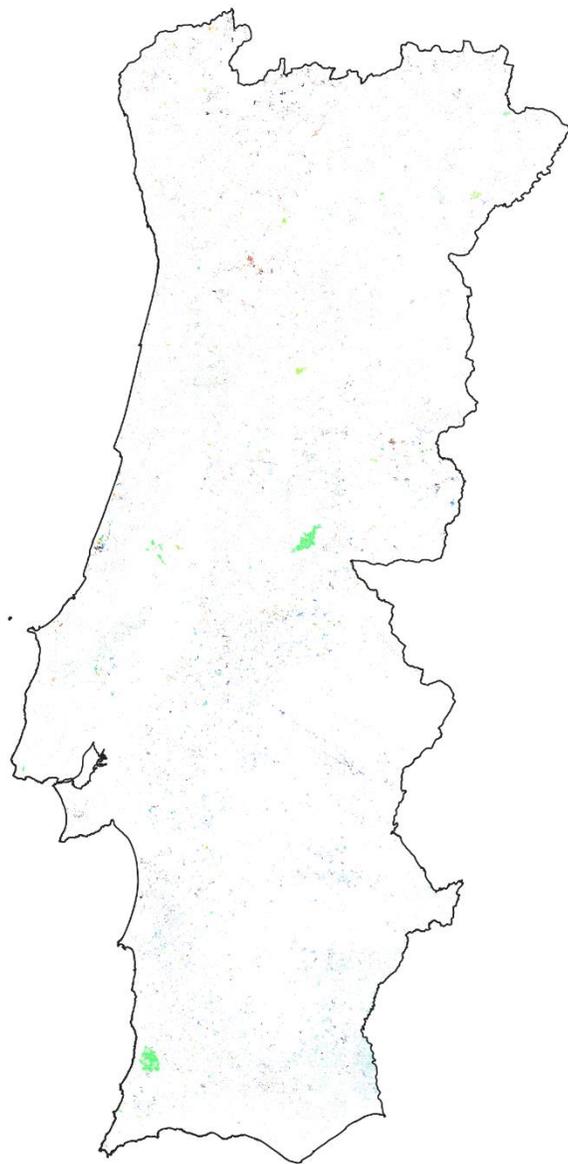
## Objetivo principal

- Gerar um mapa bimensal de fogos e cortes rasos ( $>0,5\text{ha}$ ) para as áreas florestais de Portugal continental com base em dados Sentinel-2

## Ideias chave

- Utilização de regras baseadas em conhecimento aplicadas a series temporais de sentinel-2
- Pouco exigente do ponto de vista computacional
- Dados abertos
- Disponibilizado em formato vetorial

# Mapa de perdas de vegetação



## Datas

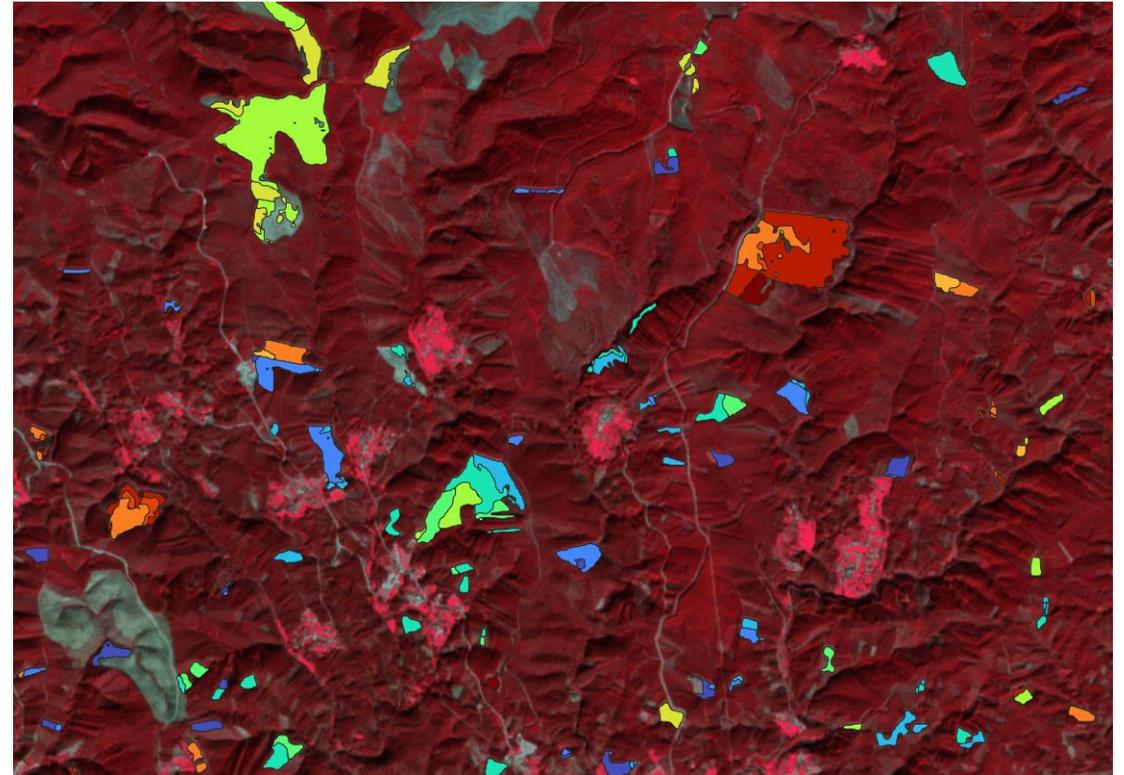
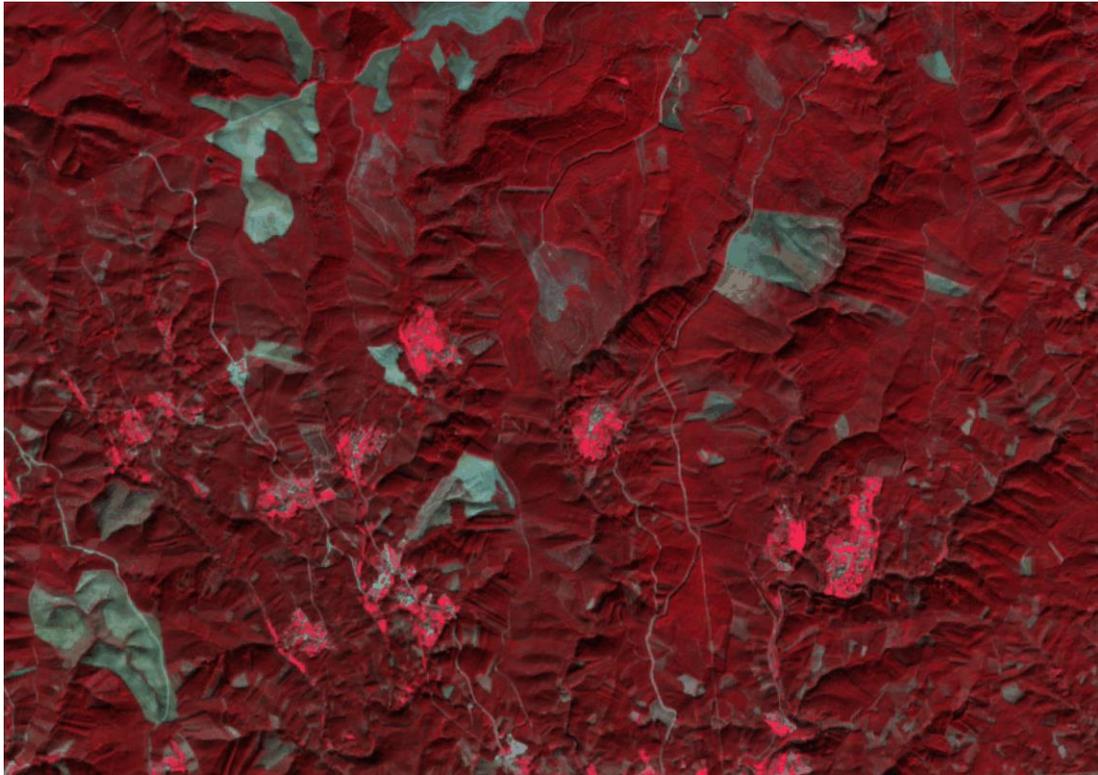
03/2023
04/2023
05/2023
06/2023
07/2023
08/2023
09/2023
10/2023
11/2023
12/2023
01/2024
02/2024

## Resultados preliminares – Portugal

- Início da série temporal: março de 2023
- Fim da série temporal: fevereiro de 2024

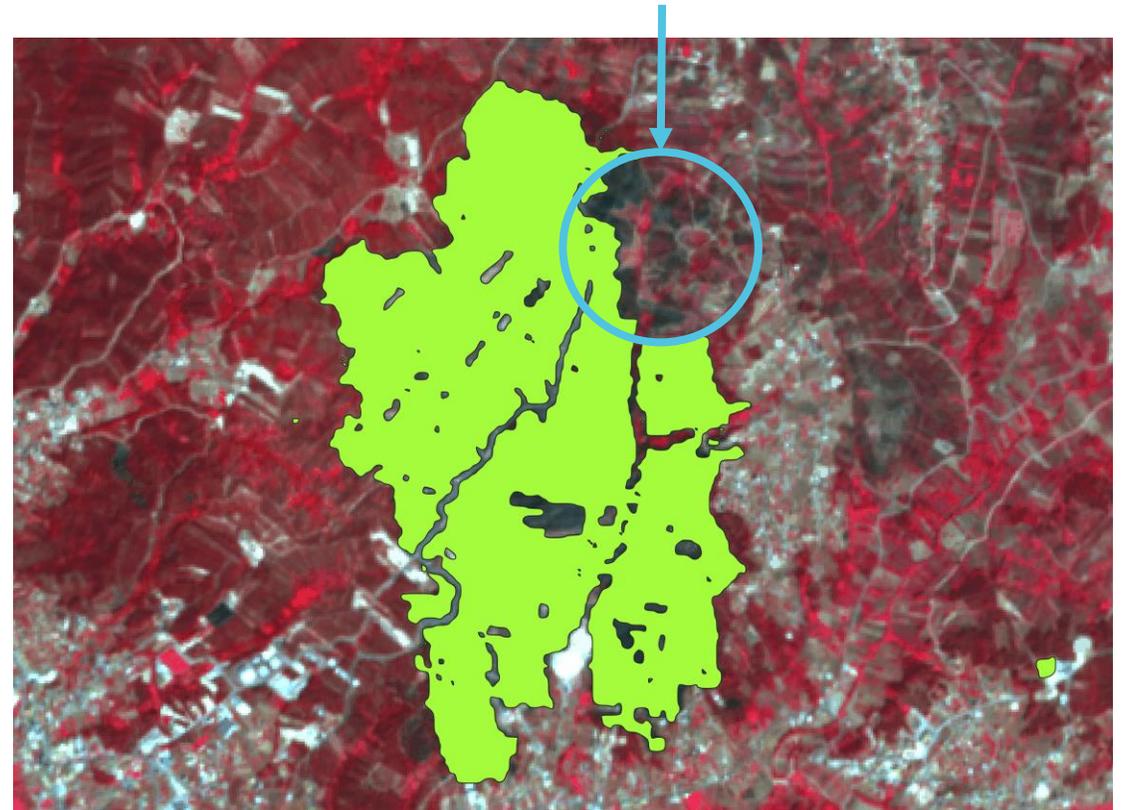
# Mapa de perdas de vegetação

Resultados preliminares – Cortes rasos em áreas florestais



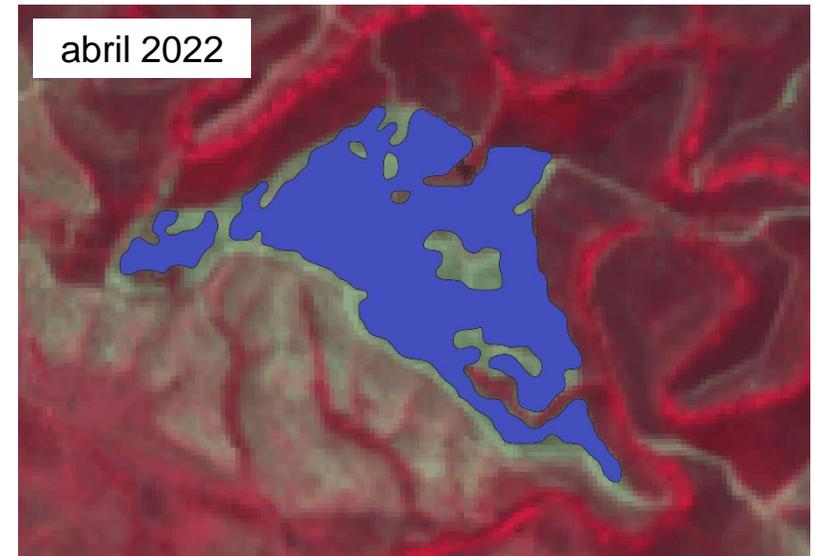
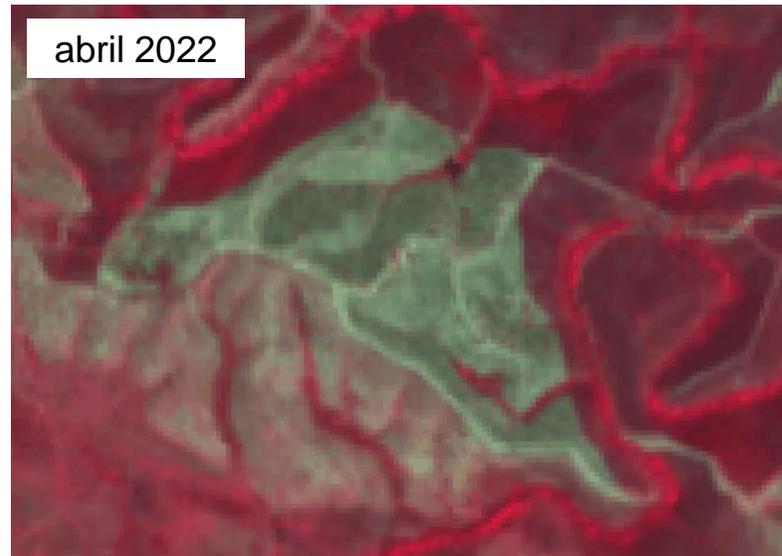
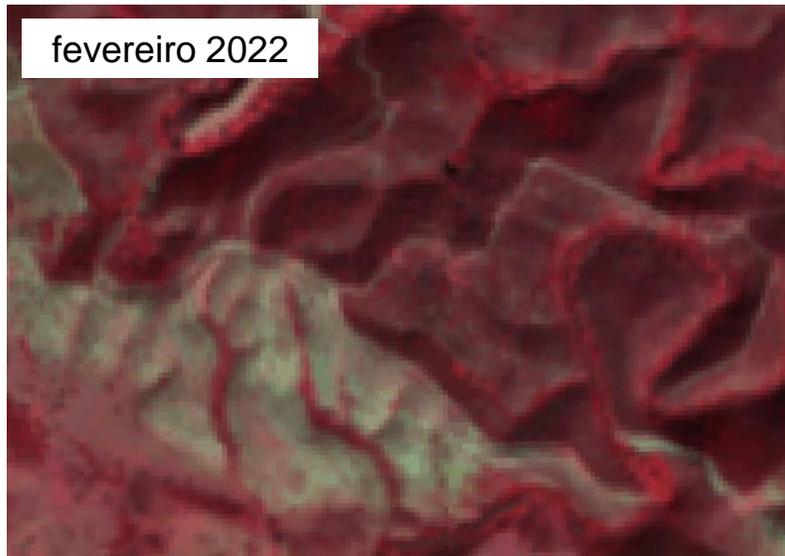
# Mapa de perdas de vegetação

Resultados preliminares - Incêndio em área florestal



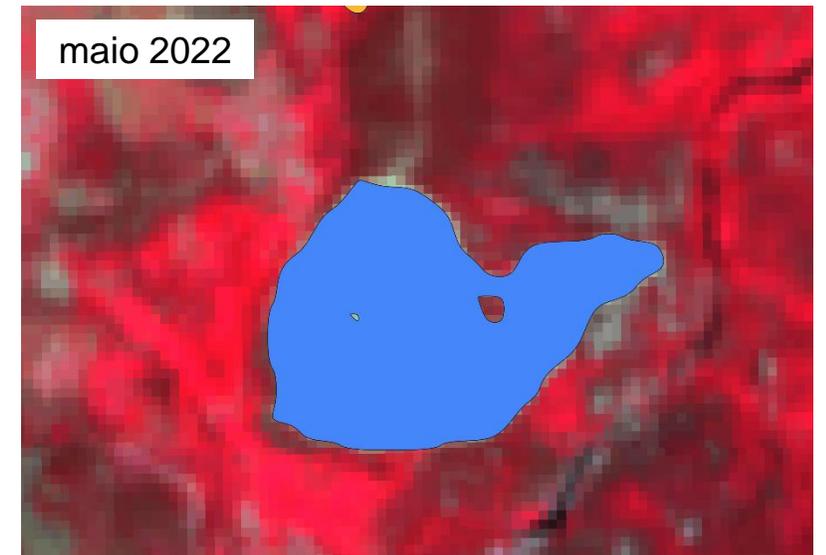
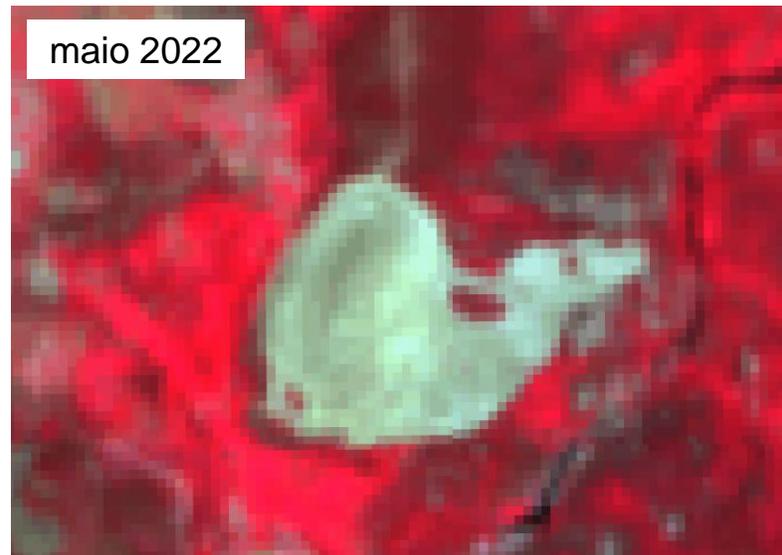
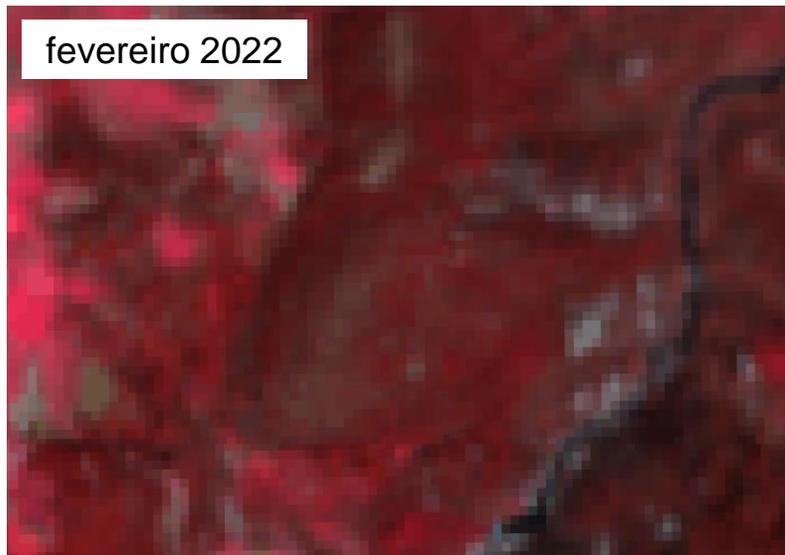
# Mapa de perdas de vegetação

Resultados preliminares – Corte raso em área florestal



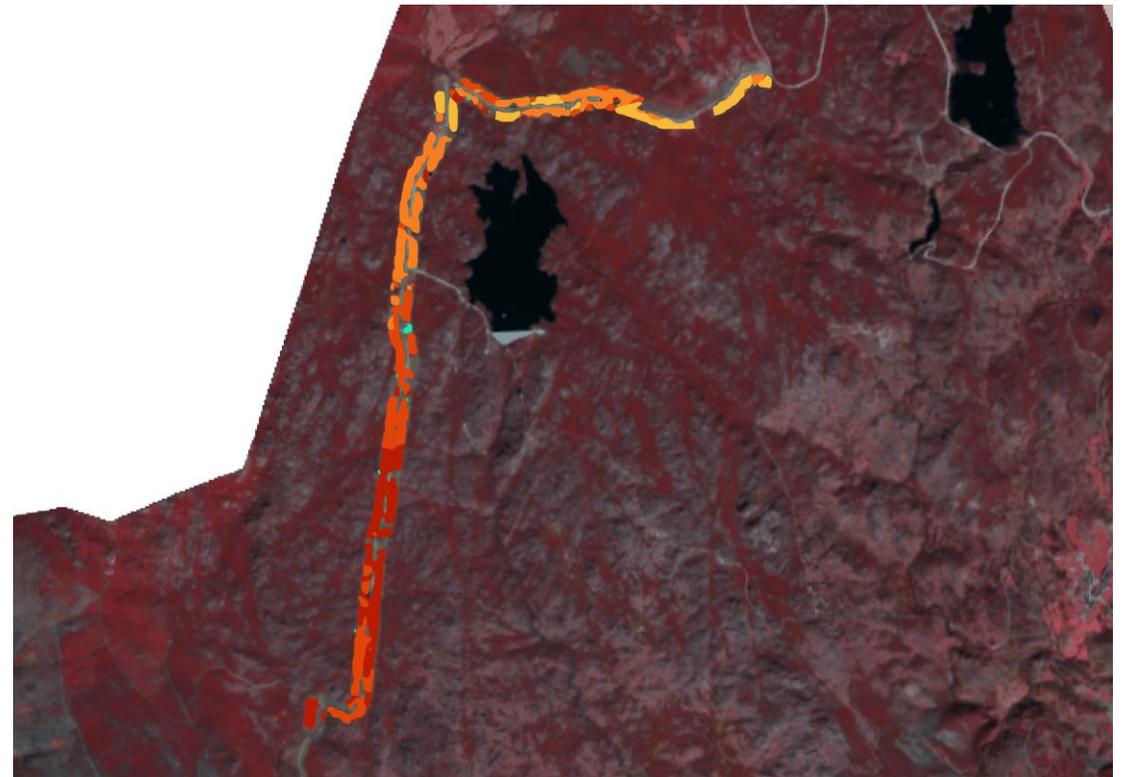
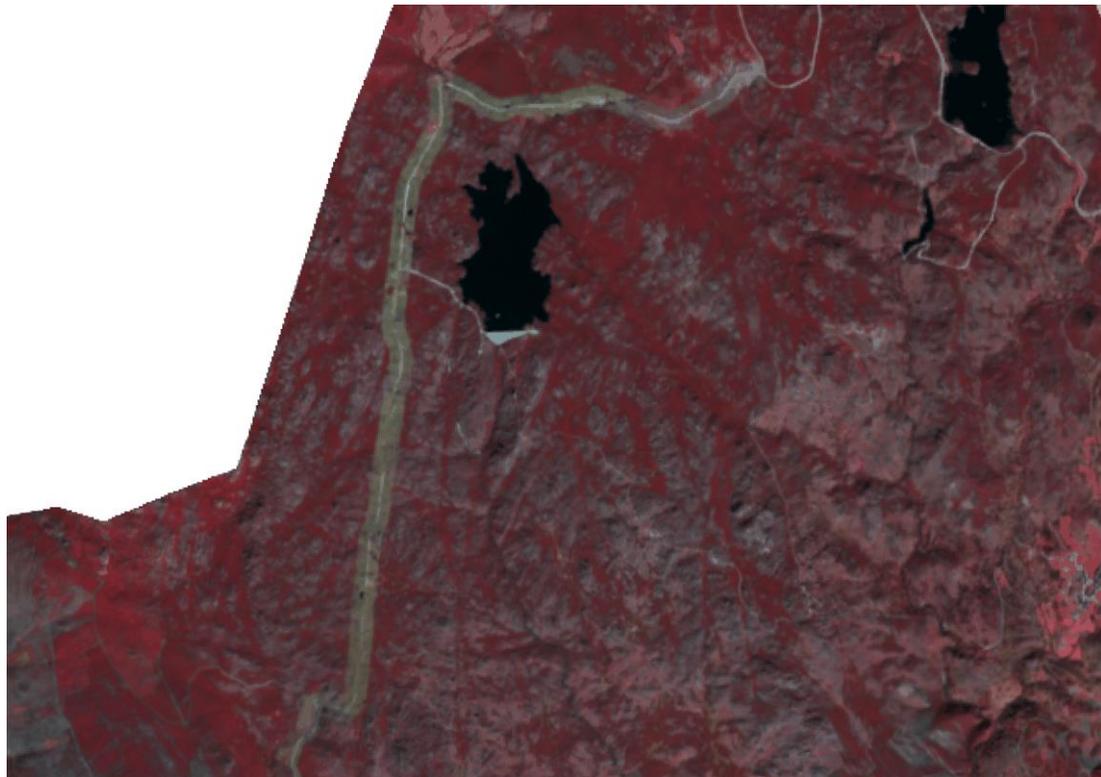
# Mapa de perdas de vegetação

Resultados preliminares – Corte raso em área florestal



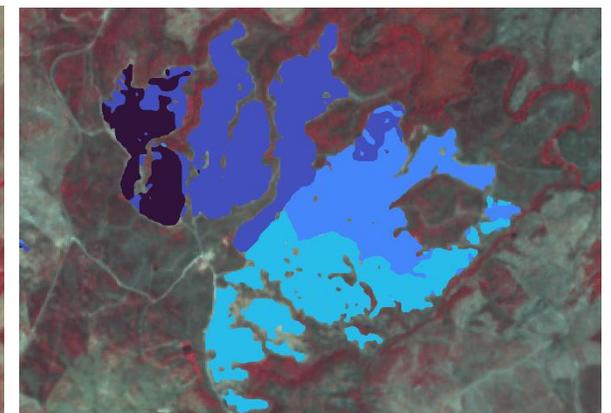
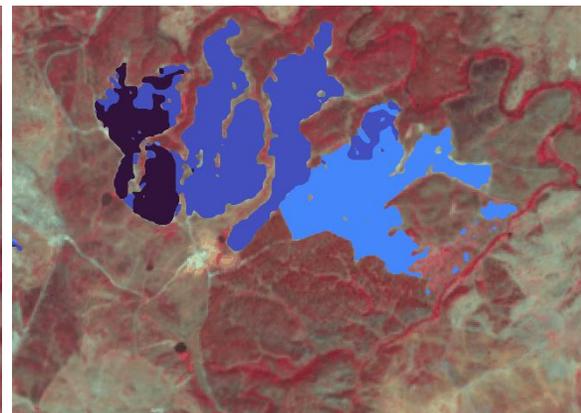
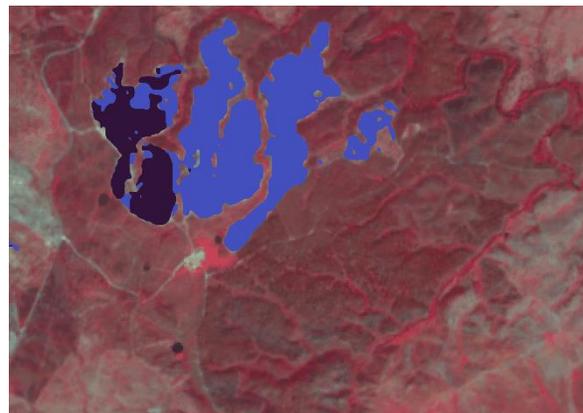
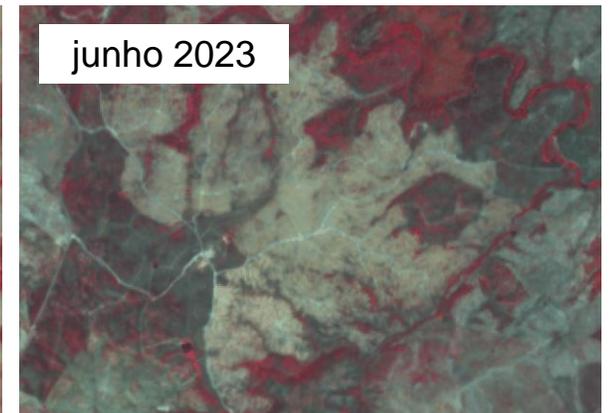
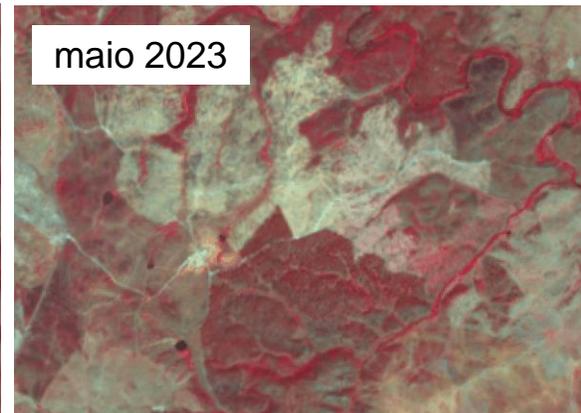
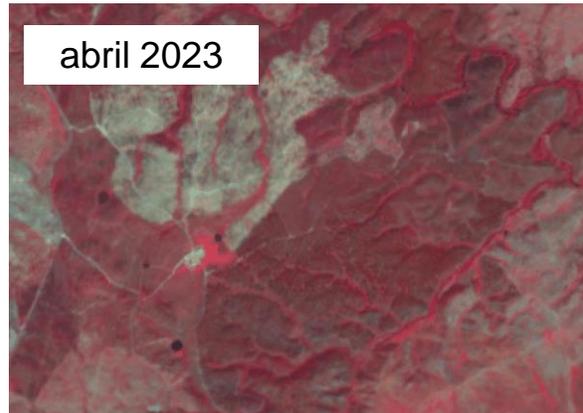
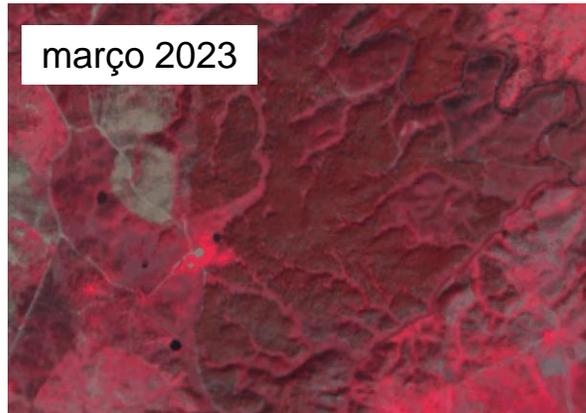
# Mapa de perdas de vegetação

Resultados preliminares – Faixa de gestão de combustível



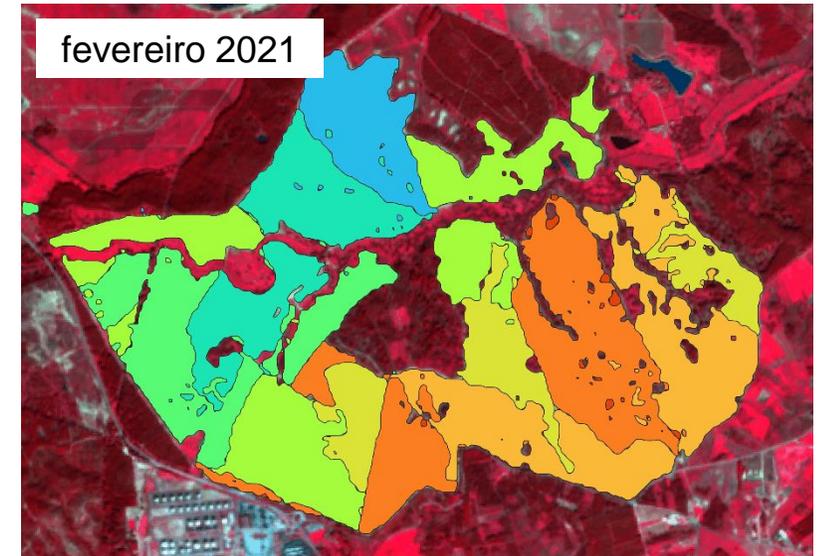
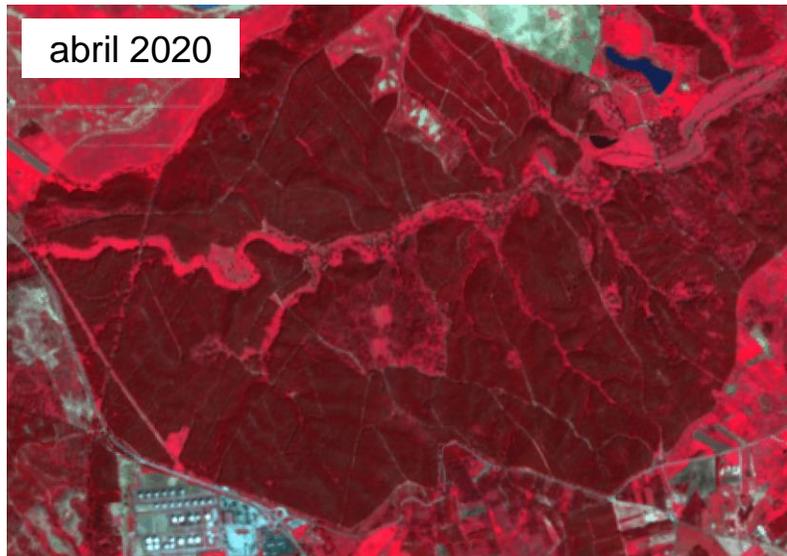
# Mapa de perdas de vegetação

Resultados preliminares – Corte raso em área florestal (faseado)



# Mapa de perdas de vegetação

Resultados preliminares – Corte raso em área florestal - Herdade da Torre Bela



# Mapa de perdas de vegetação

## Validação

- Baseada em dados de referência produzidos a partir de fotointerpretação para o mosaico sentinel-2 29TNE
- 3 472 ha analisados

Classe do mapa	Erro de omissão	Erro de comissão
Perda de vegetação	22,0%	13,5%



## Sistema de Monitorização da Ocupação do Solo

[smos.dgterritorio.gov.pt](https://smos.dgterritorio.gov.pt)

