

Seminário sobre o artigo:  
**“Factor contribution to fire occurrence,  
size, and burn probability in a  
subtropical coniferous forest in East  
China”**

Tao Ye, Yao Wang, Zhixing Guo e Yijia Li

---

**Gisele Milare**

SER 301 – Análise Espacial de Dados Geográficos  
PPG em Ciência do Sistema Terrestre

RESEARCH ARTICLE


# Factor contribution to fire occurrence, size, and burn probability in a subtropical coniferous forest in East China

Tao Ye<sup>1,2,3☯</sup>, Yao Wang<sup>1,2,3☯\*</sup>, Zhixing Guo<sup>4</sup>, Yijia Li<sup>1,2,3</sup>

**1** Academy of Disaster Reduction and Emergency Management, Ministry of Civil Affairs and Ministry of Education, Beijing Normal University, Beijing, China, **2** Faculty of Geographical Science, Beijing Normal University, Beijing, China, **3** Catastrophe Research Center, Beijing Normal University, Beijing, China, **4** National Marine Hazard Mitigation Service, State Oceanic Administration People's Republic of China, Beijing, China

☯ These authors contributed equally to this work.

\* [wangyao@mail.bnu.edu.cn](mailto:wangyao@mail.bnu.edu.cn)

 OPEN ACCESS

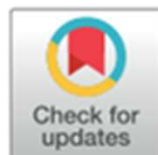
**Citation:** Ye T, Wang Y, Guo Z, Li Y (2017) Factor contribution to fire occurrence, size, and burn probability in a subtropical coniferous forest in East China. PLoS ONE 12(2): e0172110. doi:10.1371/journal.pone.0172110

**Editor:** Juan A. Arnel, Universidade de Vigo, SPAIN

**Received:** May 15, 2016

**Accepted:** January 31, 2017

**Published:** February 16, 2017



# Introdução



- Ocorrência de fogo
  - Tamanho da área queimada
  - Severidade
- 
- Combustível
  - Condições climáticas
  - Topografia
  - Atividades humanas



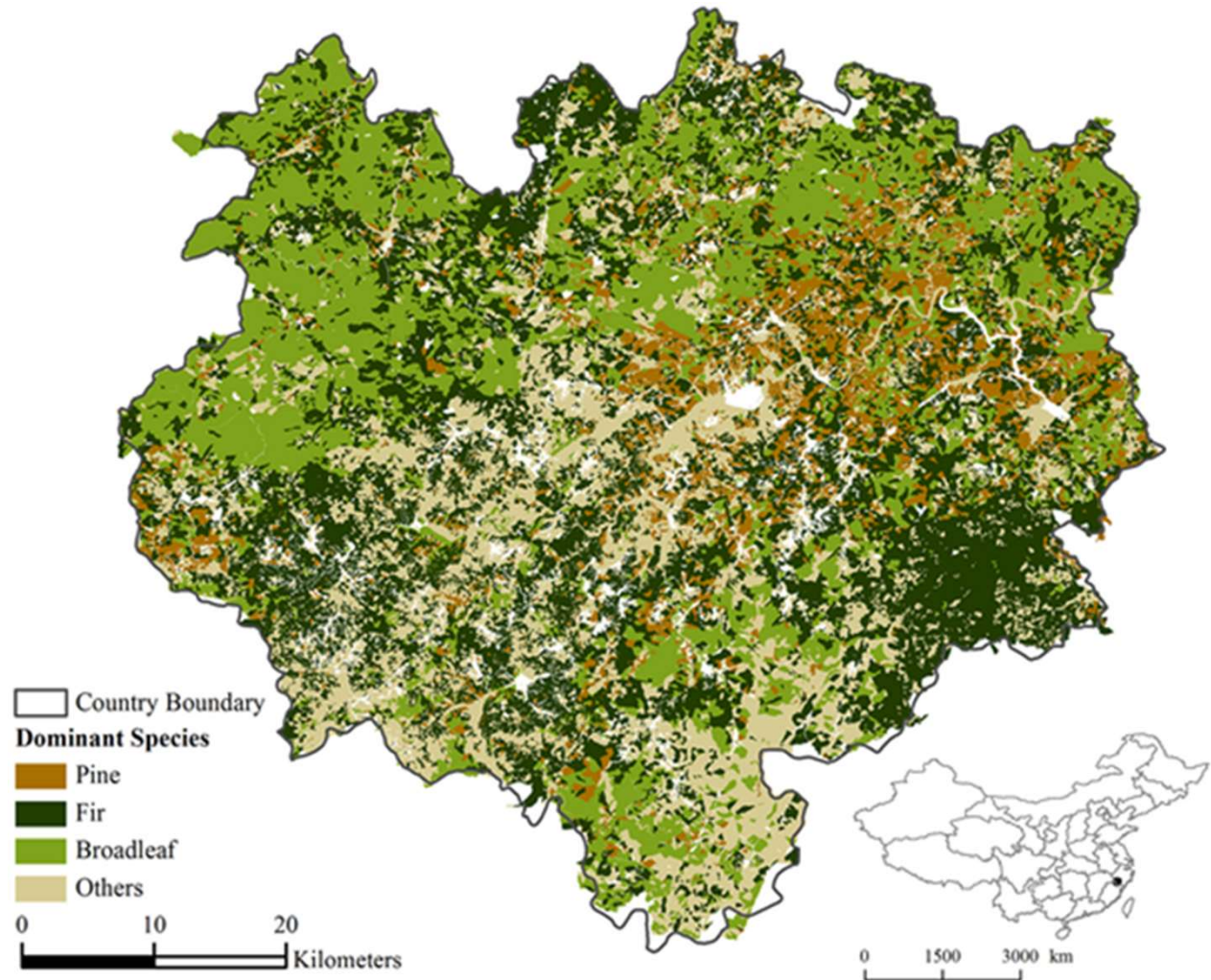
# Objetivo

Avaliar e comparar a **contribuição relativa** da **composição do combustível, topografia e atividades humanas** para a **ocorrência, tamanho e probabilidade de queima** em uma região de floresta de coníferas subtropicais no leste da China.

## Área de estudo

Longquan County  
Zhejiang Province  
China  
Área 3.059km<sup>2</sup>

Clima subtropical de monções – verões quentes e chuvosos e invernos amenos e secos.



## Dados utilizados

Dados  
históricos de  
fogo



Área queimada,  
Coordenadas,  
Data de ocorrência,  
Tempo de supressão e  
causa do fogo

---

## Dados utilizados

Dados históricos de fogo



Área queimada,  
Coordenadas,  
Data de ocorrência,  
Tempo de supressão e  
causa do fogo

Distribuição das florestas



% de cada tipologia de floresta

Condições climáticas



Umidade, temperatura, precipitação e direção do vento

Topografia



Altitude, declividade e orientação

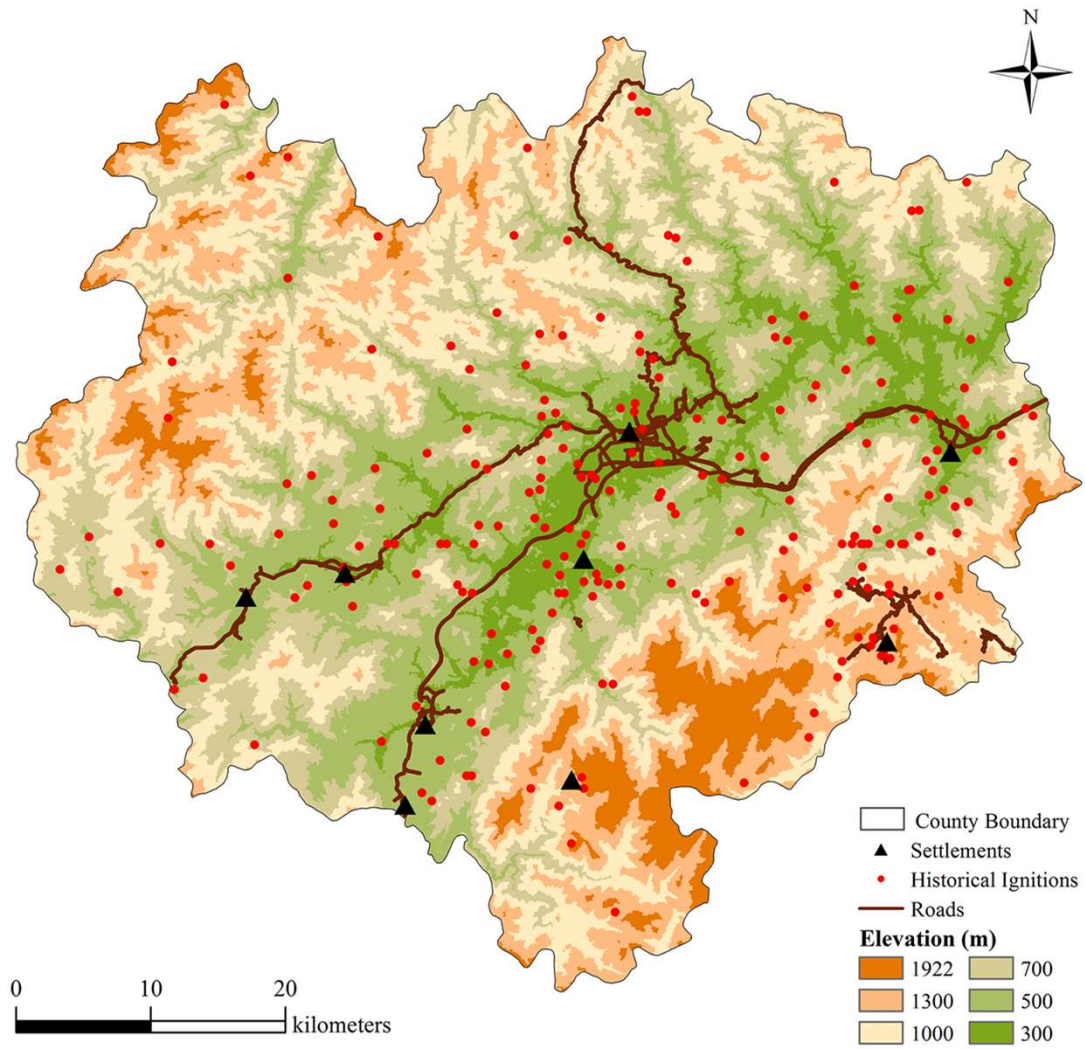
Atividade humana



Densidade populacional, distancia de estradas e de povoamento



# Histórico de fogo (1991-2010)





# Métodos



Ocorrência de  
fogo



Tamanho da área  
queimada



Modelagem de  
probabilidade de  
queima

# Métodos

1

Ocorrência de  
fogo



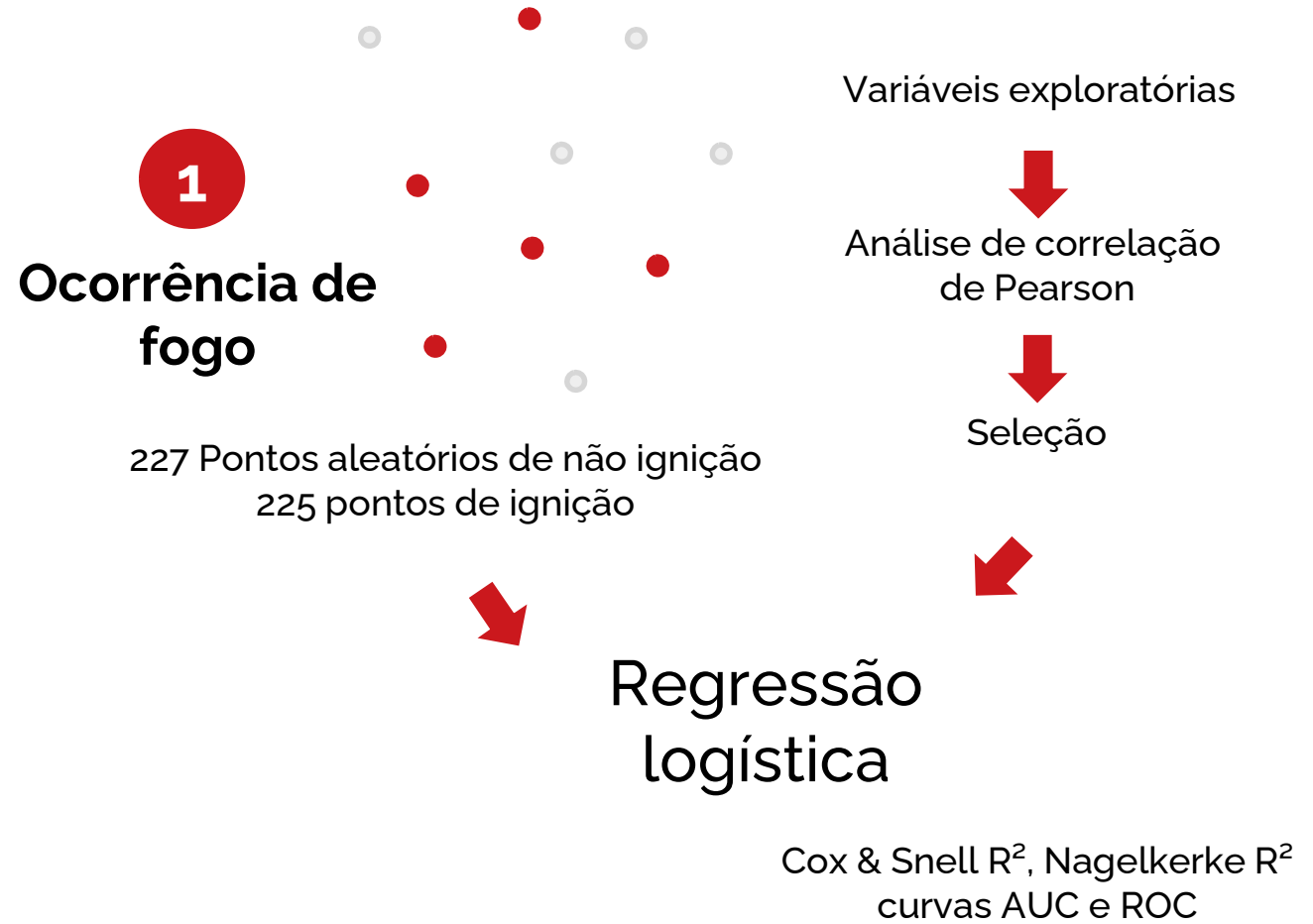
227 Pontos aleatórios de não ignição

225 pontos de ignição

Padrão espacial

?

# Métodos



# Métodos

1

Ocorrência de fogo

227 Pontos aleatórios de não ignição  
225 pontos de ignição

Variáveis exploratórias

Análise de correlação de Pearson

Seleção

Regressão logística

Cox & Snell  $R^2$ , Nagelkerke  $R^2$   
curvas AUC e ROC

2

Tamanho da área queimada

~~Regressão linear~~

Random forest



# Métodos

3

## Análise e modelagem de probabilidade de queima

Simulações

Três etapas:

Ignições → Comportamento de disseminação → Supressão



Regressão linear



Importância relativa dos fatores  
(R package relaimpo)

# Resultados



## Fatores que contribuem para ocorrência de fogo

Table 2. Results of the binary logistic regression model.

Variables	B	S.E.	Wald	Sig.	Exp(B)
Constant	10.304	1.132	82.877	0.000	/
Proportion of pine (%)	0.881	0.509	2.999	0.083	2.414
Proportion of fir (%)	0.858	0.375	5.242	0.022	2.358
Proportion of broadleaf (%)	-0.615	0.526	1.366	0.243	0.541
Dominant species age (yr)	-0.034	0.012	7.890	0.005	0.967
Slope (degrees)	-0.027	0.014	3.766	0.052	0.974
Aspect (degrees)	-0.002	0.001	1.787	0.181	0.998
Daily average temperature (°C)	-0.075	0.017	19.461	0.000	0.928
Daily average relative humidity (%)	-0.101	0.013	56.206	0.000	0.904
Distance to nearest settlement (km)	-0.075	0.020	13.802	0.000	0.928

Where B, S.E., Wald, Sig. and Exp(B) represent regression coefficients, standard error of regression coefficients, Wald chi-square value, significance value and odds ratio, respectively. Additional estimation results using generalized adding models with incorporating interaction items are also provided in [S1 Text](#).

doi:10.1371/journal.pone.0172110.t002

Cox & Snell  $R^2$  and Nagelkerke  $R^2$  of 0.339 and 0.452  
AUC/ROC = 0.8495 – boa performance do modelo



# Resultados

1

## Fatores que contribuem para ocorrência de fogo

Table 2. Results of the binary logistic regression model.

Variables	B	S.E.	Wald	Sig.	Exp(B)
Constant	10.304	1.132	82.877	0.000	/
Proportion of pine (%)	0.881	0.509	2.999	0.083	2.414
Proportion of fir (%)	0.858	0.375	5.242	0.022	2.358
Proportion of broadleaf (%)	-0.615	0.526	1.366	0.243	0.541
Dominant species age (yr)	-0.034	0.012	7.890	0.005	0.967
Slope (degrees)	-0.027	0.014	3.766	0.052	0.974
Aspect (degrees)	-0.002	0.001	1.787	0.181	0.998
Daily average temperature (°C)	-0.075	0.017	19.461	0.000	0.928
Daily average relative humidity (%)	-0.101	0.013	56.206	0.000	0.904
Distance to nearest settlement (km)	-0.075	0.020	13.802	0.000	0.928

Where B, S.E., Wald, Sig. and Exp(B) represent regression coefficients, standard error of regression coefficients, Wald chi-square value, significance value and odds ratio, respectively. Additional estimation results using generalized adding models with incorporating interaction items are also provided in [S1 Text](#).

doi:10.1371/journal.pone.0172110.t002

→ espacial ✘

Cox & Snell  $R^2$  and Nagelkerke  $R^2$  of 0.339 and 0.452  
AUC/ROC = 0.8495 – boa performance do modelo

## 2

## Tamanho da área queimada

Table 3. Variables of RF model.

Variables	Avg % IncMSE
Proportion of pine (%)	12.3456
Population density (per/km <sup>2</sup> )	11.2011
Slope ( <b>degrees</b> )	7.0304
Proportion of broadleaf (%)	6.5546
Distance to nearest road (km)	3.2076
Aspect ( <b>degrees</b> )	2.0139
Dominant species age (yr)	1.2682
Proportion of fir (%)	1.0843
Distance to nearest settlement (km)	0.8578
Wind velocity (m/s)	0.7214
Daily average relative humidity (%)	0.3434
Daily maximum temperature (°C)	0.1300

In descending order of importance based on % IncMSE (mean decrease in accuracy) from 10 RF models. Additional estimation results using generalized adding models with incorporating interaction items are also provided in [S1 Text](#).

doi:10.1371/journal.pone.0172110.t003

2

## Tamanho da área queimada

Table 3. Variables of RF model.

Variables	Avg % IncMSE
Proportion of pine (%)	12.3456
Population density (per/km <sup>2</sup> )	11.2011
Slope ( <b>degrees</b> )	7.0304
Proportion of broadleaf (%)	6.5546
Distance to nearest road (km)	3.2076
Aspect ( <b>degrees</b> )	2.0139
Dominant species age (yr)	1.2682
Proportion of fir (%)	1.0843
Distance to nearest settlement (km)	0.8578
Wind velocity (m/s)	0.7214
Daily average relative humidity (%)	0.3434
Daily maximum temperature (°C)	0.1300

In descending order of importance based on % IncMSE (mean decrease in accuracy) from 10 RF models.

Additional estimation results using generalized adding models with incorporating interaction items are also provided in [S1 Text](#).

→ espacial ✘

3

### Mapa de probabilidade de queima

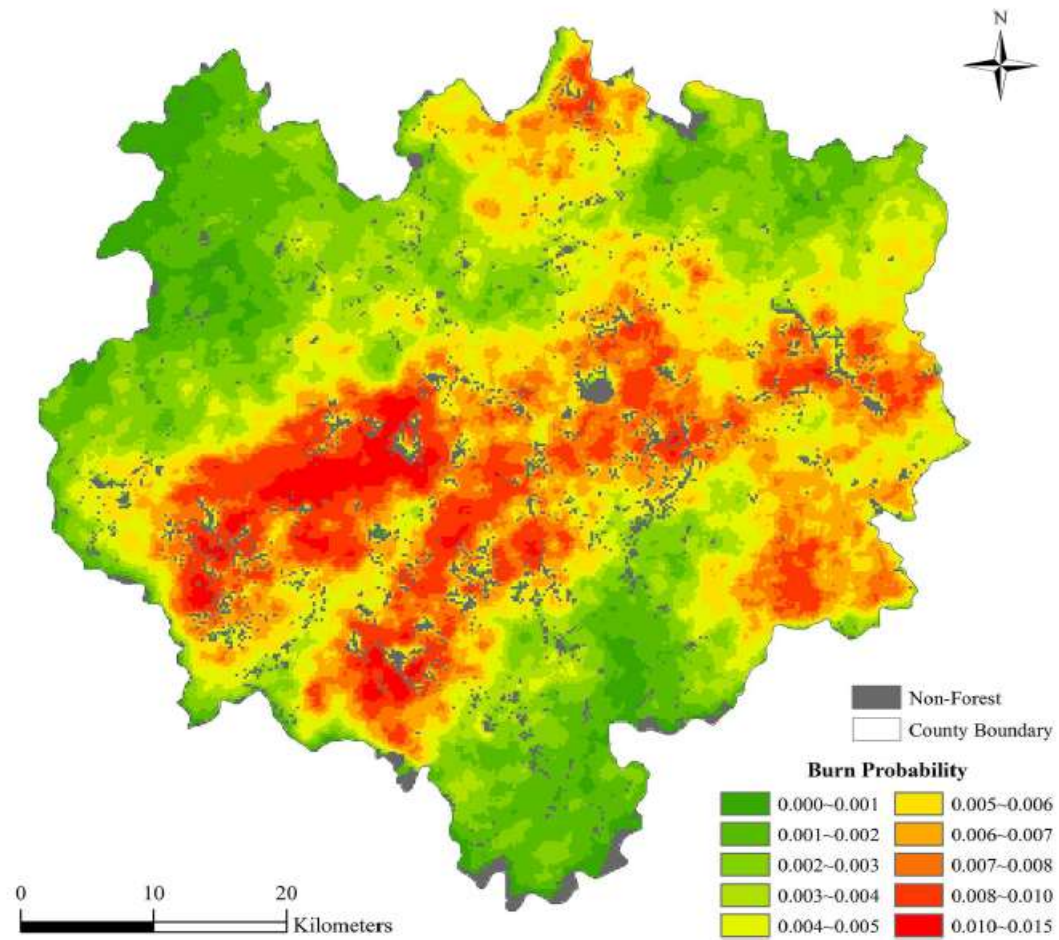
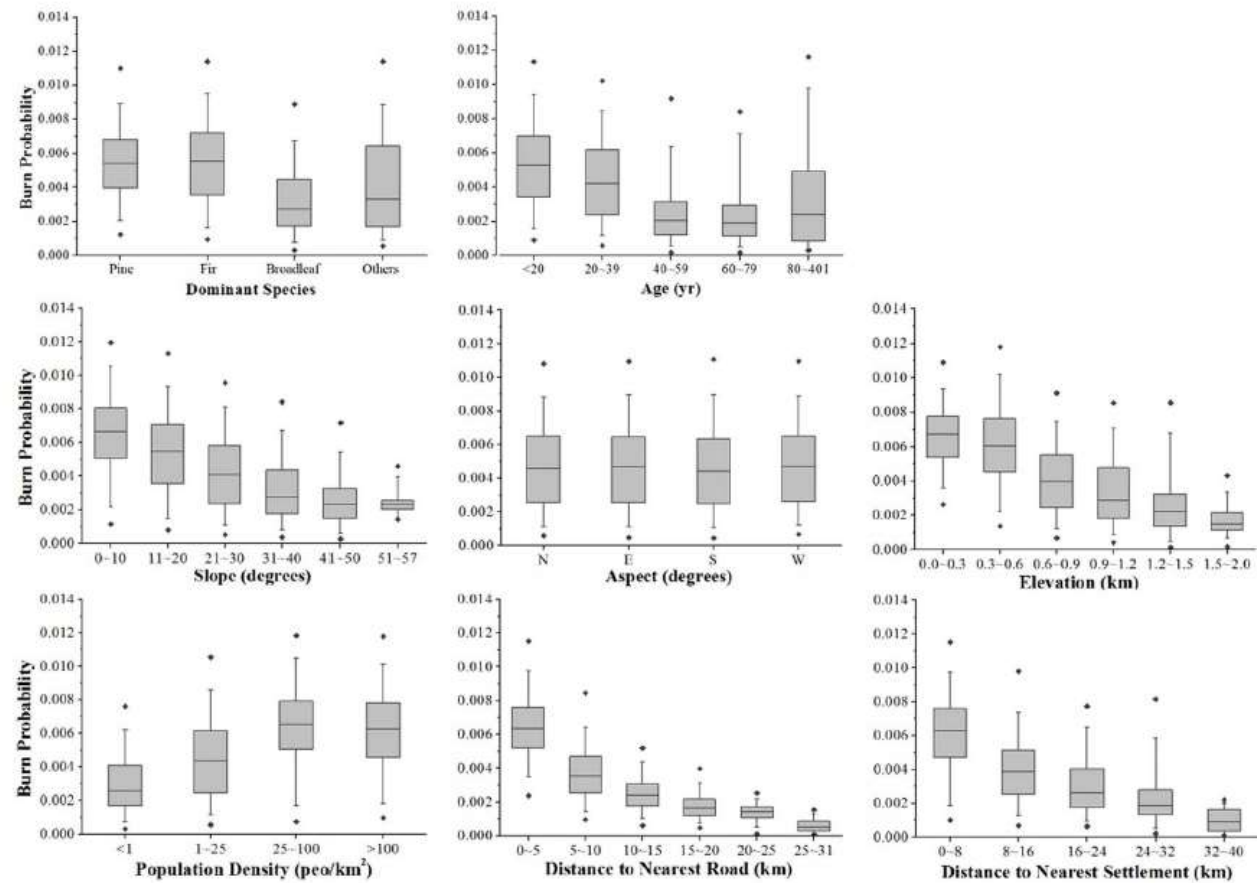


Fig 3. The burn probability for the study area estimated by simulation.

doi:10.1371/journal.pone.0172110.g003

# Fatores que influenciam a probabilidade de queima



**Fig 4. Box plots of different factors influencing burn probability.** Error bars show 5th% and 95th% percentile of pixels in each bin. Cross symbols show 1st% and 99th% percentile. Fuel, upper row; Topography, center row; Human activity, lower row. Statistics were derived from a full sample of 43526 pixels in the region.

doi:10.1371/journal.pone.0172110.g004



**Table 4. Factors' relative contribution to BP.**

Variables	B	S.E.	Sig.	Relative importance <sup>a</sup>
Constant	-4.59	4.20E-03	0.000	
<b>Fuel</b>				<b>0.148</b>
Proportion of pine (%)	1.48E-02	6.23E-03	0.018	0.007
Proportion of fir (%)	2.50E-01	4.10E-03	0.000	0.029
Proportion of broadleaf (%)	-8.48E-02	4.75E-03	0.000	0.057
Dominant species age (yr)	-5.32E-03	1.06E-04	0.000	0.054
<b>Topography</b>				<b>0.186</b>
Slope (degrees)	-5.39E-03	1.51E-04	0.000	0.054
Elevation (m)	-4.04E-04	4.58E-06	0.000	0.131
<b>Human activity</b>				<b>0.429</b> ←
Distance to nearest road (km)	-7.13E-02	2.43E-04	0.000	0.429
			<b>R<sup>2</sup></b>	<b>0.762</b>

<sup>a</sup>Relative importance is the decomposed R<sup>2</sup> using *lmg* metrics with the *relaimpo* package in R v3.2.4.



# Conclusões

Avaliar e comparar a **contribuição relativa** da **composição do combustível, topografia e atividades humanas** para a **ocorrência, tamanho e probabilidade de queima** em uma região de floresta de coníferas subtropicais no leste da China.

# Conclusões

Avaliar e comparar a **contribuição relativa** da **composição do combustível, topografia e atividades humanas** para a **ocorrência, tamanho e probabilidade de queima** em uma região de floresta de coníferas subtropicais no leste da China.



**Combustível** teve a maior importância relativa na explicação da **ocorrência e tamanho da área queimada**, mas as **atividades humanas** explicaram a maior parte da variação na **probabilidade de queima**.