

CRESCIMENTO DA VEGETAÇÃO APÓS UM INCÊNDIO FLORESTAL: UMA ANÁLISE POR DETEÇÃO REMOTA

Catarina de Almeida Pinheiro

catarina-pinheiro@mail.com

Centro de Estudos de Comunicação e Sociedade (CECS)

Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território (CEGOT)

Bruno Martins

brunomartins@uc.pt

Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território (CEGOT)

Adélia Nunes

adeliajnnunes@gmail.com

Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território (CEGOT)

António Bento-Gonçalves

bento@geografia.uminho.pt

Centro de Estudos de Comunicação e Sociedade (CECS)

Manuela Laranjeira

manuela,laranjeira@geografia.uminho.pt

Centro de Estudos de Comunicação e Sociedade (CECS)





Contextualização

No contexto ecológico das florestas mediterrânicas, o fogo faz parte da dinâmica da vegetação e das paisagens (Svensson & Andersson, 2008). Todavia, as mudanças socioeconômicas observadas nas últimas décadas promoveram um aumento dos incêndios florestais (Biro, 2009), sobretudo dos grandes incêndios florestais (Bento-Gonçalves *et al.*, 2012).

O entendimento dos impactos do fogo no ecossistema (*e.g.*, erosão e degradação do solo, perda de biodiversidade) continua a apresentar lacunas, particularmente no que se refere à recuperação da vegetação (RV) após o incêndio, que depende da interconexão de diversos fatores, como a severidade do incêndio, o contexto climático ou as medidas de gestão implementadas (Puerta-Piñero *et al.*, 2012).

As imagens de satélite constituem um recurso valioso, pois permitem, não só delimitar a área ardida, como também monitorizar as alterações do ecossistema em resposta ao distúrbio causado pelo fogo, e em especial o crescimento da vegetação (Li *et al.*, 2018; Bright *et al.*, 2019; Viana-Soto *et al.*, 2020; dos Santos *et al.*, 2020).



Objetivo

O objetivo central deste estudo é avaliar o crescimento da vegetação após o incêndio de 2017 na bacia do Alva (Oliveira do Hospital), tendo por base imagens Landsat.

Para tal estabelecemos dois objetivos específicos:

- (i) analisar a influência das condições pré-fogo, da severidade do incêndio e de variáveis topográficas no crescimento da vegetação em cada estágio da recuperação.
- (ii) identificar os fatores determinantes da recuperação da vegetação pós-fogo.

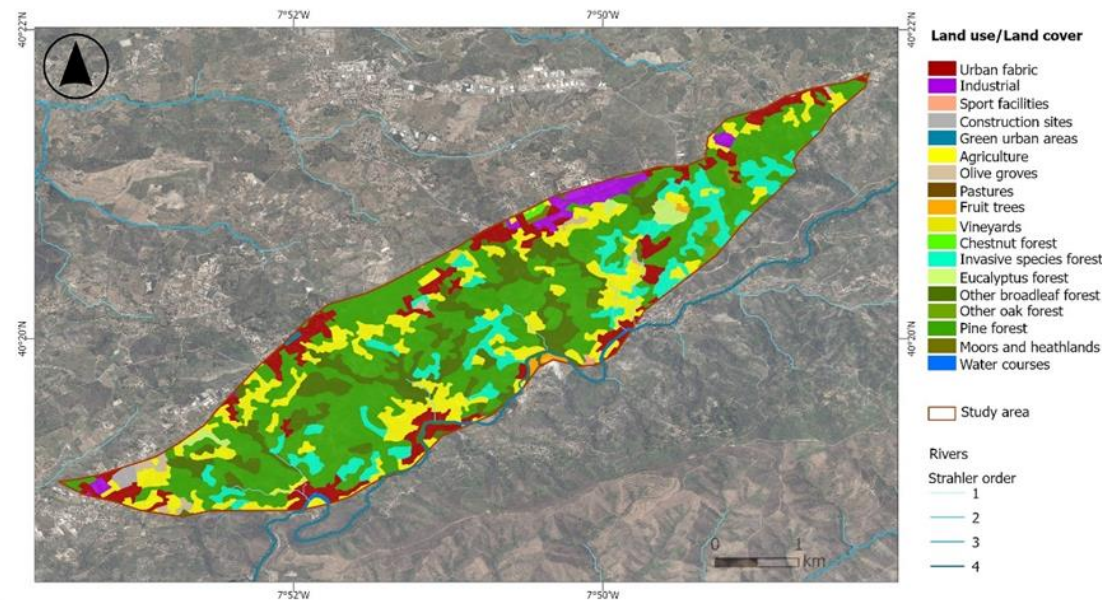
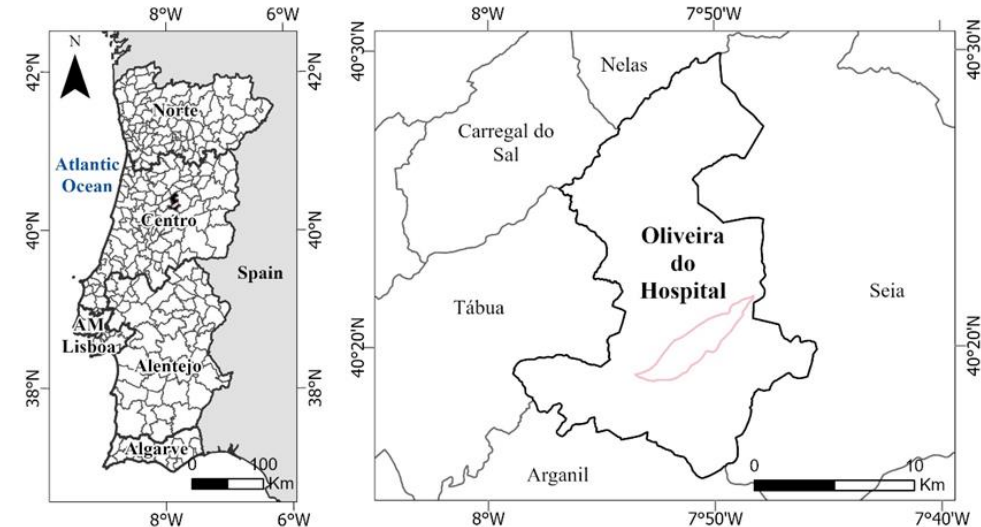


Área de Estudo

Localiza-se na bacia do rio Alva (Oliveira do Hospital)

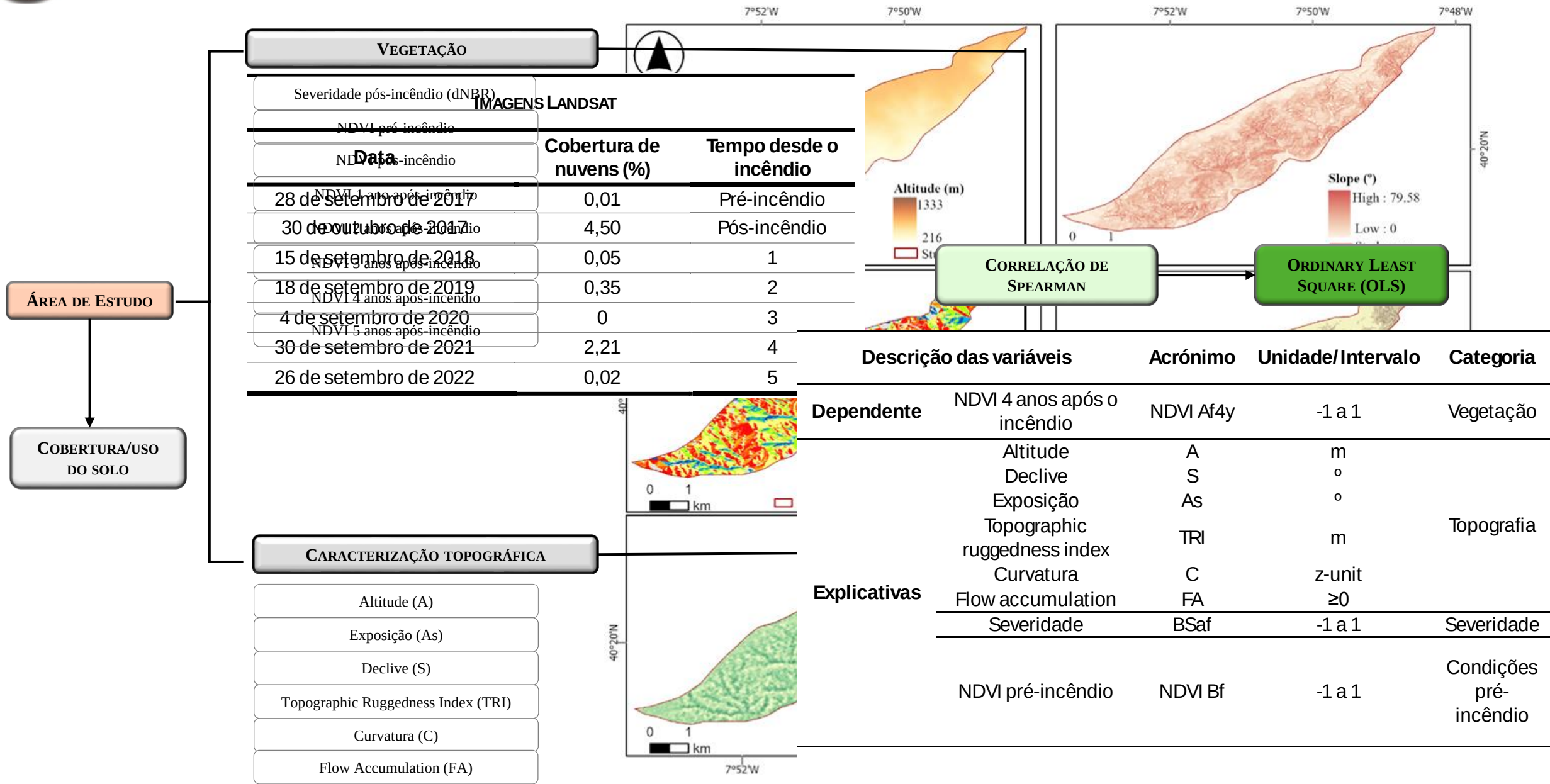
Tipo de floresta	Nº de manchas	Área (m ²)	Área (%)
Outras espécies de carvalho	5	18,41	0,74
Castanheiros	1	167,39	6,71
Eucaliptos	3	11,73	0,47
Espécies invasoras	24	167,39	6,71
Outras espécies de folhosas	24	307,76	12,33
Pinheiros	36	1220,99	48,93
Outros usos do solo	-	601,69	24,11

O incêndio de 15 de outubro de 2017 afetou 7 600ha



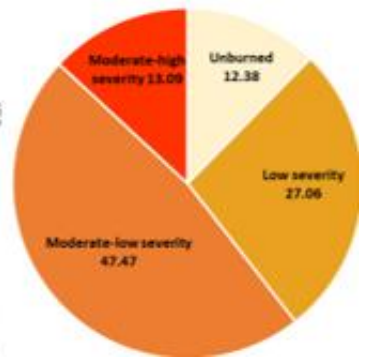
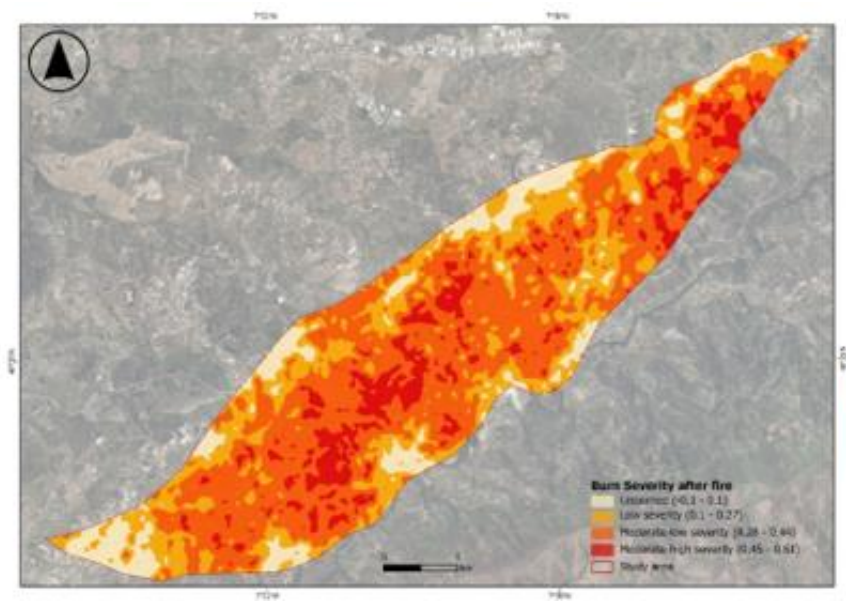


Metodologia





Resultados



O incêndio de 2017 afetou 88% da área de estudo.

≈50% área → severidade moderada a baixa
13% da área → severidade moderada a elevada

Severidade mais elevada registou-se nas áreas mais baixas, que apresentam os declives mais acentuados.

Variable	BSaf	A	S	As	TRI	C
A	-0.452***	-				
S	0.685***	-0.683***	-			
The	-0.160	0.133	-0.171	-		
TRI	-0.160	0.133	-0.171	1***	-	
C	-0.128	0.081	-0.106	0.093	0.093	-
FA	0.268*	-0.332**	0.315**	-0.172	-0.172	-0.626***

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Em que: A - altitude, S - declive, As - orientação das vertentes, TRI - índice de rugosidade do terreno, e C - curvatura.



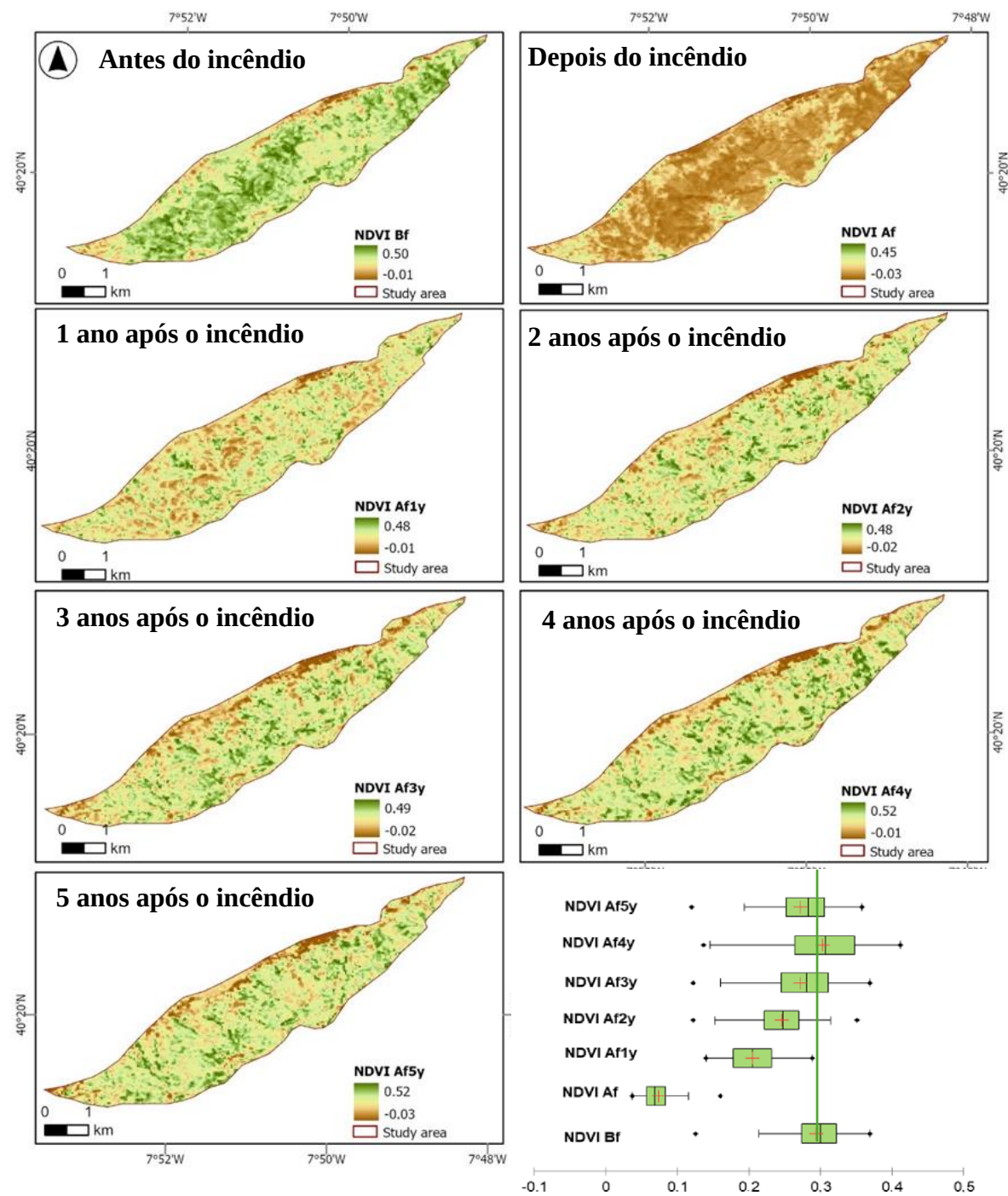
Resultados

Perdas muito significativas de vegetação decorrente do incêndio, observando-se no 4º ano valores de NDVI similares aos verificados antes do incêndio.

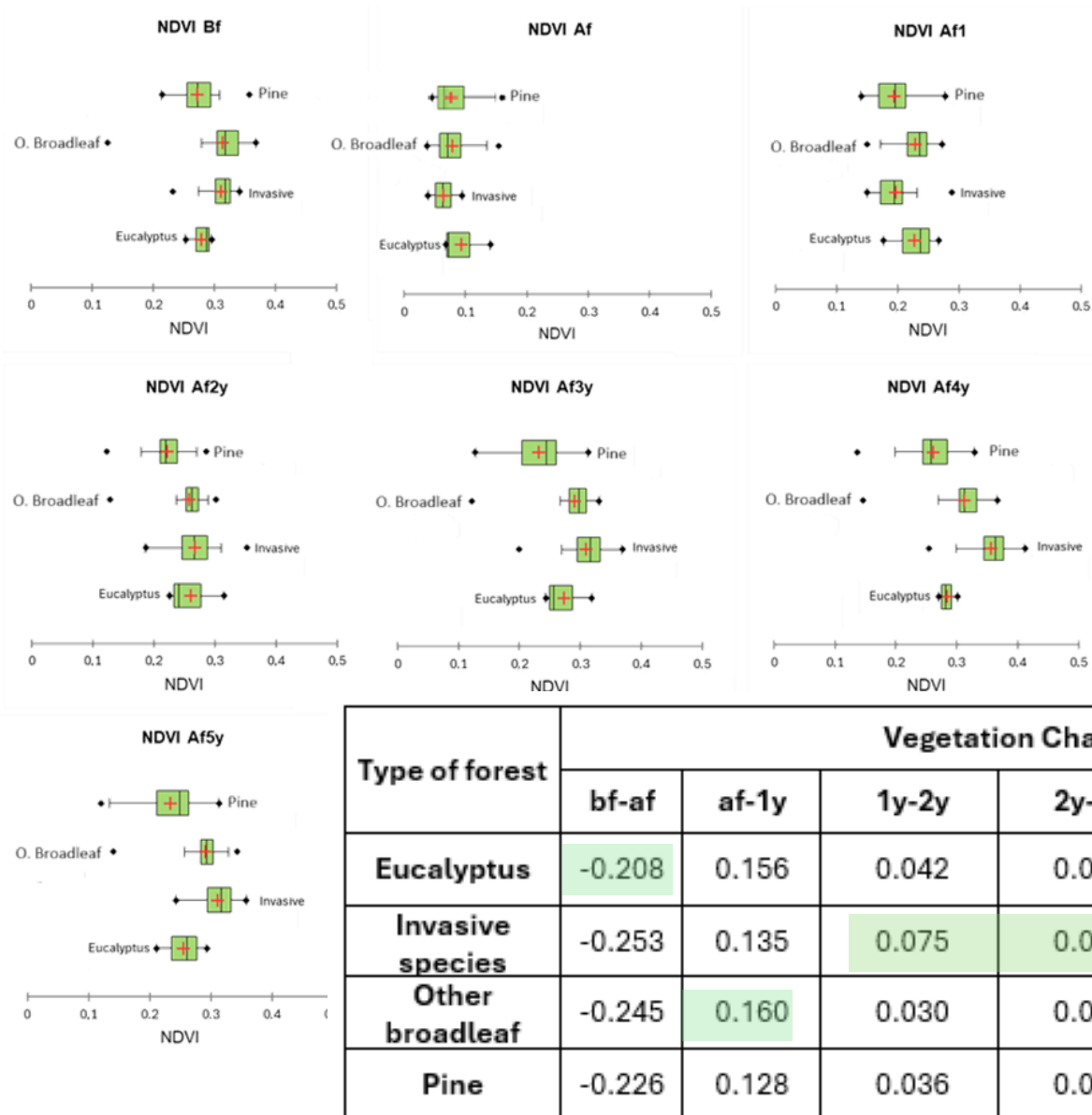
Aumento de NDVI muito rápido no 1º ano após o incêndio, fruto, muito provavelmente, do crescimento de fetos (*Pteridium aquilinum*).

Nos anos seguintes as espécies arbustivas começam a estabelecer-se, particularmente as urzes e tojos, justificando os sucessivos aumentos de NDVI.

No quinto ano regista-se uma diminuição do NDVI, consequência das condições de secura. Isto é indicativo de que a vegetação arbórea que se segue a esta fase inicial da sucessão florestal ainda não estaria plenamente instalada.



Resultados



Ainda que as diferenças entre os vários tipos de espécies não sejam muito significativas, notar que:

- Após o incêndio a menor redução de NDVI ocorre na floresta de eucalipto (severidade mais baixa).
- No 1º ano os ganhos mais significativos de NDVI ocorrem nas manchas de outras espécies de folhosas.
- No 2º, 3º e 4º e quarto ano os ganhos mais significativos ocorrem nas espécies invasoras.
- No 5º ano as perdas mais significativas também ocorrem nas espécies invasoras, porém estas continuam a registrar os valores mais elevados de NDVI.

Resultados

Áreas com mais vegetação antes do incêndio foram as mais afetadas pelo incêndio (correlação positiva entre o NDVI e a severidade).

Ainda assim, as áreas com maior severidade apresentam tendencialmente uma recuperação mais rápida da vegetação no decorrer dos 5 anos estudados (à exceção do 1º ano), devido à menor competição e maior disponibilidade de luz.

Variable	BSaf	NDVI Bf	NDVI Af	NDVI Af1y	NDVI Af2y	NDVI Af3y	NDVI Af4y
NDVI Bf	0.699***	-					
NDVI Af	-0.783***	-0.330**	-				
NDVI Af1y	0.076	0.358***	0.273**	-			
NDVI Af2y	0.565***	0.659***	-0.156	0.636***	-		
NDVI Af3y	0.655***	0.729***	-0.284**	0.396***	0.899***	-	
NDVI Af4y	0.637***	0.685***	-0.292**	0.214*	0.786***	0.925***	-
NDVI Af5y	0.533***	0.738***	-0.199	0.307**	0.768***	0.903***	0.917***

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$.



Resultados

No primeiro ano após o incêndio o crescimento da vegetação depende de modo mais notório das condições locais de humidade, como evidenciado pela relação positiva com a acumulação de fluxos (FA) e negativa com a curvatura (áreas côncavas).

A partir do 2º ano a relação entre o NDVI e as características topográficas observada antes do incêndio volta a consolidar-se, nomeadamente a relação positiva com o declive e FA e negativa com a altitude.

Variable	NDVI Bf	NDVI Af	NDVI Af1y	NDVI Af2y	NDVI Af3y	NDVI Af4y	NDVI Af5y
A	-0.379***	0.176	-0.064	-0.433***	-0.627***	-0.617***	-0.517***
S	0.481***	-0.391***	0.013	0.458***	0.605***	0.619***	0.461***
As	-0.259*	-0.051	-0.236*	-0.202	-0.260*	-0.254*	-0.288**
TRI	-0.259*	-0.051	-0.236*	-0.202	-0.260*	-0.254*	-0.288**
C	-0.350***	-0.111	-0.344***	-0.340**	-0.268*	-0.227*	-0.319**
FA	0.398***	0.028	0.306**	0.462***	0.468***	0.437***	0.492***

* p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Em que: A - altitude, S – declive, As – orientação das vertentes, TRI – índice de rugosidade do terreno, C – curvatura, e FA – acumulação de fluxos.

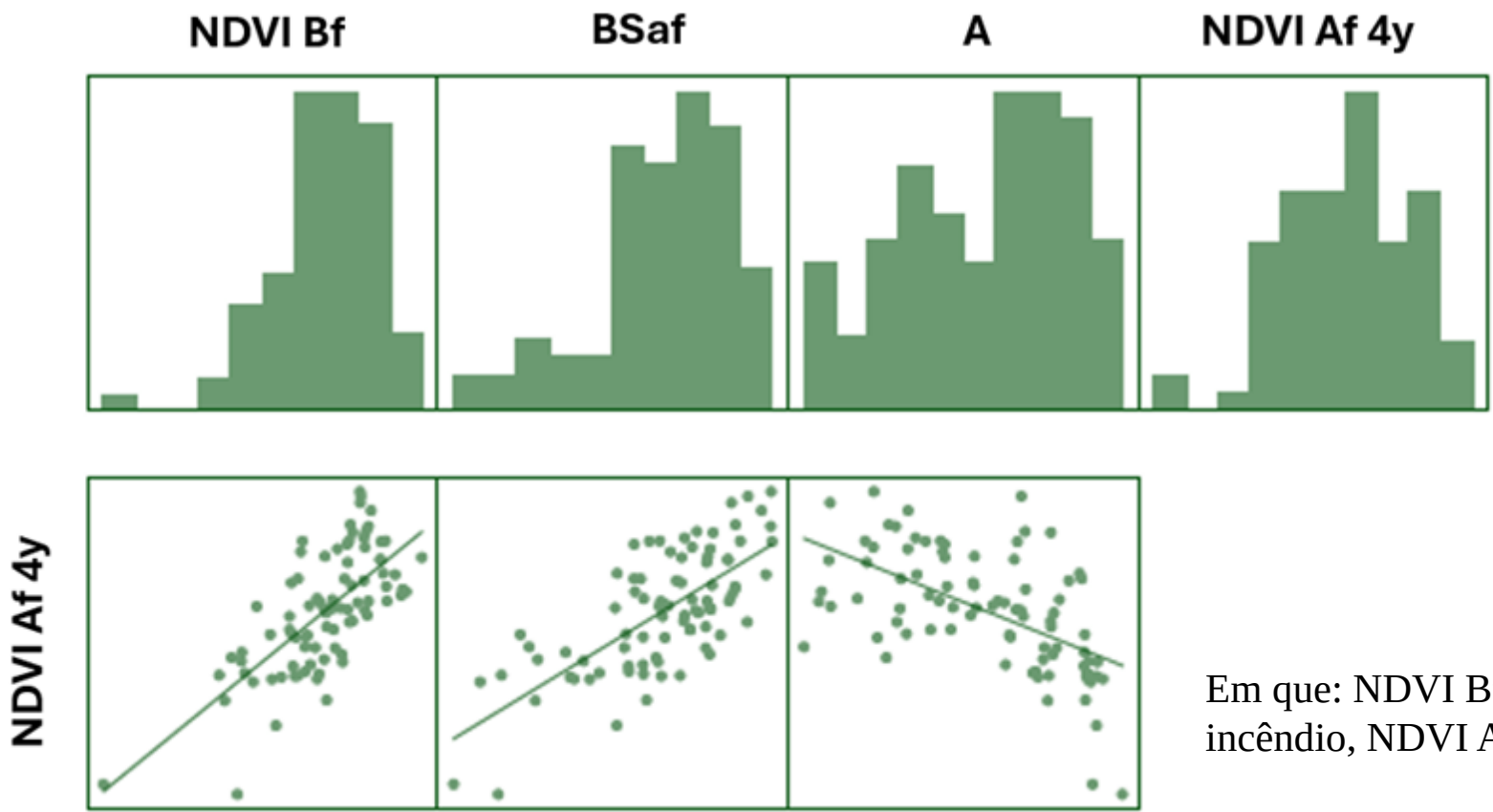


Resultados

O modelo produzido pela OLS apresenta boa adequação ($R^2=0,65$ e R^2 ajustado de 0,63).

Variable	Coefficient	Standard Error	t-Statistic	Robust Probability	VIF
The Intercept	0.173	0.04	4.31	0.000001*	-
NDVI Bf	0.495	0.13	3.66	0.000026*	0.357
BSaf	0.201	0.06	3.18	0.002028*	0.320
A	-0.001	0.00	-4.08	0.000047*	-0.230

Multiple R^2 : 0.65; Adjusted R^2 : 0.63; AICc: -331.754482; Joint F-Statistic: 49.382905; Prob. ($>F$), (3, 81)) degrees of freedom: 0.000000*; Koenker (BP) Statistic: 2.259668; Prob. ($>\chi^2$), (3) degrees of freedom: 0.000000*; Jarque-Bera Statistic: 2.821618; Prob. ($>\chi^2$), (2) degrees of freedom: 0.243946.



Como antecipado pela correlação de Spearman, no 4º ano após o incêndio a recuperação da vegetação apresenta uma relação clara com:

- o NDVI antes do incêndio (coeficiente = 0,495),
- a severidade (coeficiente = 0,201),
- a altitude (coeficiente = -0,001).

Em que: NDVI Bf – NDVI pré-incêndio; BSaf – severidade após o incêndio, NDVI Af 4y – NDVI 4 anos após o incêndio.



Nota final

O incêndio de 2017 causou uma redução drástica na vegetação, especialmente em áreas mais baixas e declivosas, que tinham maior cobertura vegetal antes do fogo.

A análise efetuada demonstrou que os fatores responsáveis pelo crescimento da vegetação em cada fase são distintos, destacando-se a importância da presença de vegetação antes do incêndio, a severidade do incêndio e a altitude.

Os diversos tipos de vegetação apresentaram diferenças, ainda que ligeiras, na severidade e no processo de recuperação, denotando a importância das estratégias de recuperação de cada tipo de vegetação. Por exemplo, as espécies invasoras, como a *Acacia dealbata*, começaram a destacar-se no segundo ano após o incêndio, devido à sua capacidade de germinar logo após o fogo e ao seu e rápido crescimento. A expansão destas espécies representa uma ameaça à biodiversidade local, uma vez que inibem o desenvolvimento de outras plantas.

Por fim, ainda que os valores de NDVI no 4º ano sejam similares ao verificados antes do incêndio, importa notar que o processo de recuperação do ecossistema florestal permanece incompleto (composição e estrutura).