

Cartografia de Áreas Ardidas com base em detecção remota

SCAN ME



TUTORIAL

preparado por Nuno de Santos Loureiro

DCTMA - FCT - Universidade do Algarve
nlourei@ualg.pt



SUMÁRIO

O presente **TUTORIAL QGIS 3** tem como objectivos:

1. Apresentar uma breve introdução teórica à cartografia de áreas ardidas com base em detecção remota
2. Apresentar alguns métodos expeditos
 - a. por comparação na banda do **infravermelho próximo** (NIR)
 - b. através de **falsa cor** (combinação das bandas NIR - vermelho - verde)
3. Apresentar o índice **Normalized Burn Ratio (NBR)**
4. Base de dados do **ICNF** (Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas)



Cartografia de Áreas Ardidadas

A produção de cartografia de áreas ardidadas com base em detecção remota, seja a partir de dados provenientes de satélites seja de dados provenientes de drones, está directamente associada à interpretação da assinatura espectral da vegetação verde.

Sabe-se hoje que para a vegetação verde a reflectância na banda do **infravermelho próximo** (NIR) é elevada. Sabe-se também que, no domínio do espectro visível, a clorofila saudável, para levar a cabo os processos da fotossíntese, absorve predominantemente nas bandas vermelha e azul. Como a banda verde é menos absorvida, a vegetação é observada como sendo dessa cor.

Consequentemente, o grau de reflectância no NIR é sempre um indicador fundamental para a cartografia das áreas ardidadas, recorrendo-se habitualmente a procedimentos de análise por comparação, ou seja, diferenças entre a reflectância na banda do infravermelho próximo (NIR) após um incêndio rural e florestal e a mesma reflectância antes do evento.

Um outro indicador fundamental é a **falsa cor**, uma combinação de três bandas (NIR, vermelho e verde). Junta a elevada reflectância da vegetação verde ao NIR, a reflectância também apreciável ao verde e a reflectância reduzida ao vermelho. Com esta combinação as parcelas de território cobertas por vegetação verde são representadas a vermelho, de tonalidades variáveis associadas à densidade foliar, ao nível de hidratação da biomassa vegetal, ao seu estado sanitário e também às espécies vegetais presentes. Outras ocupações e usos do solo surgem representadas e identificadas com outras cores que, como acontece com a vegetação verde, não têm necessariamente uma correspondência directa com a sua visualização no domínio do espectro visível.

Cartografia de Áreas Ardidias



LANDSAT 8 OLI (Operational Land Imager)

| | | | |
|----------|---------|--|----------------------|
| verde | Banda 3 | amplitude: 0.533 - 0.590 μm | resolução: 30 metros |
| vermelho | Banda 4 | amplitude: 0.636 - 0.673 μm | resolução: 30 metros |
| NIR | Banda 5 | amplitude: 0.851 - 0.879 μm | resolução: 30 metros |
| SWIR-1 | Banda 6 | amplitude: 1.566 - 1.651 μm | resolução: 30 metros |
| SWIR-2 | Banda 7 | amplitude: 2.107 - 2.294 μm | resolução: 30 metros |

SENTINEL-2

| | | | |
|----------|---------|--|----------------------|
| verde | Banda 3 | | |
| vermelho | Banda 4 | | |
| NIR | Banda 8 | amplitude: 0.785 - 0.900 μm | resolução: 10 metros |



MÉTODOS EXPEDITOS PARA A AVALIAÇÃO E DELIMITAÇÃO DE ÁREAS ARDIDAS



Métodos expeditos para a avaliação e delimitação...

por comparação na banda do infravermelho próximo (NIR)

O método expedito para a avaliação e delimitação de áreas ardidas por comparação do NIR resume-se a uma subtracção de dois rasters, um tão próximo quanto possível da data do início (antes) do evento e outro tão próximo quanto possível da data do final (após) do evento. As duas imagens devem ter um adequado nível de qualidade, sem perturbações causadas por fumos ou nuvens.

O que se pretende, na prática, é medir é a diferença de valores de NIR entre o antes e o depois do incêndio rural e florestal. Se não tiverem ocorrido alterações significativas na vegetação verde, as diferenças serão de pequena amplitude. Se tiverem ocorrido alterações significativas na vegetação verde, nomeadamente a sua destruição pelo fogo, as diferenças serão de grande amplitude.

Quando a operação é $\text{NIR}_{\text{antes}} - \text{NIR}_{\text{após}}$ as diferenças de grande amplitude têm sinal positivo. O método expedito implica, depois de concluída a subtracção no **Raster Calculator**, a identificação manual do valor de separação ou **threshold value**¹ entre o não destruído e o destruído pelo fogo.

O **Exercício I** apresenta uma aplicação deste método expedito.

¹ A **threshold value** is a predefined level, limit, or point at which a change occurs, a specific action is triggered, or a different state or condition is observed. It acts as a boundary, and crossing this value can indicate the beginning of an effect, a change in status, or the need for a decision or outcome.



Métodos expeditos para a avaliação e delimitação...

através de falsa cor (combinação NIR - vermelho - verde)

O método expedito para a avaliação e delimitação de áreas ardidas através de falsa cor (combinação das bandas NIR - vermelho - verde) está também baseado da comparação de dois rasters, um antes do evento e outro após o evento. As duas imagens devem também ter um adequado nível de qualidade, sem perturbações causadas por fumos ou nuvens.

Mas presente método expedito é muito distinto do anterior. Enquanto que aquele está **centrado no fogo e na cartografia das áreas ardidas**, este está **focado na vegetação** e, de facto, proporciona um olhar distinto sobre as ocorrências. Com o primeiro método expedito está-se especificamente a cartografar a área por onde o fogo passou. Com o segundo método expedito está-se a caracterizar os **impactos do fogo na vegetação verde**.

De notar que este método destina-se a análises qualitativas, porque as cartografias são **rasters de três bandas**, o que torna difíceis as operações entre rasters. O método anterior recorre a rasters de uma única banda, pelo que as operações entre rasters podem ser levadas a cabo com facilidade e com muito maior capacidade de produzirem resultados qualitativos e também quantitativos.

A partir de dados do Sentinel-2 a combinação RGB é Banda 8 - Banda 4 - Banda 3.

O **Exercício II** apresenta uma aplicação deste método expedito.



NORMALIZED BURN RATIO



NBR - Normalized Burn Ratio

O **Normalized Burn Ratio (NBR)** é um dos índices frequentemente utilizados para produzir cartografia de áreas ardidas, quer com **categorias simplificadas** (não ardido e ardido), quer especialmente com **categorias detalhadas**, estabelecidas em função da severidade dos incêndios.

O seu cálculo baseia-se na resposta espectral da vegetação antes e depois dos incêndios e pressupõe que a vegetação antes do evento tenha uma reflectância muito elevada no infravermelho próximo (**NIR**) e uma baixa reflectância no infravermelho de ondas curtas (**SWIR**), em contraste com as áreas recentemente queimadas que têm baixa reflectância no NIR e elevada no SWIR.

O índice é calculado antes do evento (**NBR pré-incêndio**) e depois do evento (**NBR pós-incêndio**). É também feita a subtracção entre os NBR pré-incêndio e pós-incêndio para obter a variação do NBR, ou seja, o **delta NBR (dNBR)**. O dNBR pode ser utilizado para a avaliação da severidade dos eventos, uma vez que valores de dNBR mais elevados indicam danos mais acentuados. O dNBR pode ser classificado de acordo com os sistemas propostos pelo **European Forest Fire Information System (EFFIS)** e pelo **United States Geological Survey (USGS)**.

$$\text{NBR} = (\text{NIR} - \text{SWIR}) / (\text{NIR} + \text{SWIR})$$

$$\text{NBR} = (\text{B8A} - \text{B12}) / (\text{B8A} + \text{B12})$$

NBR - Normalized Burn Ratio

[About](#) ▾[Publications](#) ▾[Apps](#) ▾[Partners](#)[Contacts](#)

Fire Severity

Fire severity is a measure of the magnitude of the immediate fire impacts on vegetation (aboveground) and soils (belowground) through the loss or decomposition of organic matter (adapted from Keeley, 2009). As a consequence, the evaluation and prediction of fire severity is of interest to scientists and fire managers given its ramifications to ecological integrity and forest management. It also can aid in developing emergency rehabilitation and restoration post-fire plans. The proposed methodology is recommended for assessing the fire severity of large areas that are affected by wildfires and was performed by using Sentinel-2 data. NIR and SWIR bands of Sentinel-2 (Bands 8A and 12) were used to calculate the Normalized Burn Ratio (NBR) for the pre and post-fire images. Composite masked images (after applying cloud masks procedures) for pre and post NBR were built using the mean reflectance values of the unmasked pixels of 20m. The Delta NBR (dNBR) is then determined through the difference between the pre and post-fire NBR composites. Finally, dNBR is classified according to the severity thresholds adopted by Key & Benson (2006).

| Class | dNBR range (multiplied by 1000) |
|------------------------|---------------------------------|
| Unburned or Regrowth | < 100 |
| Low severity | 100 - 270 |
| Moderate low severity | 270 - 440 |
| Moderate high severity | 440 - 660 |
| High severity | >=660 |

The severity for each fire is calculated after 30 days of the date of the fire.

References

- Keeley, J.E., 2009. **Fire intensity, fire severity and burn severity: a brief review and suggested usage.** *International Journal of Wildland Fire* 18 (1), 116–126. <https://doi.org/10.1071/WF07049>
- Key, C.H., Benson, N.C., 2006. **Landscape Assessment (LA).** In: Lutes, D.C., Keane, R.E., Caratti, J.F., Key, C.H., Benson, N.C., Sutherland, S., Gangi, L.J. (Eds.), *FIREMON: Fire Effects Monitoring and Inventory System*, General Technical Report (GTR). U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, p. LA-1-55. <https://purl.org/INRMM-MID/z-B4PCNQM6>



BASE DE DADOS DO ICNF



Base de Dados do ICNF

O **Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas** mantém *online* uma base de dados, designada de **geoCATÁLOGO**, que é actualizada anualmente.

As cartografias dos territórios ardidos em Portugal continental estão no **Tema 5: riscos e ameaças**. Actualmente existe informação disponível **desde 1975** até 2024. No total são agora 19 *layers* de dados diferentes, já que entre 1975 e 2008 as cartografias estão agrupadas em apenas três *layers*. A partir de 2009 e até 2024 cada *layer* corresponde a um único ano.

A informação é disponibilizada de forma gratuita e em regime de dados abertos (*open data*), e os utilizadores devem citar a fonte da informação, nos seguintes termos:

ICNF, [designação da camada de informação em causa], [endereço URL utilizado para o descarregamento], [data do descarregamento].



Exercícios

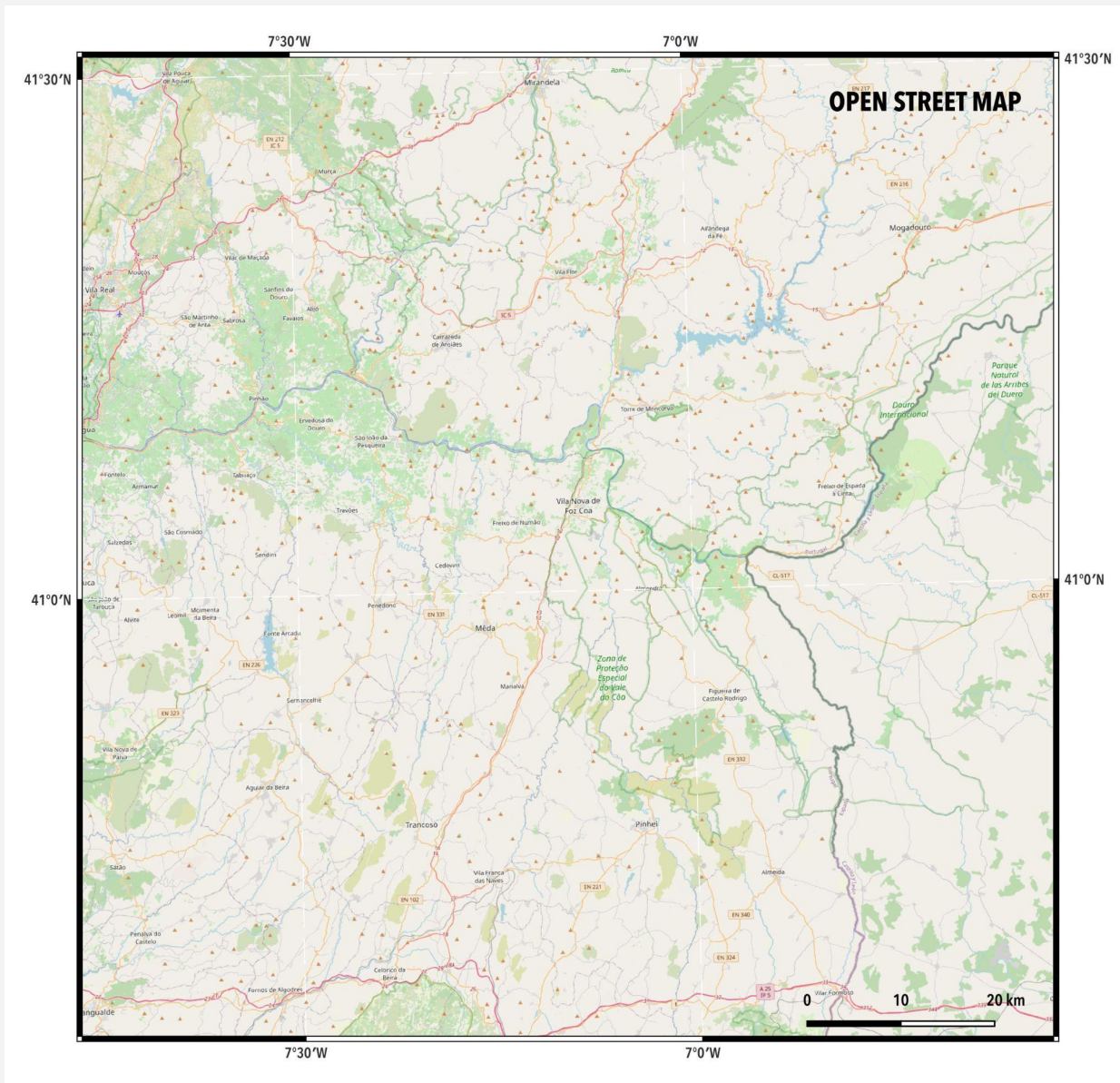
Exercício I



Este exercício debruça-se sobre o incêndio florestal e rural que em Agosto de 2025 atingiu o Nordeste de Portugal continental. Utilizam-se dados do **Sentinel-2C** recolhidos nos dias 1 e 21 de Agosto de 2025, que foram descarregados a partir do [Copernicus Browser](#).

Exercício I

A área de estudo representada através do Open Street Map...



Exercício I



SENTINEL-2C

1 de Agosto de 2025

L2A T29TPF R037

TCI (True Color Image)



Exercício I

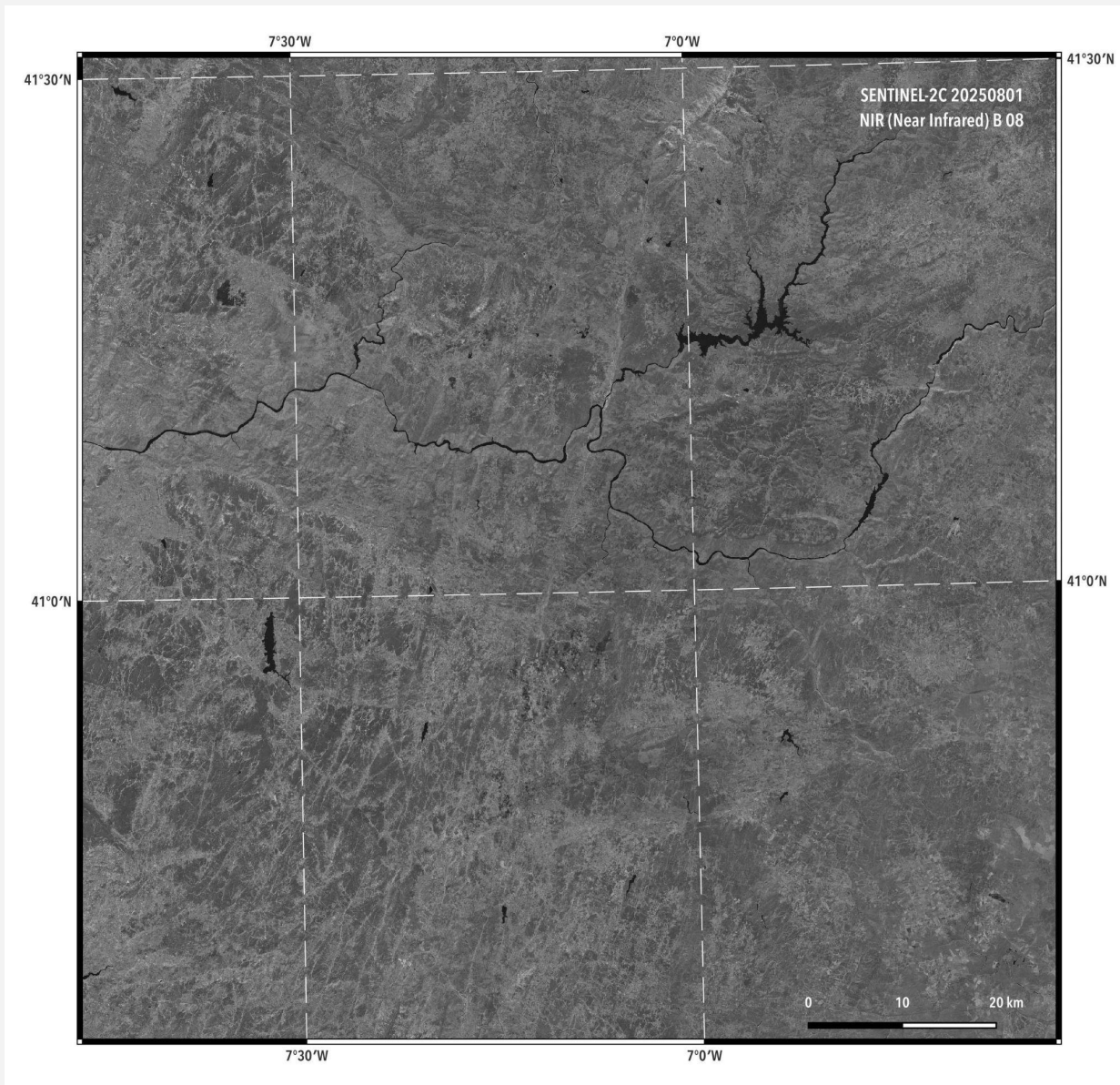


SENTINEL-2C

1 de Agosto de 2025

L2A T29TPF R037

B08 (NIR)



Exercício I

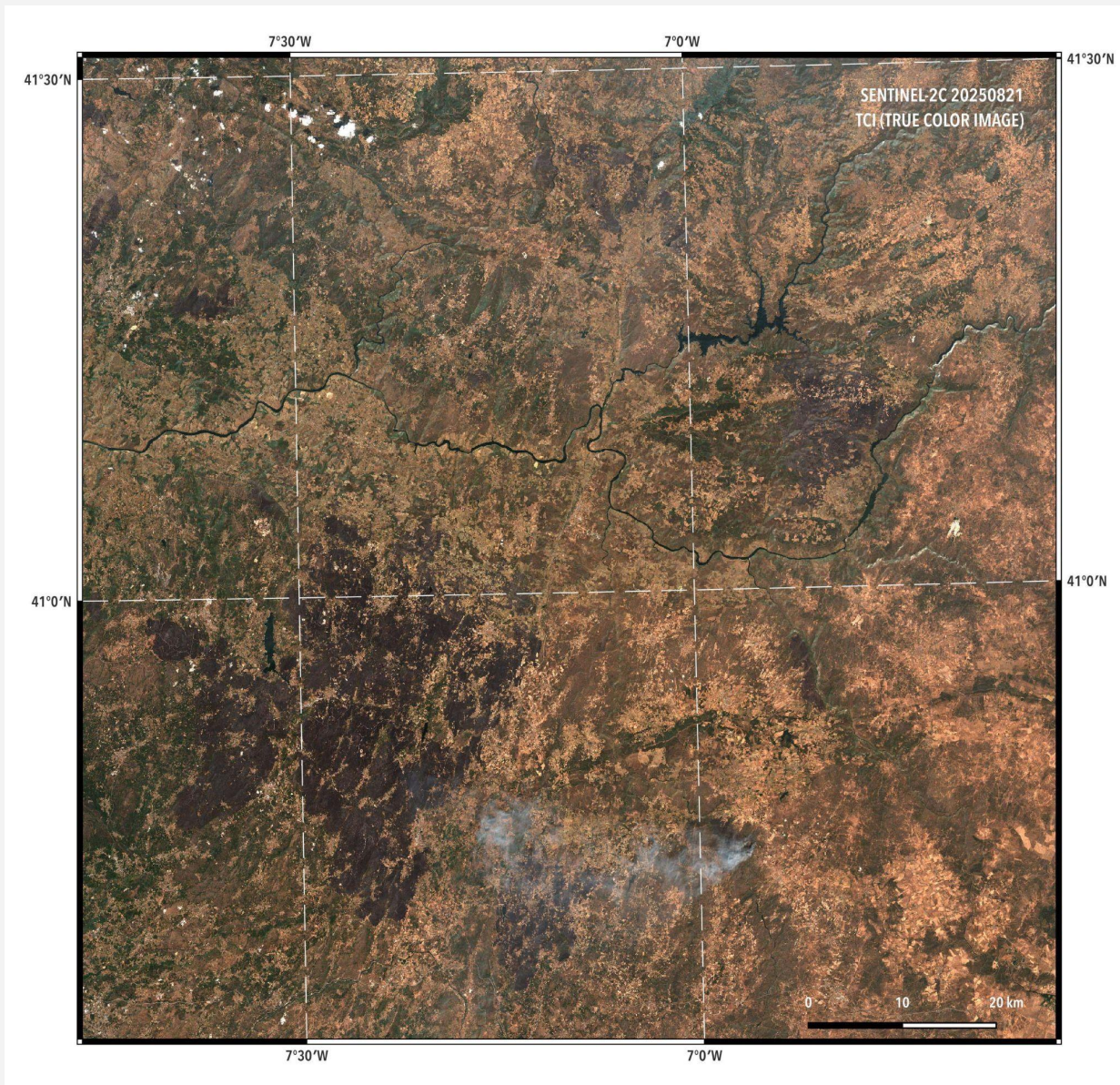


SENTINEL-2C

21 de Agosto de 2025

L2A T29TPF R037

TCI (True Color Image)



Exercício I

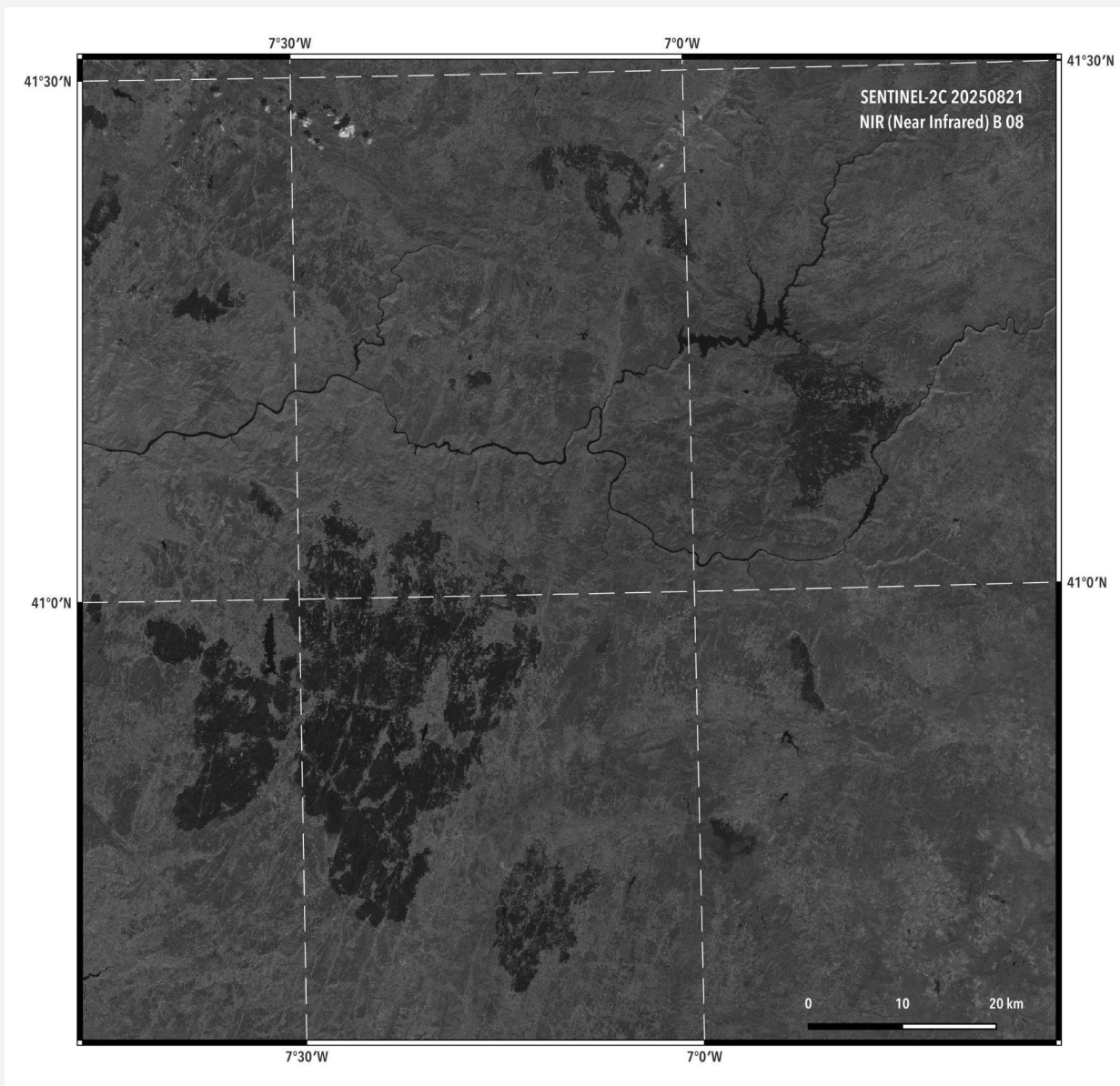


SENTINEL-2C

21 de Agosto de 2025

L2A T29TPF R037

B08 (NIR)



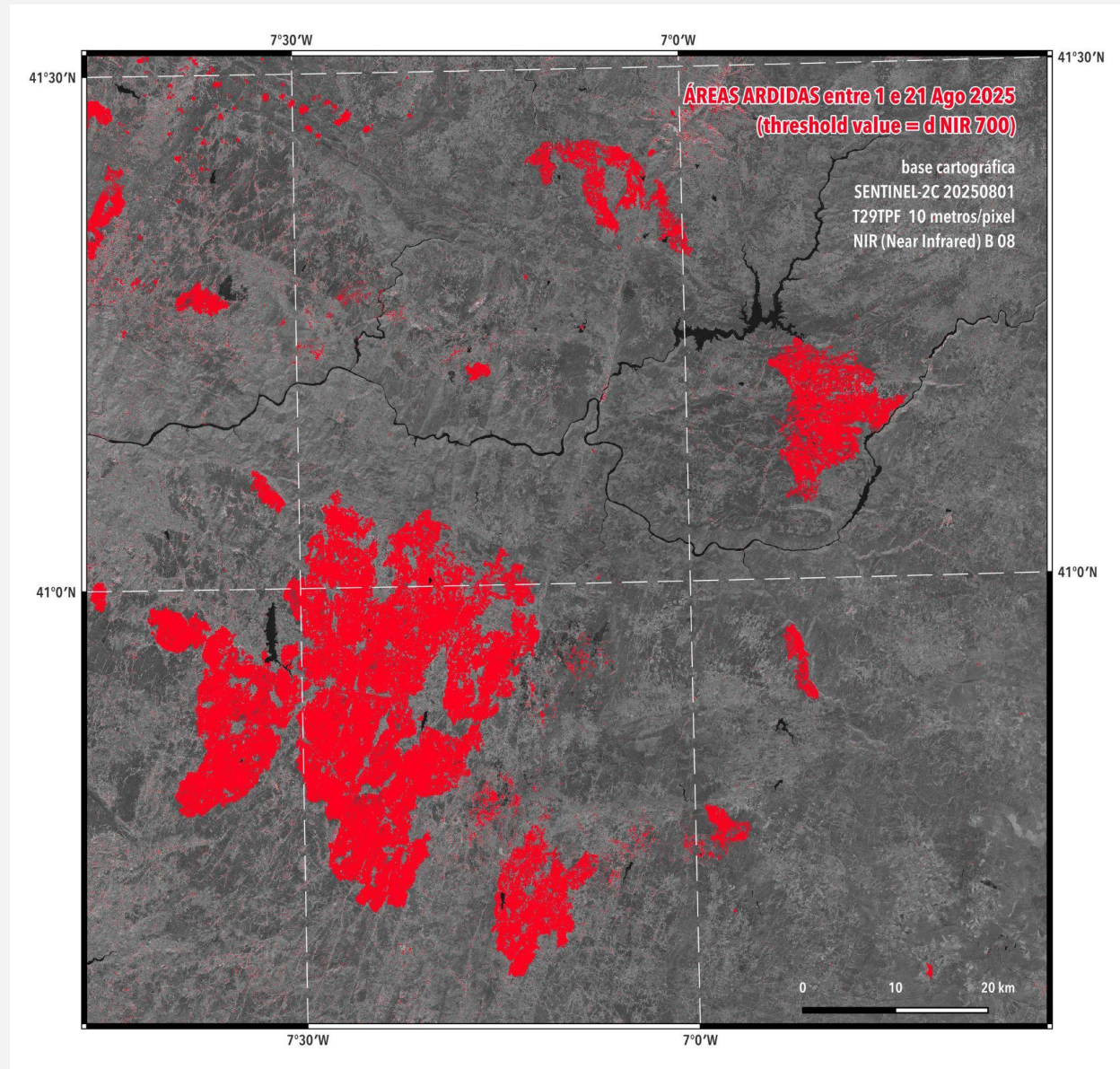
Exercício I



SENTINEL-2C

identificação e delimitação
de áreas ardidas

método expedito baseado
da diferença de NIR antes
e depois dos eventos e da
identificação de um
threshold value específico



Exercício II

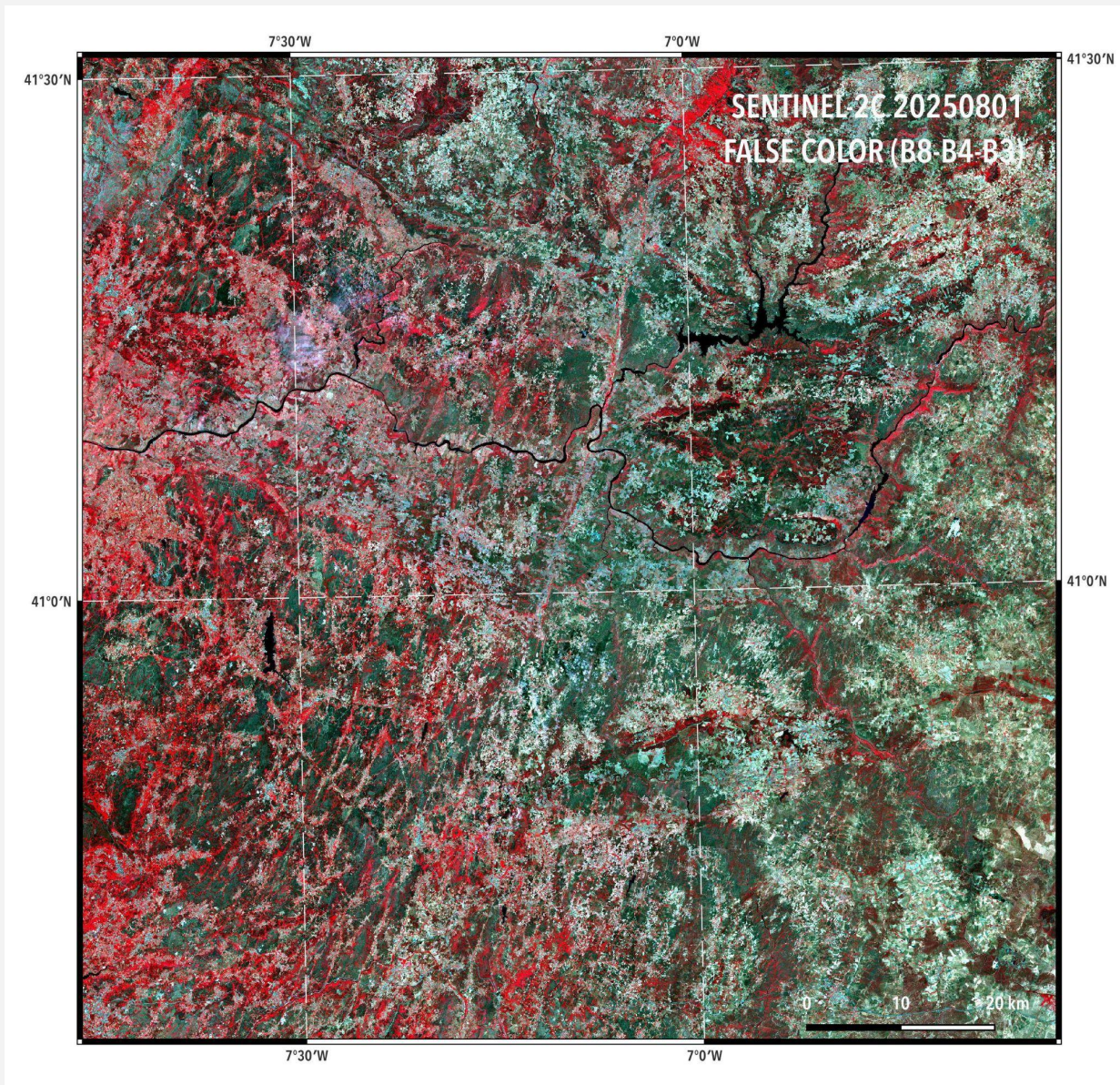


SENTINEL-2C

1 de Agosto de 2025

L2A T29TPF R037

FALSE COLOR IMAGE
(B08-B04-B03)



Exercício II

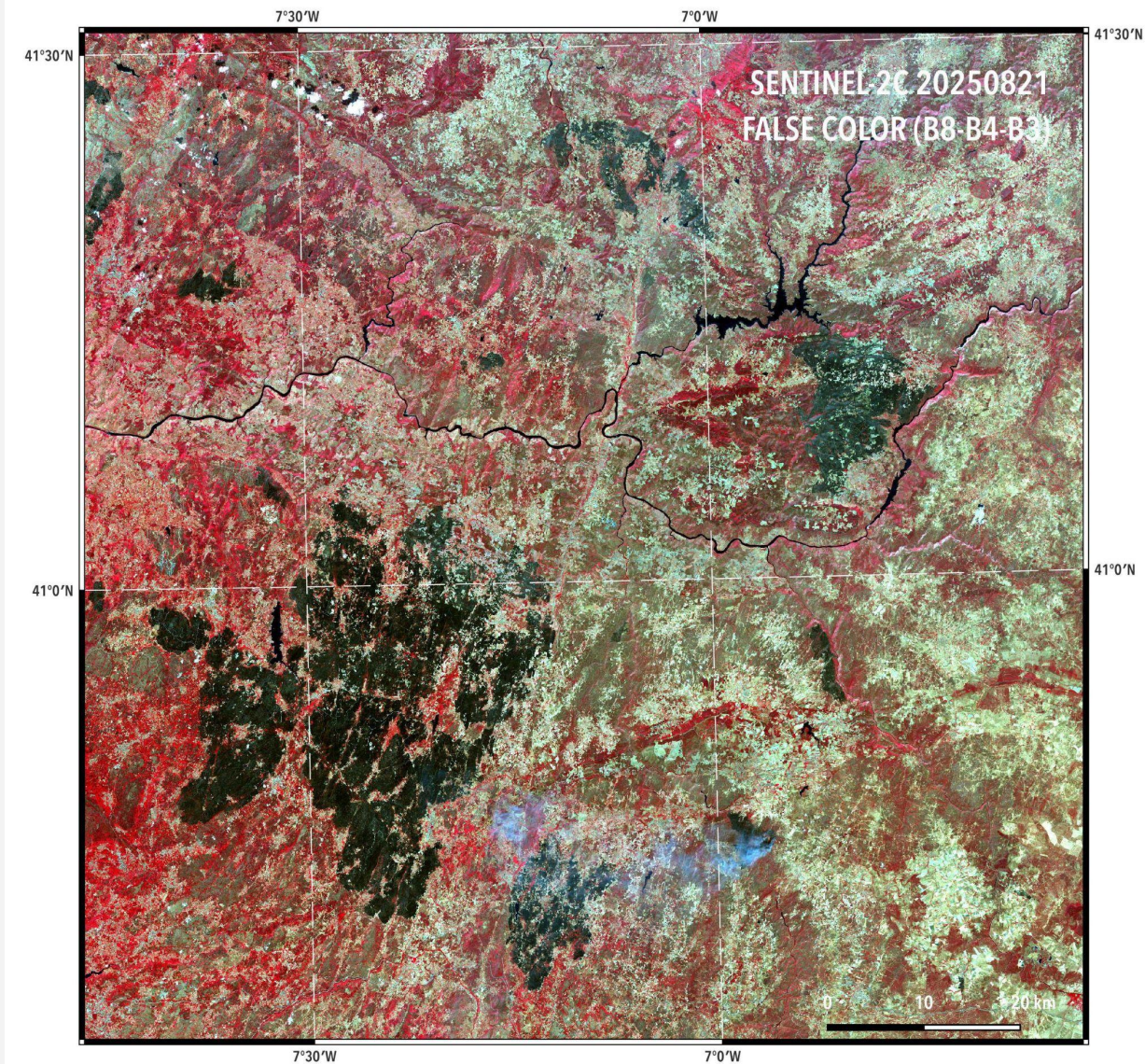


SENTINEL-2C

21 de Agosto de 2025

L2A T29TPF R037

FALSE COLOR IMAGE
(B08-B04-B03)



Exercício III

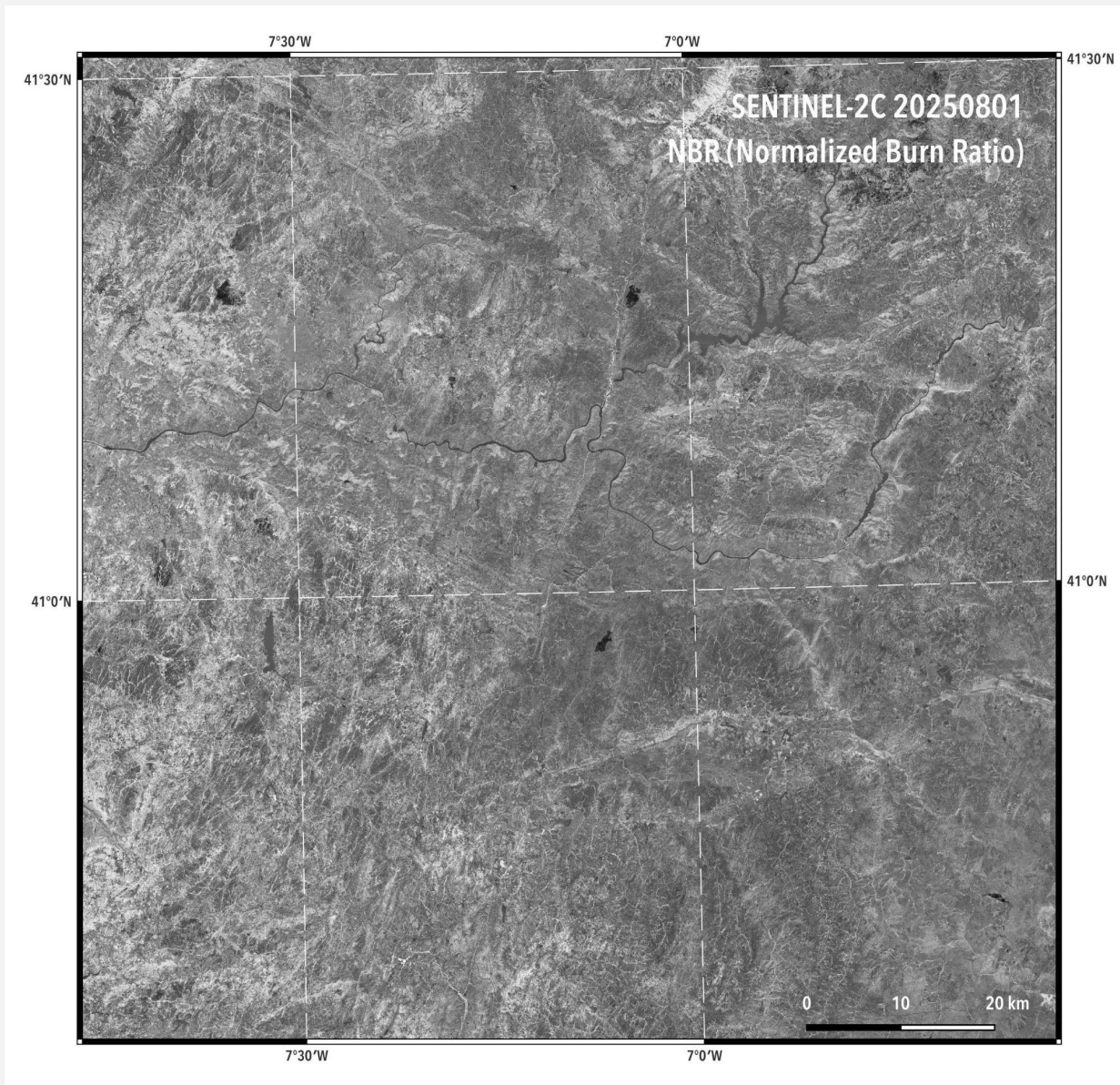


SENTINEL-2C

1 de Agosto de 2025

L2A T29TPF R037

Normalized Burn Ratio



Exercício III

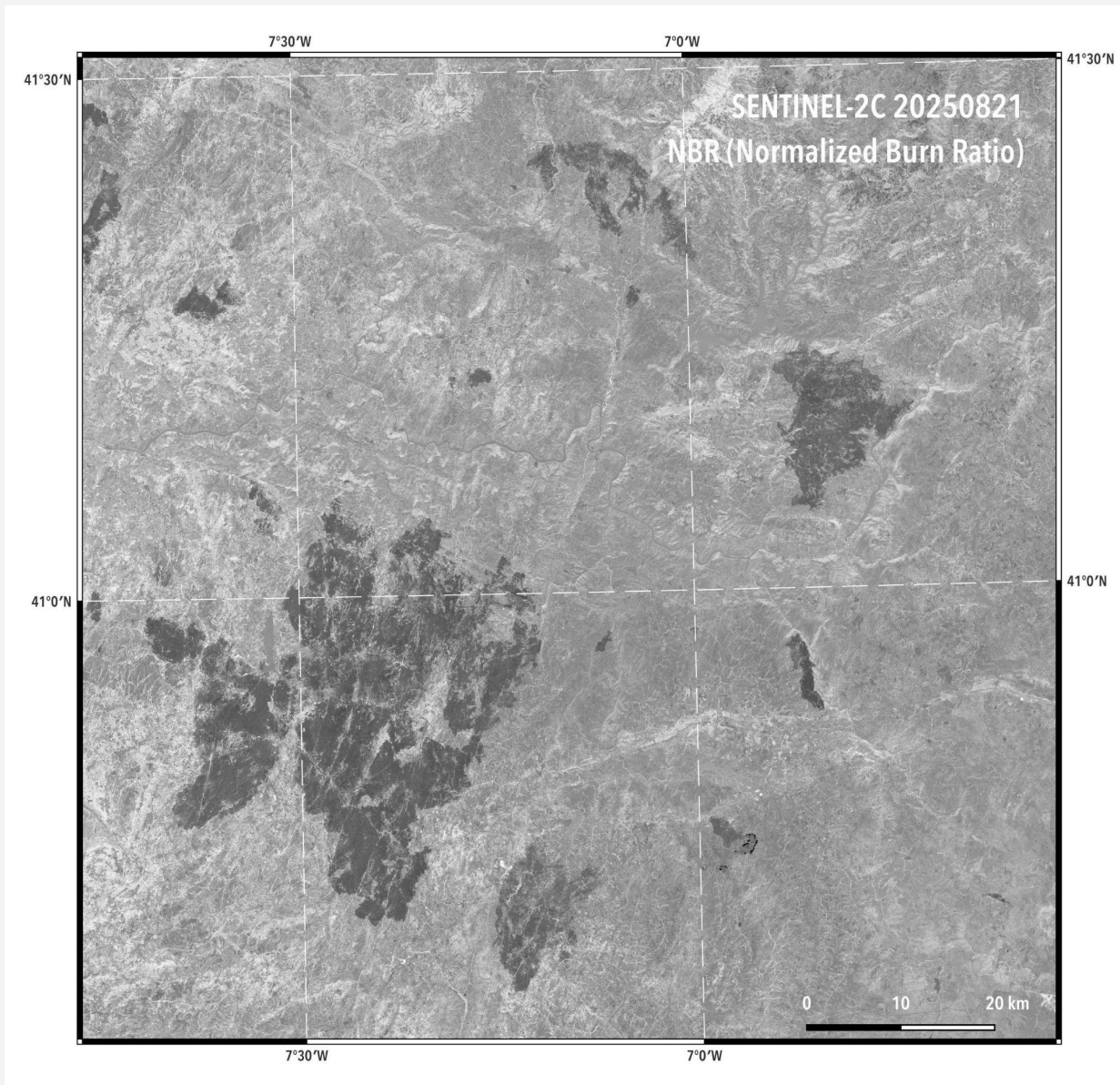


SENTINEL-2C

1 de Agosto de 2025

L2A T29TPF R037

Normalized Burn Ratio



Exercício III

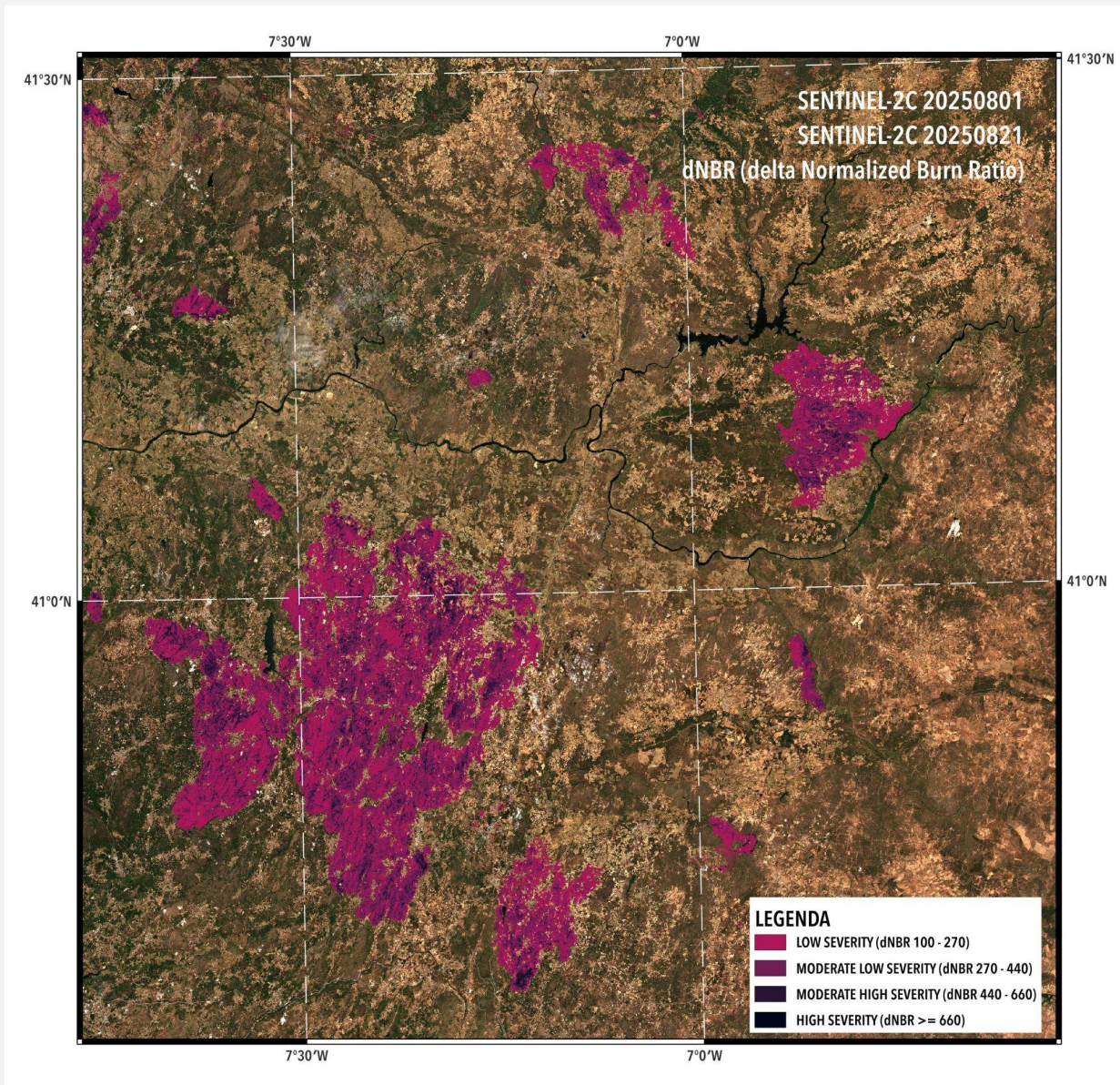


SENTINEL-2C

1 de Agosto de 2025 21
de Agosto de 2025

L2A T29TPF R037

delta Normalized Burn
Ratio



referências bibliográficas

Catry, F. X., Rego, F. C., Santos, T., Almeida, J., & Relvas, P. (2007). Forest Fires Prevention in Portugal - Using GIS to Help Improving Early Fire Detection Effectiveness. Wildfire 2007. Seville. [download available](#)

Teodoro, A. C., & Duarte, L. (2012). Forest fire risk maps: a GIS open source application – a case study in Norwest of Portugal. *International Journal of Geographical Information Science*, 27(4), 699–720. <https://doi.org/10.1080/13658816.2012.721554>

LIGAÇÕES ÚTEIS

- QGIS - [ligação](#)
- Universidade do Algarve - [MSIG](#)
- tutoriais QGIS by nsloureiro.pt - [ligação](#)

- ICNF - geoCATÁLOGO - Tema 5: riscos e ameaças - [ligação](#)
- EFFIS - European Forest Fire Information System - [ligação](#)
- Sentinel Hub | NBR-RAW (Normalized Burn Ratio) - [ligação](#)
- United Nations | UN-SPIDER Knowledge Portal - [ligação](#)

Se tiver dúvidas, quiser fazer sugestões ou recomendar alterações não deixe de contactar!

