



Calculando a severidade dun incendio forestal con R

Marta Rodríguez Barreiro
Manuel Antonio Novo Pérez
María José Ginzo Villamayor

marta.rodriguez.barreiro@usc.es

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA
MATEMÁTICA DE GALICIA
GALICIAN CENTRE FOR MATHEMATICAL
RESEARCH AND TECHNOLOGY

Índice

- Introducción
- Cálculo da severidade dun incendio
- O algoritmo desenvolto
- Resultados





Un pouco de contexto

Fases na loita contra os incendios forestais

Antes do incendio

Labores de prevención



Xestión de combustible

Durante o incendio

Labores de extinción



Ataque ó incendio

Despois do incendio

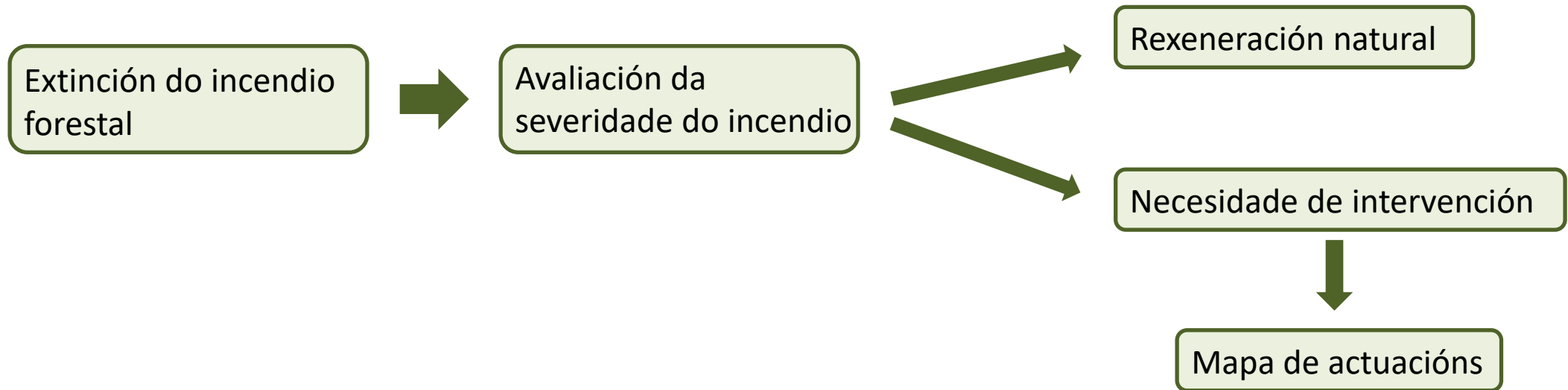
Labores de rexeneración



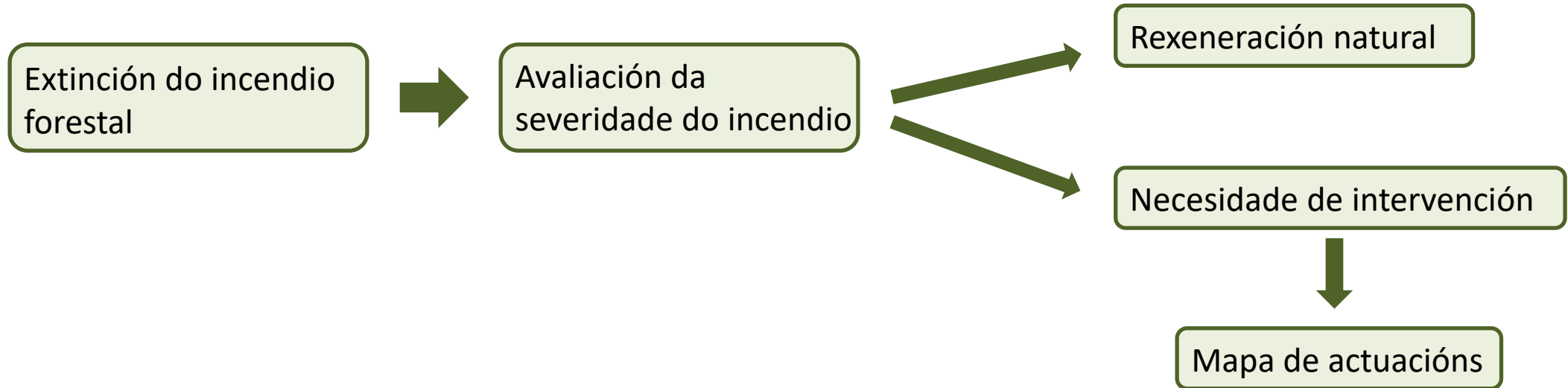
Rexeneración do solo



A rexeneración post-incendio

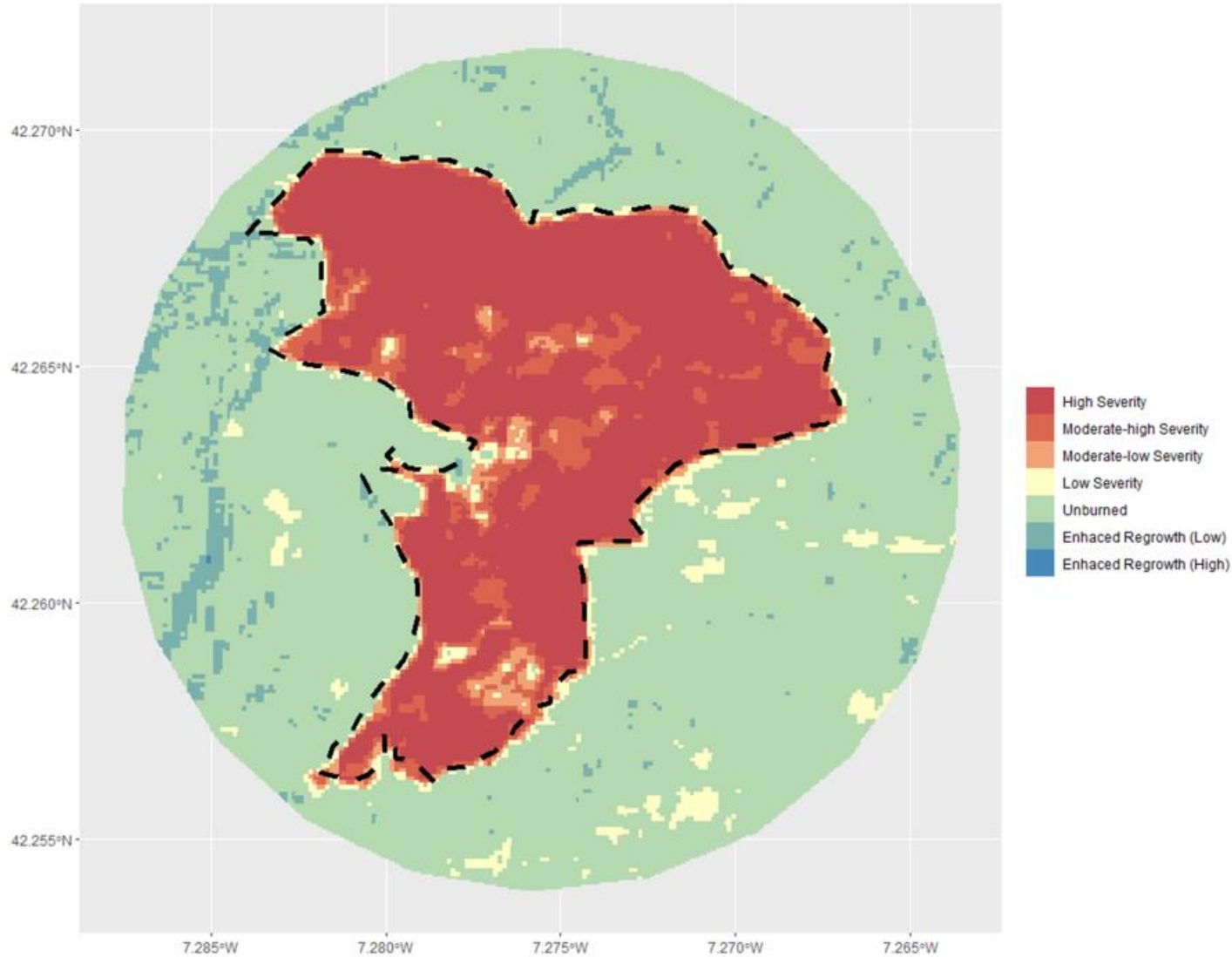


A rexeneración post-incendio



O obxectivo do algoritmo é obter un mapa que represente a severidade dun incendio para identificar as zonas de necesidade de intervención de forma rápida e sinxela.

A rexeneración post-incendio



A partir do mapa de severidade é imprescindible a validación con datos de campo.

Como os recursos son limitados, o mapa pode axudar a decidir en que zonas realizar estes traballos.

Índices espectrais

Un índice espectral é unha operación matemática que se aplica ás bandas espectrais dunha imaxe por píxel. Existen moitas fórmulas que se poden aplicar para obter numerosos índices espectrais.

Imaxes de satélite: o Sentinel 2

O Sentinel 2 son 2 satélites que orbitan nos extremos opostos do globo terrestre, o que permite obter imaxes cunha resolución temporal de **5 días**.

Existen moitos satélites que permiten obter imaxes, como Landsat 8, pero usamos Sentinel 2 porque proporciona a maior resolución temporal.

As imaxes de Sentinel 2 están formadas por 13 bandas que operan dende o visible ata o infravermello de onda corta (SWIR).

	SENTINEL 2	
	Longitud de onda (μm)	Resolución (m)
Banda 1 - Aerosol	0,43 - 0,45	60
Banda 2 - Blue	0,45 - 0,52	10
Banda 3 - Green	0,54 - 0,57	10
Banda 4 - Red	0,65 - 0,68	10
Banda 5 - Red edge 1	0,69 - 0,71	20
Banda 6 - Red edge 2	0,73 - 0,74	20
Banda 7 - Red edge 3	0,77 - 0,79	20
Banda 8 - Near Infrared (NIR) 1	0,78 - 0,90	10
Banda 8A - Near Infrared (NIR) 2	0,85 - 0,87	20
Banda 9 - Water vapour	0,93 - 0,95	60
Banda 10 - Cirrus	1,36 - 1,39	60
Banda 11 - SWIR 1	1,56 - 1,65	20
Banda 12 - SWIR 2	2,10 - 2,28	20

<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>.

Índices espectrais

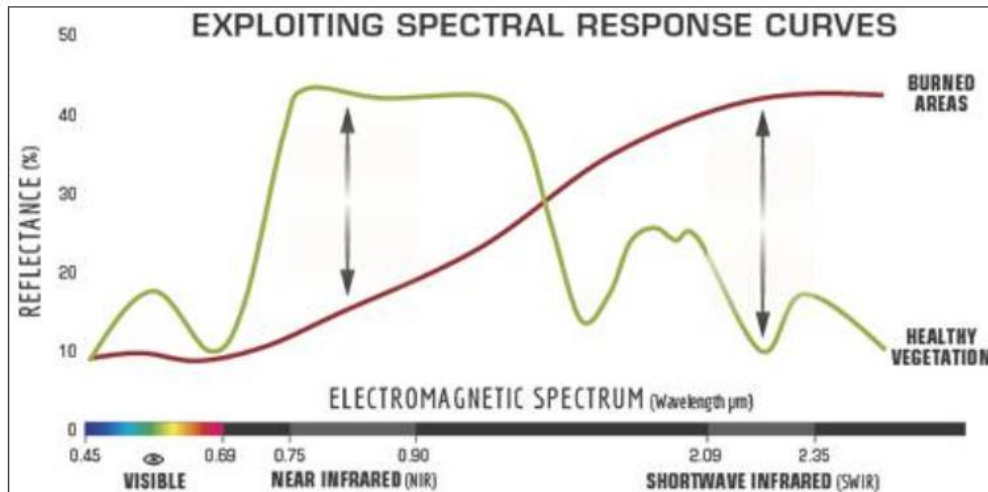
Un índice espectral é unha operación matemática que se aplica ás bandas espectrais dunha imaxe por píxel. Existen moitas fórmulas que se poden aplicar para obter numerosos índices espectrais.

Índice	Nome	Fórmula
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index	$(B8-B4)/(B8+B4)$
NBR	Normalized Burned Ratio	$(B8-B12)/(B8+B12)$
NDWI	Normalized Difference Water Index	$(B3-B8)/(B3+B8)$
MIRBI	Mid-Infrared Burnt Index	$10*B12-9.8*B11+2$
EVI	Enhanced Vegetation Index	$2,5*(B8-B4)/((B8+6*B4-7,5*B2)+1)$
NDMI	Normalized Difference Moisture Index	$(B8-B11)/(B8+B11)$

Cálculo da severidade do incendio

Índices para o cálculo da severidade.

Normalized Burn Ratio (NBR). É un índice deseñado para resaltar as zonas queimadas despois dun incendio que se calcula a partir da reflectancia das bandas de infravermellos. Valores altos do índice indican vexetación saúdable.



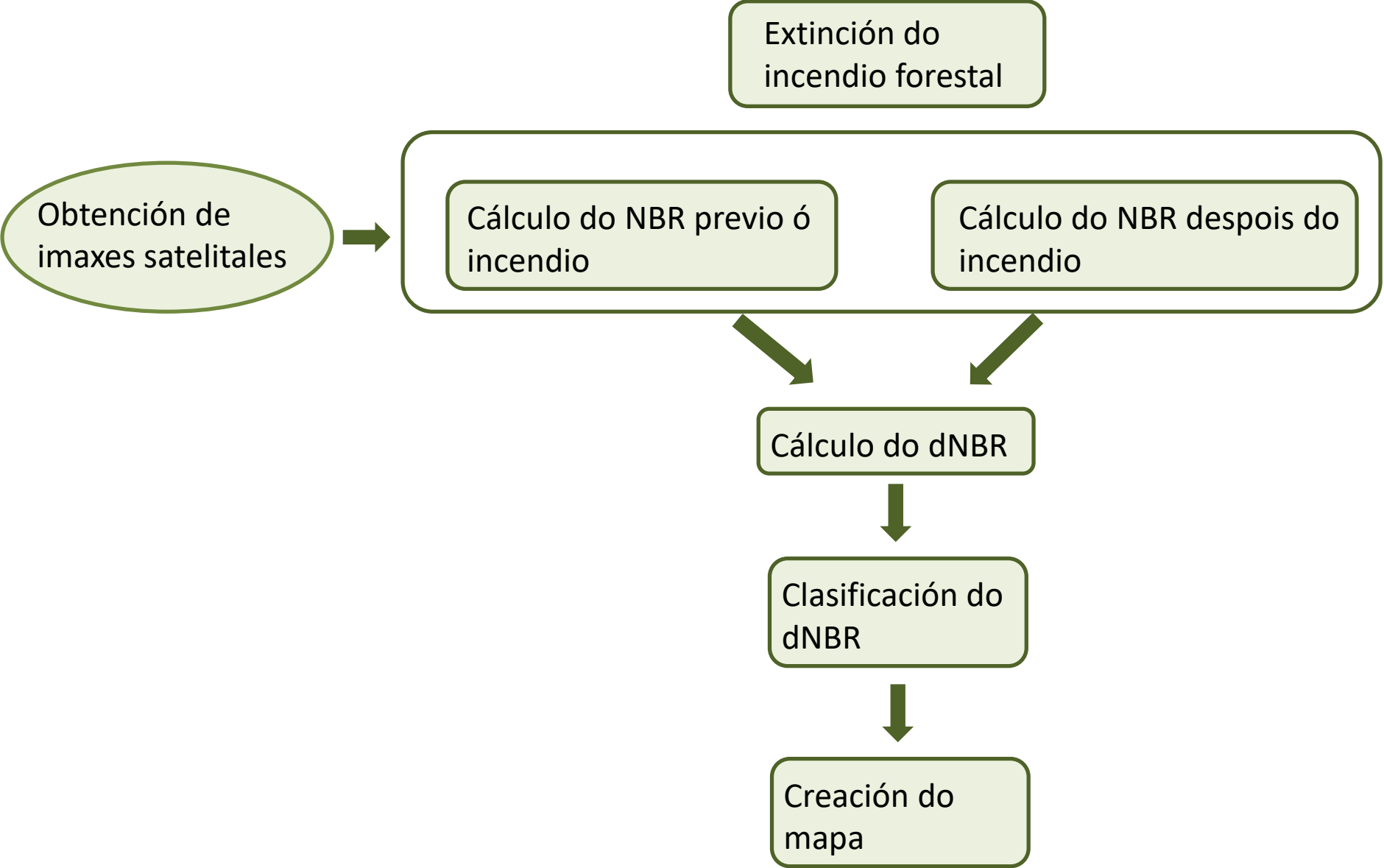
Differenced Normalized Burn Ratio (dNBR). É a diferenza entre os valores do NBR antes e despois do incendio, que se usa para estimar a severidade do mesmo. Valores altos deste índice indican maior severidade.

Cálculo da severidade do incendio

O Servizo Xeolóxico dos Estados Unidos (USGS) desenvolveu unha clasificación dos valores do dNBR para interpretar a gravidade dun incendio.

Severity Level	dNBR Range (scaled by 10^3)	dNBR Range (not scaled)
Enhanced Regrowth, high (post-fire)	-500 to -251	-0.500 to -0.251
Enhanced Regrowth, low (post-fire)	-250 to -101	-0.250 to -0.101
Unburned	-100 to +99	-0.100 to +0.99
Low Severity	+100 to +269	+0.100 to +0.269
Moderate-low Severity	+270 to +439	+0.270 to +0.439
Moderate-high Severity	+440 to +659	+0.440 to +0.659
High Severity	+660 to +1300	+0.660 to +1.300

Esquema do algoritmo



O algoritmo desenvolto

1. A partir do identificador do incendio (input) obtemos da base de datos as datas de inicio e fin e as coordenadas do centroide do incendio.
2. Creamos un búfer do centroide que permita conter a todo o incendio (e un pouco máis). Usamos as funcións *st_point*, *st_sfc*, e *st_distance* da librería *sf*. A primeira sírvenos para crear un obxecto espacial a partir do centroide (numérico) do incendio. Con *st_sfc* podemos engadirille o sistema de referencias de coordenadas, e con *st_distance* calcular a distancia entre o centroide do incendio e un dos extremos, para calcular o búfer que debemos engadir ó centroide.
3. Coa función *shell* de R, chamamos a un *script* de Python para obter as imaxes de satélite (Sentinel-2) e calcular o dNBR.

> `shell(comando)`

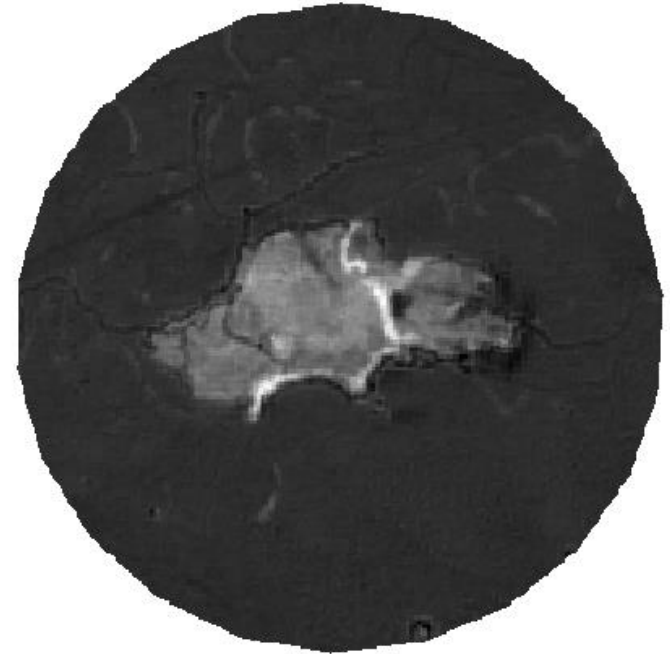
comando: `python directorio longitud latitud fecha_ini fecha_fin buffer salida dias_pre dias_post pdefect name_proy`

O algoritmo desenvolto

A obtención das imaxes de satélite faise a través de *Google Earth Engine* (GEE). Esta é unha plataforma na nube que permite obter datos de diferentes satélites e analizalos mediante a infraestrutura de Google. Nun inicio, Google só proporciona soporte para Python e Javascript.

Agora existe a librería de R *rgee* (<https://r-spatial.github.io/rgee/>) que permite conectar directamente R con GEE.

O *script* de Python obtén imaxes de satélite da zona dun **período de tempo previo** ó inicio do incendio, collendo só aquelas imaxes que teñen **pouco ruído**, e calcula o seu NBR. Despois calcula a imaxe mediana de todas estas imaxes. A continuación, repite o proceso para un **período de tempo posterior** á fin do incendio. Por último, calcula a diferenza entre estas dúas imaxes, é dicir, calcula o dNBR.



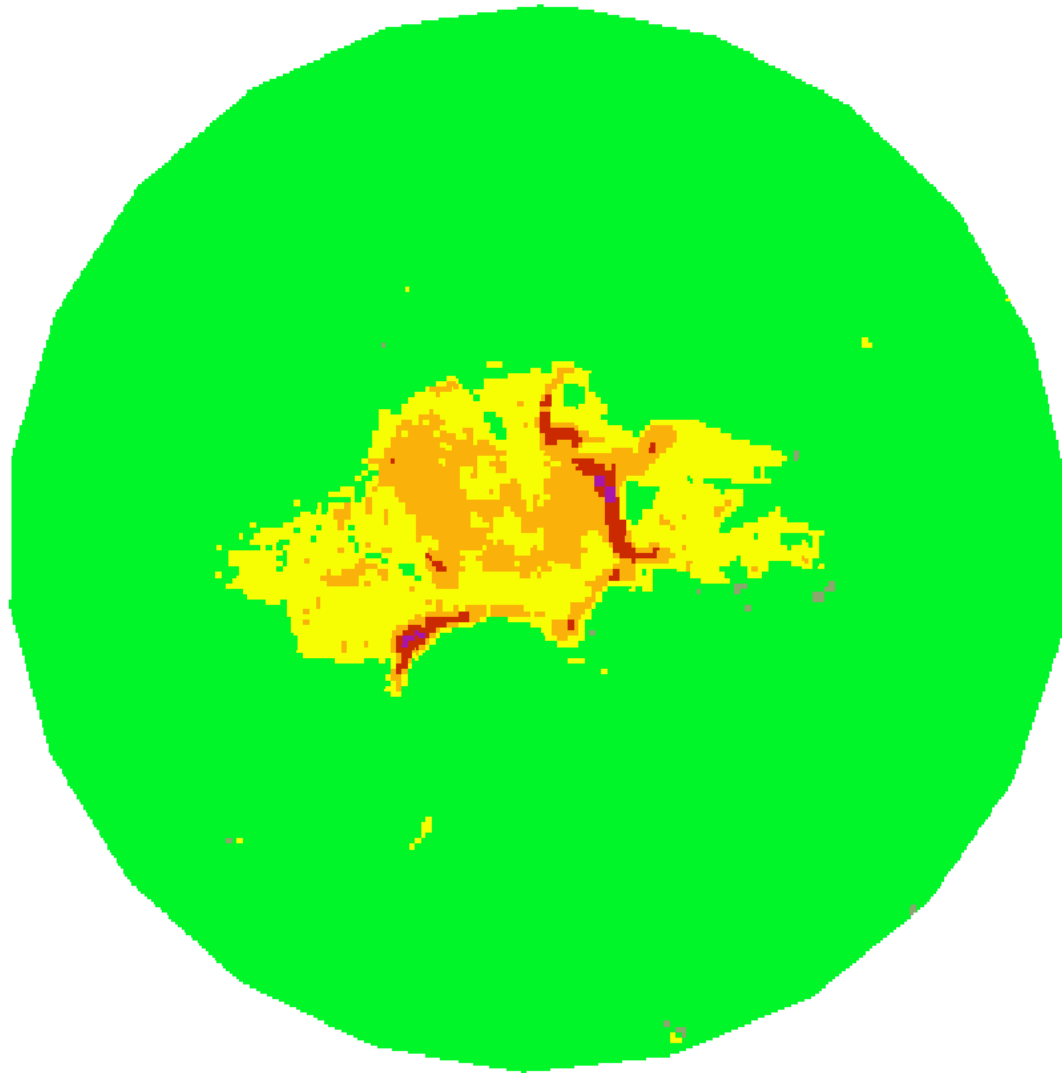
comando: python directorio longitud latitud fecha_ini fecha_fin buffer salida dias_pre dias_post pdefect name_proy

O algoritmo desenvolto








1. A partir do identificador do incendio (input) obtemos da base de datos as datas de inicio e fin e as coordenadas do centroide do incendio.
2. Creamos un búfer do centroide que permita conter a todo o incendio (e un pouco máis). Usamos as funcións *st_point*, *st_sfc*, e *st_distance* da librería *sf*. A primeira sírvenos para crear un obxecto espacial a partir do centroide (numérico) do incendio. Con *st_sfc* podemos engadirlle o sistema de referencias de coordenadas, e con *st_distance* calcular a distancia entre o centroide do incendio e un dos extremos, para calcular o búfer que debemos engadir ó centroide.
3. Coa función *shell* de R, chamamos a un *script* de Python para obter as imaxes de satélite (Sentinel-2) e calcular o dNBR.
4. Coa función *rast* da librería *terra* (<https://rspatial.github.io/terra/>) convertemos a imaxe do dNBR nun ráster.
5. Reclasificamos o ráster segundo os valores da táboa proporcionada polo USGS. Para isto, usamos a función *mutate* da librería *tidyterra* (<https://dieghernan.github.io/tidyterra/>). Esta librería engade métodos do paquete *tidyverse* para obxectos *SpatRaster* e *SpatVectors* creados co paquete *terra*.
6. Creamos un obxecto *tiff* co mapa reclasificado.

```
> mutate(factor=cut(valor, breaks=c(-Inf,-0.251,-0.10,0.1,0.27,0.44,0.66,Inf), labels=c("Enhaced Regrowth (High)","Enhaced Regrowth (Low)", "Unburned", "Low Severity","Moderate-low Severity","Moderate-high Severity","High Severity")))
```

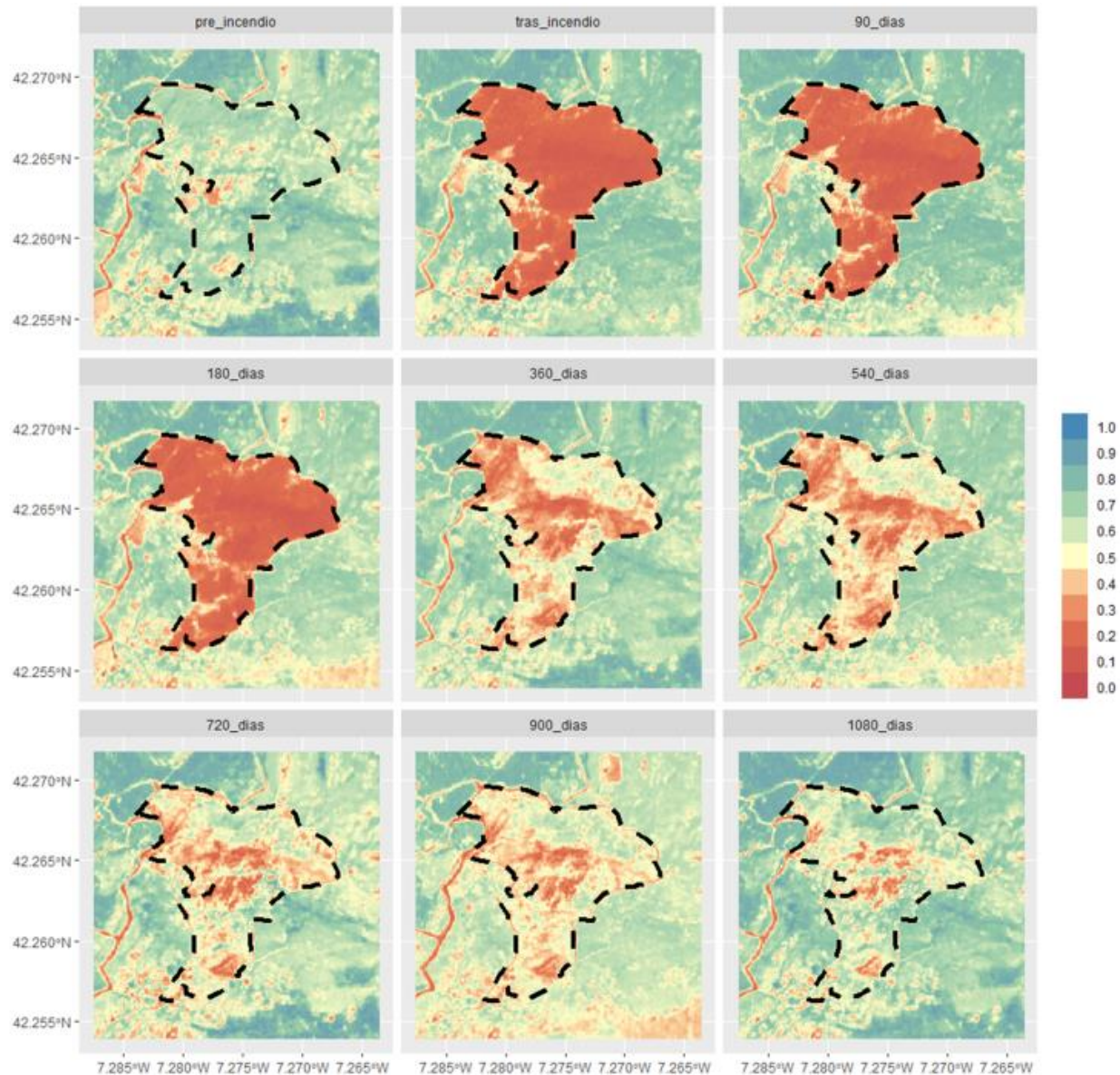

A severidade do incendio



Severity Level

	Enhanced Regrowth, high (post-fire)
	Enhanced Regrowth, low (post-fire)
	Unburned
	Low Severity
	Moderate-low Severity
	Moderate-high Severity
	High Severity

Outros resultados



A evolución do NDVI proporciona información sobre a recuperación da vexetación despois dun incendio.



Calculando a severidade dun incendio forestal con R

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA
MATEMÁTICA DE GALICIA

GALICIAN CENTRE FOR MATHEMATICAL
RESEARCH AND TECHNOLOGY

Marta Rodríguez Barreiro

Manuel Antonio Novo Pérez

María José Ginzo Villamayor

marta.rodriguez.barreiro@usc.es