



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES



PÁTRIA AMADA  
**BRASIL**  
GOVERNO FEDERAL

# Fatores associados a ocorrência de focos de queimadas no sudoeste do Estado do Tocantins

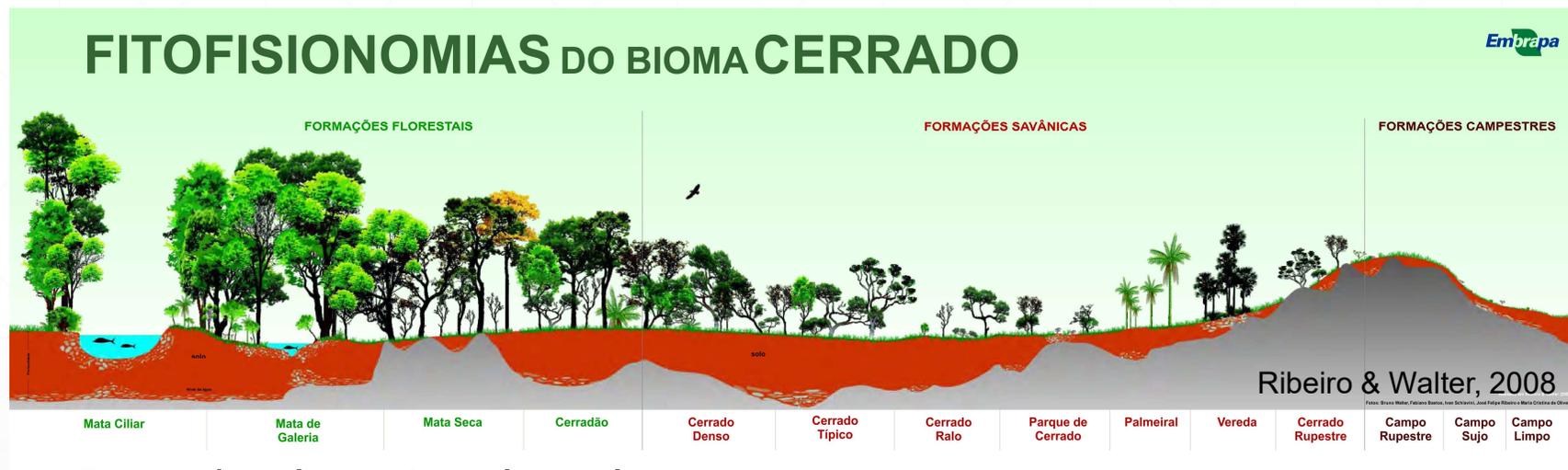
---

**Gisele Milare**

Trabalho apresentado à disciplina  
SER 301- Análise espacial de dados geográficos  
PPG em Ciência do Sistema Terrestre

# Contextualização

- Bioma Cerrado e o fogo



- Ocorrência natural - raios
- Uso tradicional
- Atividades humanas e mudanças climáticas → regime de fogo

# Regime de fogo – frequência e época das queimadas



Época seca



- Redução do material combustível
- Propicia a rebrota da vegetação nativa

Calendário de queima controlada



- Impacto na reprodução de espécies vegetais
- ↑ mortalidade de árvores



Proibição de queima e suspensão de autorizações de queima controlada

# Perguntas

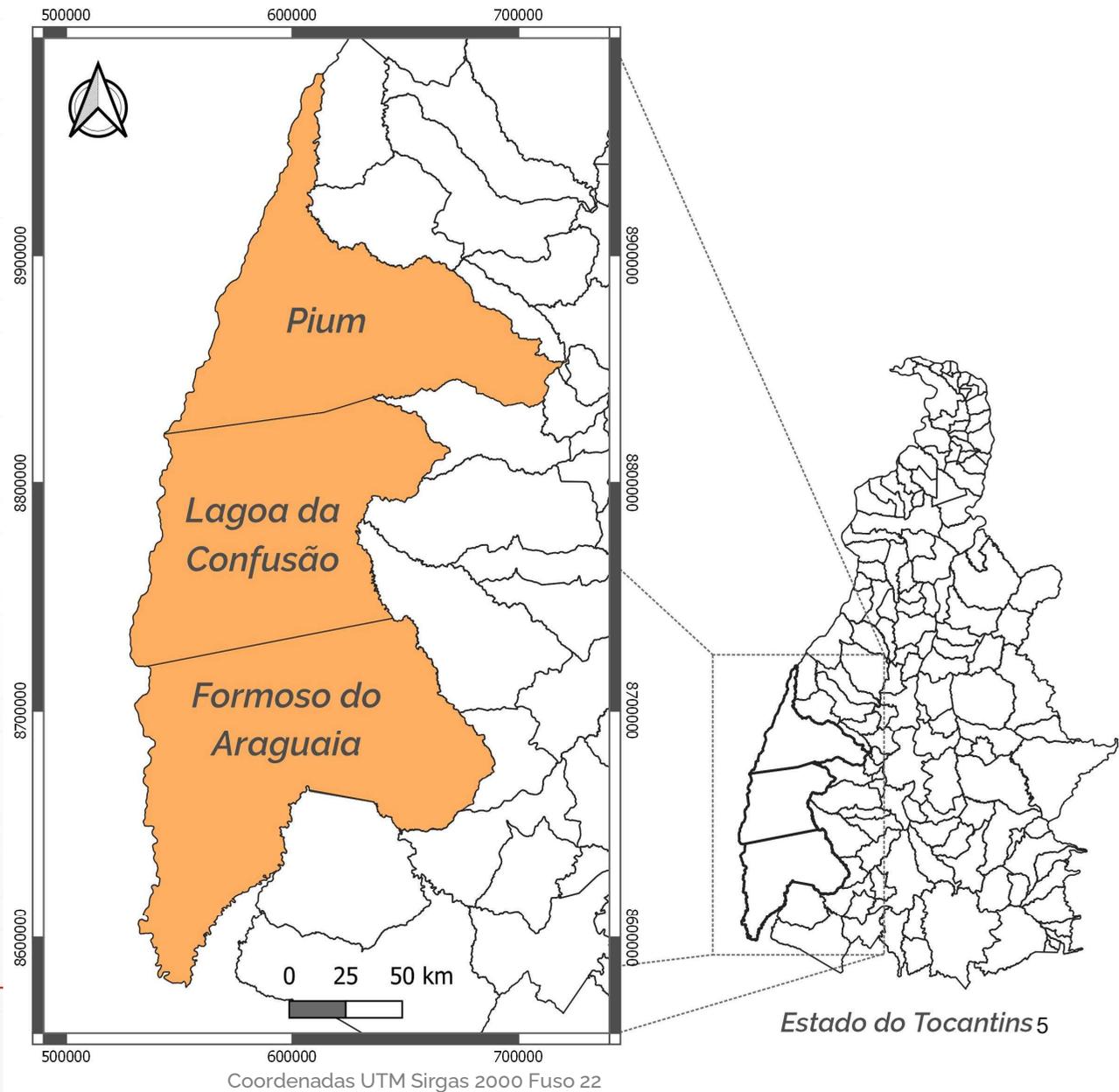
- A distribuição dos focos de queimadas no final da época seca formam um padrão no espaço?
- Quais os fatores que estão associados a esses focos de queimadas?

# Área de estudo

- Pium/TO
- Formoso do Araguaia/TO
- Lagoa da Confusão/TO



Decreto Estadual  
Situação de Risco de Desastre  
Ambiental Resultante de  
Queimadas e Incêndios Florestais



# Material e métodos

**1**

**Dados utilizados**

**2**

**Visualização e análise  
exploratória**

**3**

**Fatores associados a  
ocorrência de focos  
de queimadas**

# 1 Dados utilizados

Agosto e Setembro



Queima proibida\*



2015, 2016, 2017, 2018 e 2019

The screenshot shows the INPE Queimadas website. At the top, there is a navigation bar with links for 'Ir para o conteúdo', 'Ir para o menu', 'Ir para a busca', and 'Ir para o rodapé'. The main header includes the program name 'Queimadas' and the organization 'INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS'. A search bar is present on the right. Below the header, there is a featured banner with the title 'Veja o cruzamento dos Focos com Desmatamentos e CAR no Portal Terrabrasilis' and a sub-headline 'Focos em áreas de desmatamento e em propriedades rurais do CAR no bioma Amazônia'. A section titled 'SISTEMAS DE MONITORAMENTO' contains eight numbered cards: 1. BDQueimadas (with sub-links: BDQueimadas, Exemplos e Validações, Download de dados); 2. CIMAN Virtual (Centro Integrado Multiagências de Coord. Operacional e Federal em Brasília); 3. TerraMA2Q (Acessar ao hotspot do TerraMA2Q); 4. Focos nas APs (Monitoramento de Focos nas Áreas de Proteção Ambiental, ontem); 5. Área Queimada (with sub-links: Resolução - 1km, Resolução - 30m, Geral); 6. Risco de Fogo (Análise e Previsão de Risco de Fogo em mapas e Fogogramas, e Meteorologia); 7. SISAM (Aplicativo - Impacto das Queimadas / Incêndios e Meteorologia na Saúde); 8. Relatório por e-mail (Alertas de focos em Áreas Protegidas, Relatórios Diários, mensagens operacionais, etc.). The URL 'www.inpe.br/queimadas/bdqueimadas' is displayed at the bottom right of the interface.

# 1 Dados utilizados

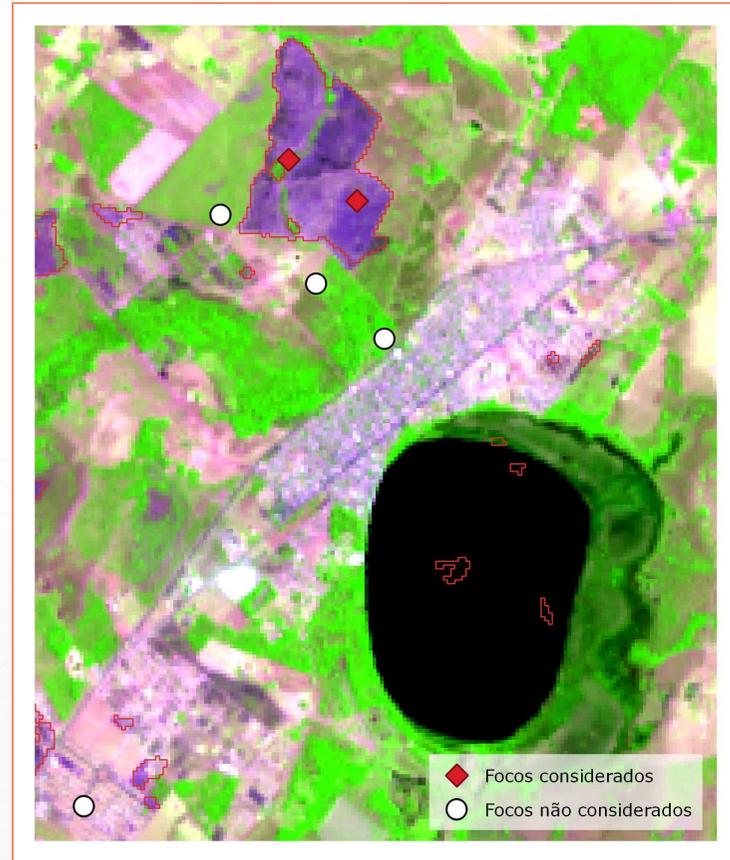
Pontos de ocorrência de focos de queimadas



Total de focos (Programa Queimadas)



Área queimada (Programa Queimadas)



# 1 Dados utilizados

Variável resposta: Ocorrência de focos de queimadas

- Focos de queimada → pontos de ocorrência (1)
- Pontos aleatórios → pontos de não ocorrência (0)

↓  
Máscara (área queimada,  
água e infraestrutura)

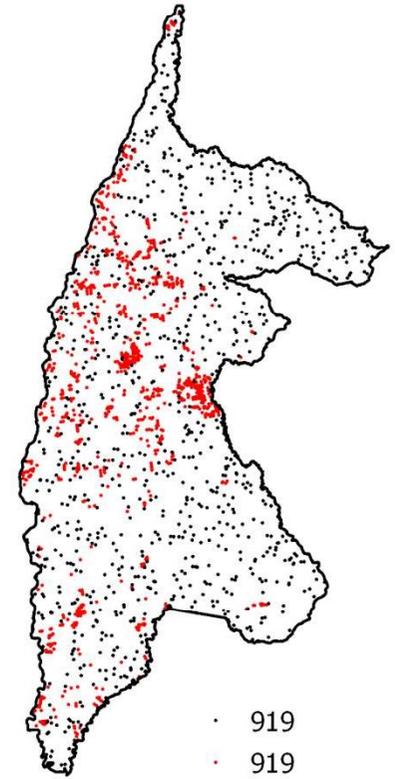
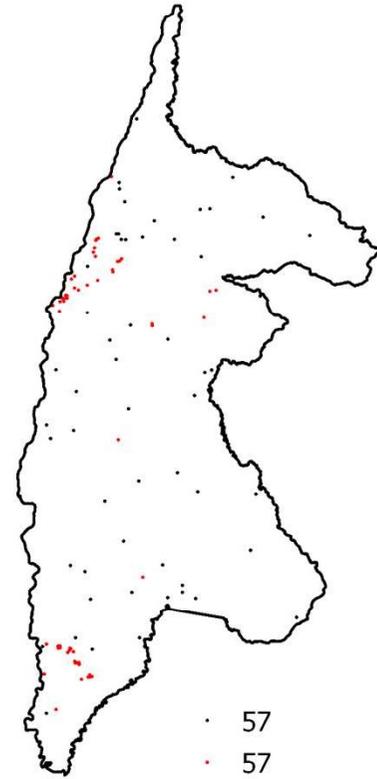
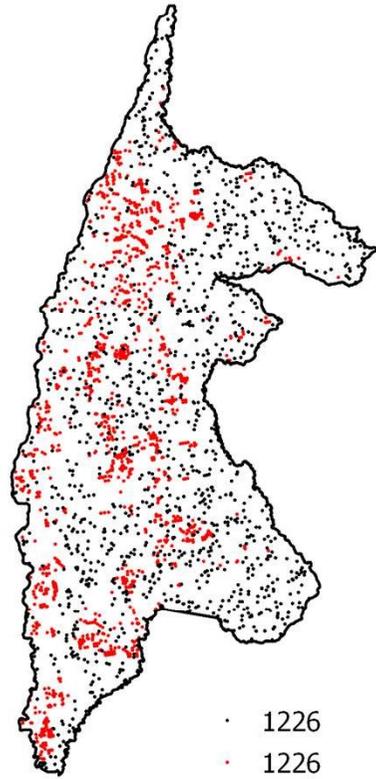
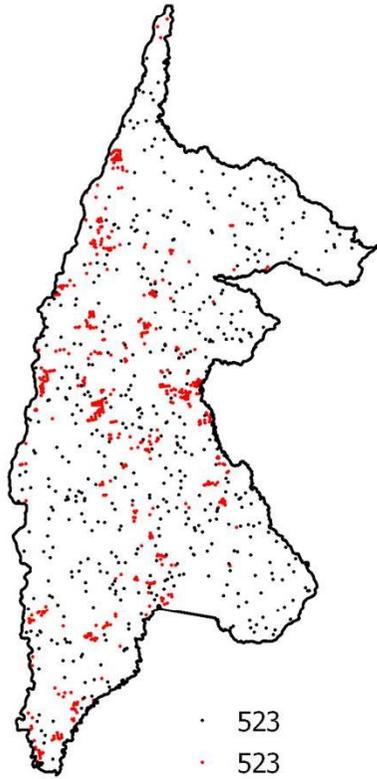
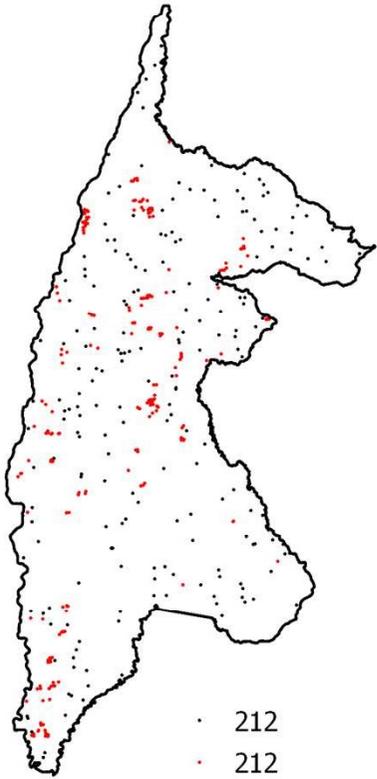
**2015**

**2016**

**2017**

**2018**

**2019**

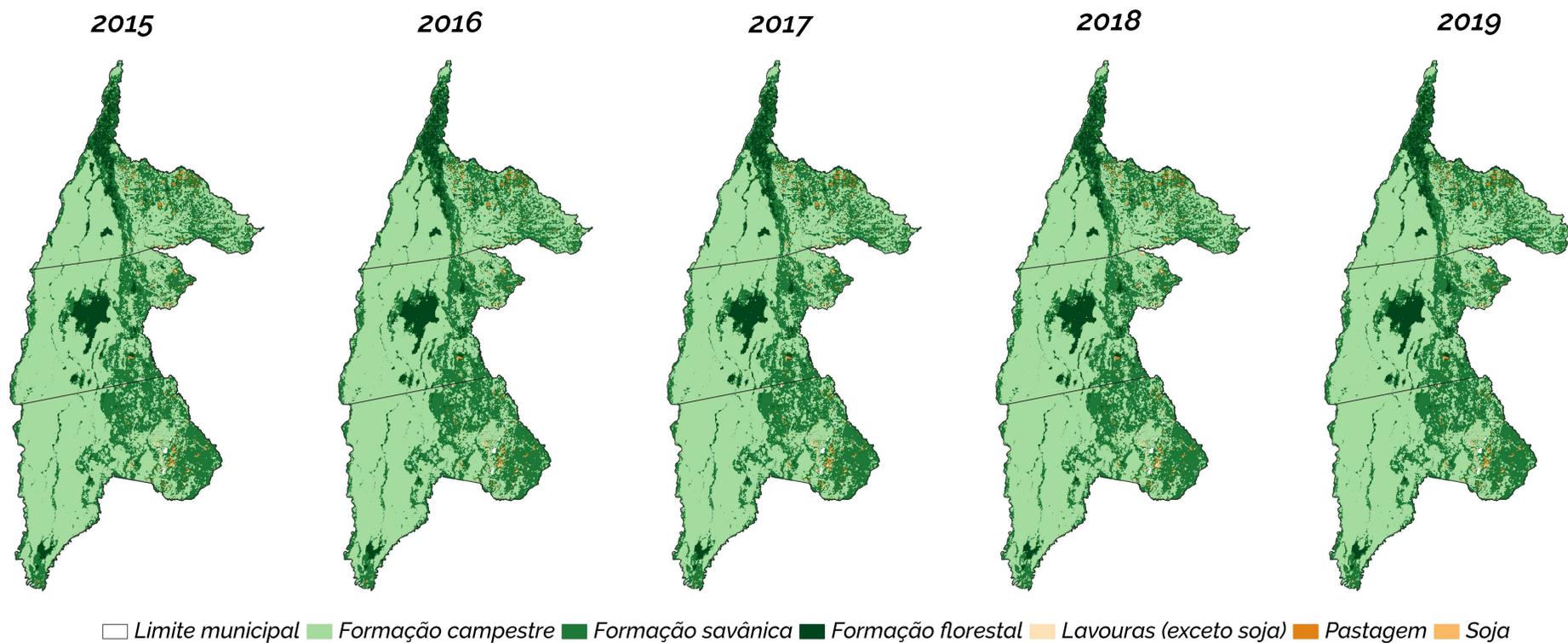


· 0 - ponto de não ocorrência · 1 - ponto de ocorrência

# 1 Dados utilizados

Variáveis explicativas:

- Cobertura da terra – Mapbiomas (<https://mapbiomas.org/>)



# 1

## Dados utilizados

Variáveis explicativas:

- Cobertura da terra
- Condições climáticas e topografia

www.inpe.br/queimadas/bdqueimadas

SISTEMAS DE MONITORAMENTO

- BDQueimadas
- CIMAN Virtual
- TerraMA2Q
- Focos nas APs
- Área Queimada
- Risco de Fogo
- SISAM
- Relatório por e-mail

Precipitação, umidade relativa e temperatura do ar. Mapa de uso e cobertura e altitude

Ano anterior\*

**Declividade**  
**Orientação do terreno (aspecto)**



**TOPODATA**  
Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil



www.dsr.inpe.br/topodata

# 1 Dados utilizados

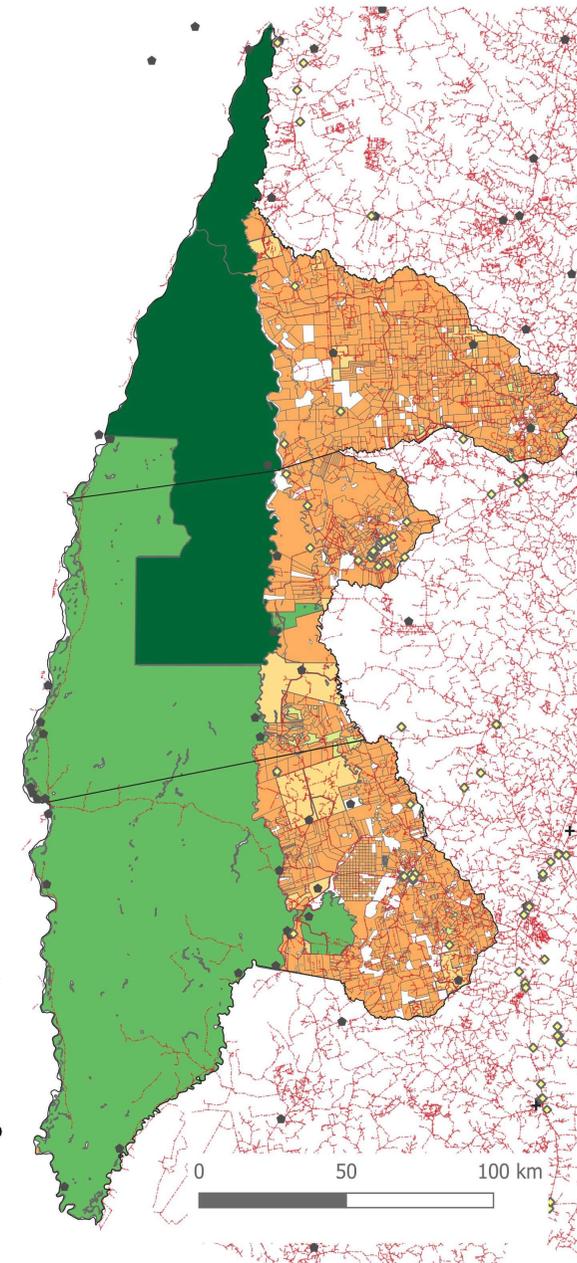
Variáveis explicativas:

- Cobertura da terra
- Condições climáticas e topografia
- Atividades humanas
  - Categorias fundiárias
  - Distância a povoadamentos (cidades, vilas, povoados, projetos de assentamento (agrovilas), aldeias indígenas e áreas urbanas isoladas)
  - Distância a estradas
  - Distância a matadouros e frigoríficos
  - Distância a armazenamento de grãos



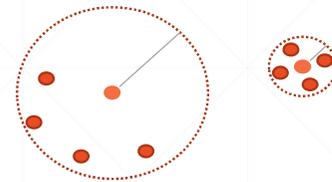
Legenda

- ◇ Armazem de grãos
- + Matadouros e frigoríficos
- Povoamentos
- Limite municipal
- Estradas e rodovias
- Propriedade privada
- Projeto de assentamento
- Terra pública
- Terra indígena
- Unidade de Conservação

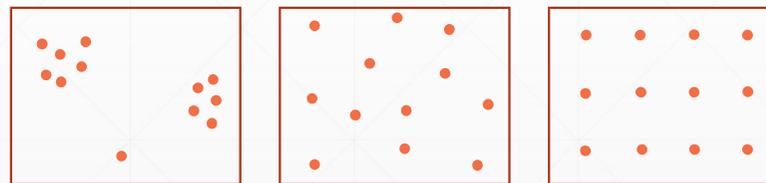


## 2 Visualização e análise exploratória

- Intensidade do processo  $\rightarrow$  Kernel adaptativo



- Dependência espacial do processo  $\rightarrow$  Função L (transformação de K)

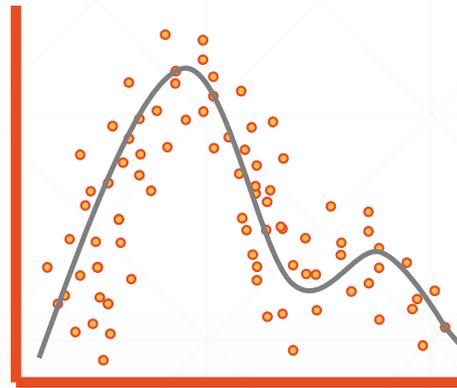
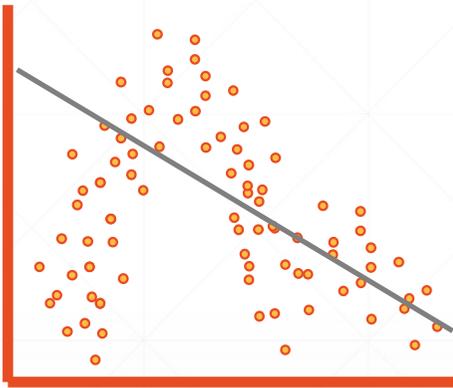


Agrupados

Aleatórios

Regular

### 3 Modelos aditivos generalizados



Soma de funções suavizadas  
das covariáveis

Funções que podem assumir  
uma ampla variedade de formas  
Função não paramétrica

### 3 Modelos aditivos generalizados



GAM

- Relações lineares e não lineares
- Dados geoespaciais
- Interações entre variáveis contínuas e variáveis categóricas

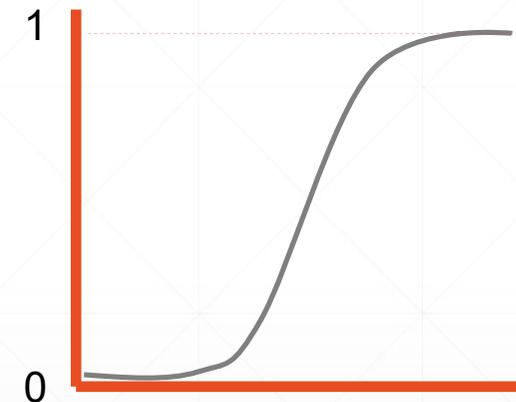
# 3

## Modelo aditivo generalizado

Variável resposta: ocorrência de focos de queimadas (1,0)

GAM → Logístico

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• <math>s(x,y)</math></li><li>• <math>s(\text{risco de fogo})</math></li><li>• <math>s(\text{distância de estradas})</math></li><li>• <math>s(\text{distância de povoaamentos})</math></li><li>• <math>s(\text{distância de armazéns de grãos})</math></li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• <math>s(\text{distância de matadouro})</math></li><li>• <math>s(\text{altitude})</math></li><li>• <math>s(\text{orientação do terreno})</math></li><li>• <math>s(\text{declividade})</math></li></ul>                  |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Desmatamento no ano da queimada</li><li>• Formação campestre</li><li>• Formação savânicas</li><li>• Formação florestal</li><li>• Área com lavoura (exceto soja)</li><li>• Área de pastagem</li></ul>   | <ul style="list-style-type: none"><li>• Área com lavoura de soja</li><li>• Área com queimada do ano anterior</li><li>• Assentamentos</li><li>• Propriedade privada</li><li>• Terra pública</li><li>• Terra indígena</li><li>• Unidade de conservação</li></ul> |



Variáveis explicativas

Pacote `mgcv`, `ROCR` e `oddsratio` no R

# 3

## Modelo aditivo generalizado

Variável resposta: ocorrência de focos de queimadas (1,0)

GAM → Logístico

Multicolinearidade e *concurvity*

Variáveis explicativas

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• <b><i>s(x,y)</i></b></li><li>• s(risco de fogo)</li><li>• s(distância de estradas)</li><li>• s(distância de povoadamentos)</li><li>• s(distância de armazéns de grãos)</li></ul>                     | <ul style="list-style-type: none"><li>• s(distância de matadouro)</li><li>• s(altitude)</li><li>• s(orientação do terreno)</li><li>• s(declividade)</li></ul>  |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Desmatamento no ano da queimada</li><li>• Formação campestre</li><li>• Formação savânicas</li><li>• Formação florestal</li><li>• Área com lavoura (exceto soja)</li><li>• Área de pastagem</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Área com lavoura de soja</li><li>• Área com queimada do ano anterior</li><li>• Assentamentos</li><li>• Propriedade privada</li><li>• Terra pública</li><li>• Terra indígena</li><li>• Unidade de conservação</li></ul> |

Pacote `mgcv`, `ROCR` e `oddsratio` no R

# 3

## Modelo aditivo generalizado

Variável resposta: ocorrência de focos de queimadas (1,0)

GAM → Logístico

Variáveis explicativas

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• <math>s(x,y)</math></li><li>• <math>s(\text{risco de fogo})</math></li><li>• <math>s(\text{distância de estradas})</math></li><li>• <math>s(\text{distância de povoadamentos})</math></li><li>• <math>s(\text{distância de armazéns de grãos})</math></li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• <math>s(\text{distância de matadouro})</math></li><li>• <math>s(\text{altitude})</math></li><li>• <math>s(\text{orientação do terreno})</math></li><li>• <math>s(\text{declividade})</math></li></ul>                  |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Desmatamento no ano da queimada</li><li>• Formação campestre</li><li>• Formação savânicas</li><li>• Formação florestal</li><li>• Área com lavoura (exceto soja)</li><li>• Área de pastagem</li></ul>  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Área com lavoura de soja</li><li>• Área com queimada do ano anterior</li><li>• Assentamentos</li><li>• Propriedade privada</li><li>• Terra pública</li><li>• Terra indígena</li><li>• Unidade de conservação</li></ul> |

Multicolinearidade e *concurvity*



GAM



AUC/ROC

Pacote `mgcv`, `ROCR` e `oddsratio` no R

# 3

## Modelo aditivo generalizado

Variável resposta: ocorrência de focos de queimadas (1,0)

GAM → Logístico

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• <math>s(x,y)</math></li><li>• <math>s(\text{risco de fogo})</math></li><li>• <math>s(\text{distância de estradas})</math></li><li>• <math>s(\text{distância de povoaamentos})</math></li><li>• <math>s(\text{distância de armazéns de grãos})</math></li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• <math>s(\text{distância de matadouro})</math></li><li>• <math>s(\text{altitude})</math></li><li>• <math>s(\text{orientação do terreno})</math></li><li>• <math>s(\text{declividade})</math></li></ul>                  |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Desmatamento no ano da queimada</li><li>• Formação campestre</li><li>• Formação savânicas</li><li>• Formação florestal</li><li>• Área com lavoura (exceto soja)</li><li>• Área de pastagem</li></ul>   | <ul style="list-style-type: none"><li>• Área com lavoura de soja</li><li>• Área com queimada do ano anterior</li><li>• Assentamentos</li><li>• Propriedade privada</li><li>• Terra pública</li><li>• Terra indígena</li><li>• Unidade de conservação</li></ul> |

Multicolinearidade e *concurvity*



GAM



AUC/ROC



Razão de possibilidade (odds ratio)

Fatores

Pacote `mgcv`, `ROCR` e `oddsratio` no R

Variáveis explicativas

# Resultados e discussão

**1**

**Visualização e análise  
exploratória**

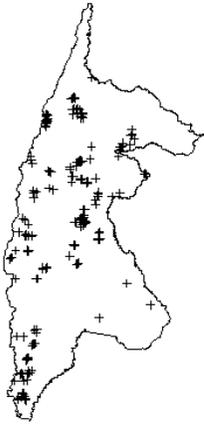
**2**

**Fatores associados a ocorrência  
de focos de queimadas**

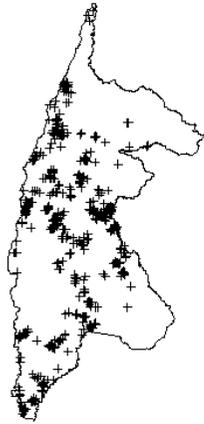
# 1

# Kernel adaptativo

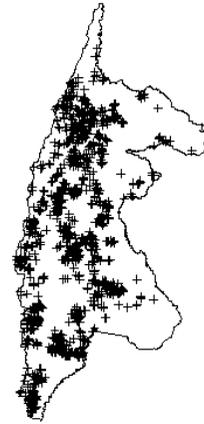
2015 n. focos = 212



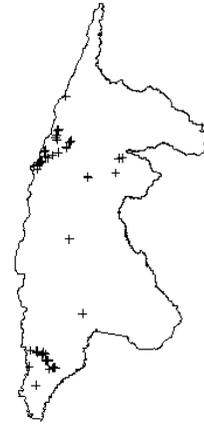
2016 n. focos = 523



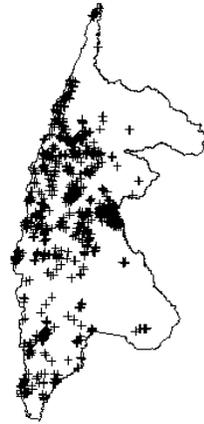
2017 n. focos = 1226



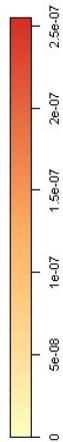
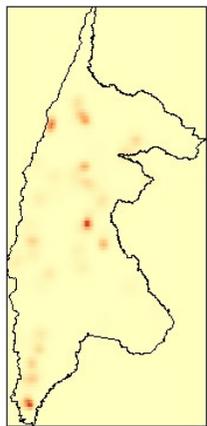
2018 n. focos = 57



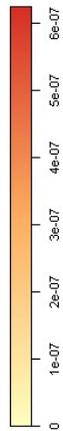
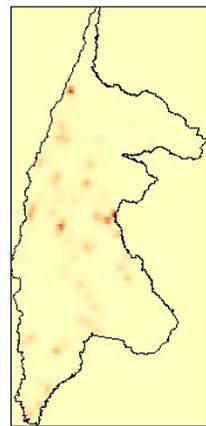
2019 n. focos = 919



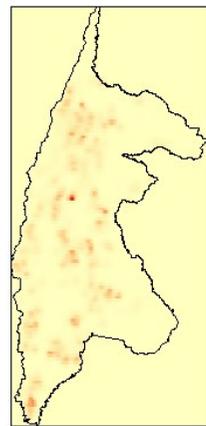
2015



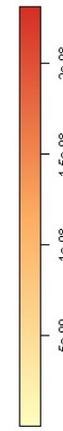
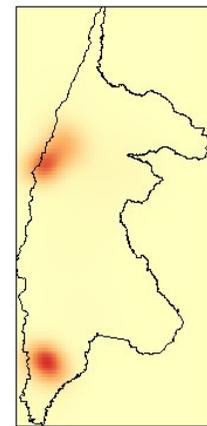
2016



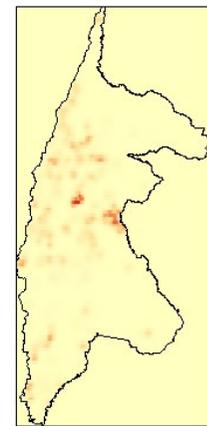
2017



2018



2019

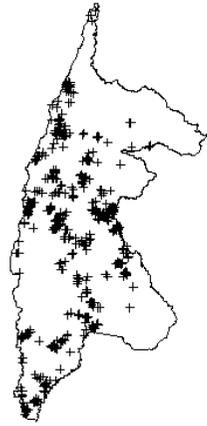


# 1 Função L

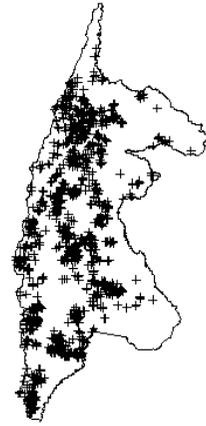
2015 n. focos = 212



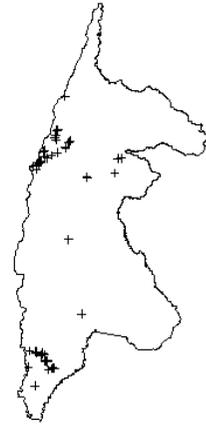
2016 n. focos = 523



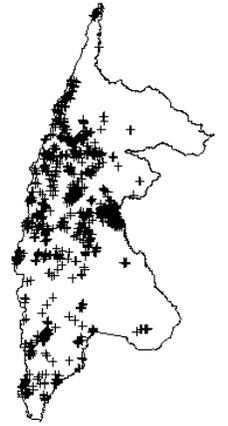
2017 n. focos = 1226



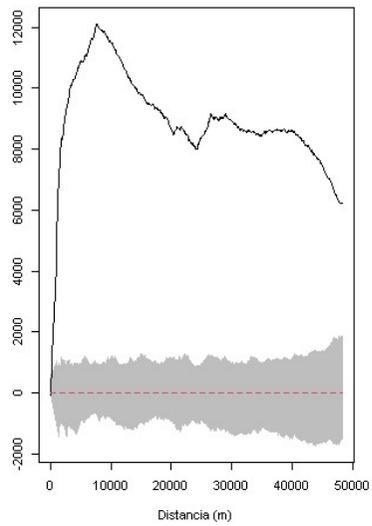
2018 n. focos = 57



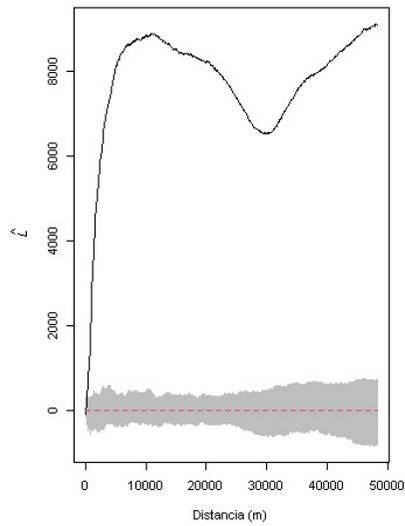
2019 n. focos = 919



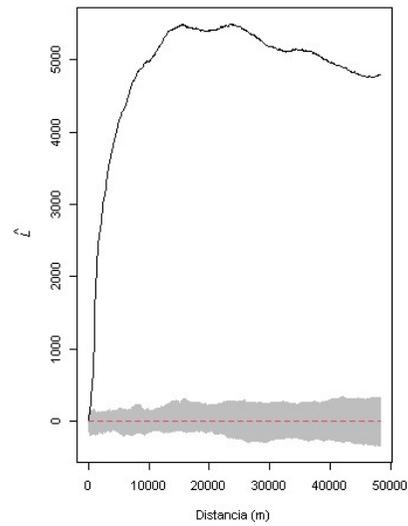
Função L



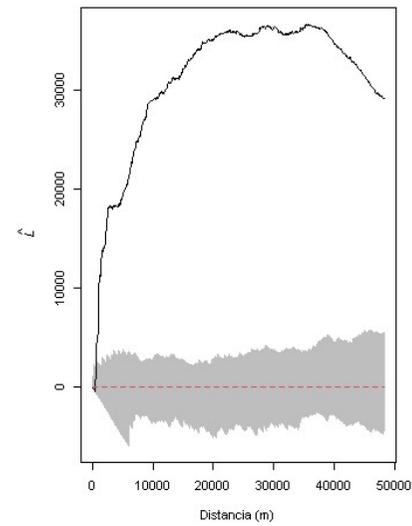
Função L



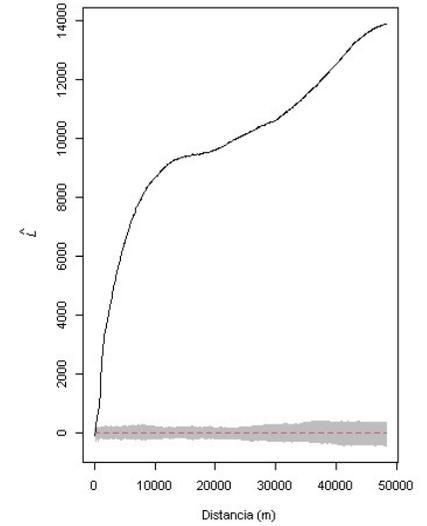
Função L



Função L



Função L



## 2 GAM – Ano 2015



- Formações florestais
- Unidades de conservação
- Distância de povoamentos

---

### Parametric coefficients

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	-0.7329	0.2922	-2.508	0.012145	*
Formação florestal	-1.9204	0.5519	-3.480	0.000502	***
Unidade de conservação	2.3479	0.8115	2.893	0.003812	**

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

---

### Approximate significance of smooth terms:

	edf	Ref.df	Chi.sq	p-value	
s(x,y)	21.837	25.639	63.73	4.56e-05	***
s(distâncias de povoamentos)	5.458	6.582	15.26	0.0265	*

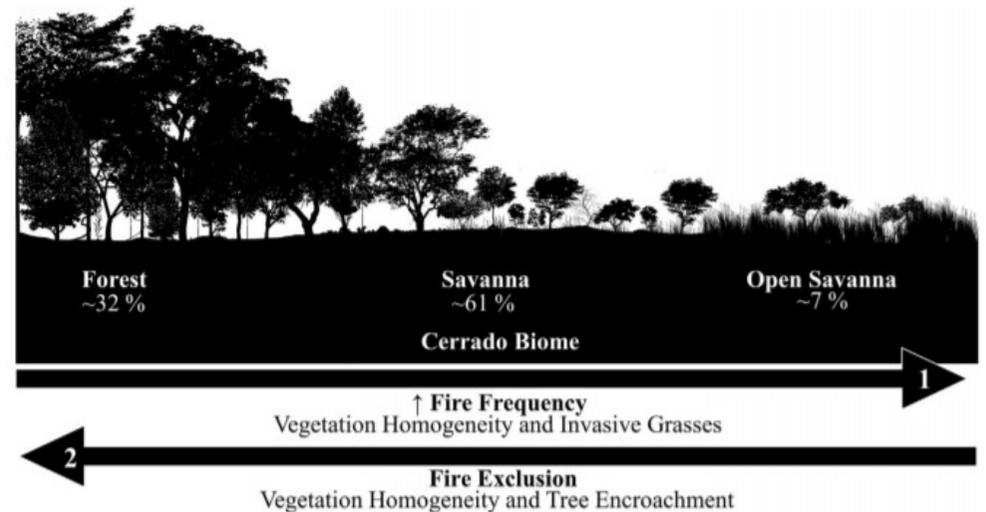
Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

---

AUC = 0.8034739 → Bom

## 2 GAM – Ano 2015

- Formações florestais
- Unidades de conservação
- Distância de povoaamentos



Parametric coefficients					
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	-0.7329	0.2922	-2.508	0.012145	*
Formação florestal	-1.9204	0.5519	-3.480	0.000502	***
Unidade de conservação	2.3479	0.8115	2.893	0.003812	**
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					
Approximate significance of smooth terms:					
	edf	Ref.df	Chi.sq	p-value	
s(x,y)	21.837	25.639	63.73	4.56e-05	***
s(distâncias de povoaamentos)	5.458	6.582	15.26	0.0265	*
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Gomes et al., 2018

## 2 GAM – Ano 2015



- Formações florestais
- Unidades de conservação
- Distância de povoamentos

Parque Nacional do Araguaia

---

Parametric coefficients	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	-0.7329	0.2922	-2.508	0.012145	*
Formação florestal	-1.9204	0.5519	-3.480	0.000502	***
Unidade de conservação	2.3479	0.8115	2.893	0.003812	**

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

---

Approximate significance of smooth terms:	edf	Ref.df	Chi.sq	p-value	
s(x,y)	21.837	25.639	63.73	4.56e-05	***
s(distâncias de povoamentos)	5.458	6.582	15.26	0.0265	*

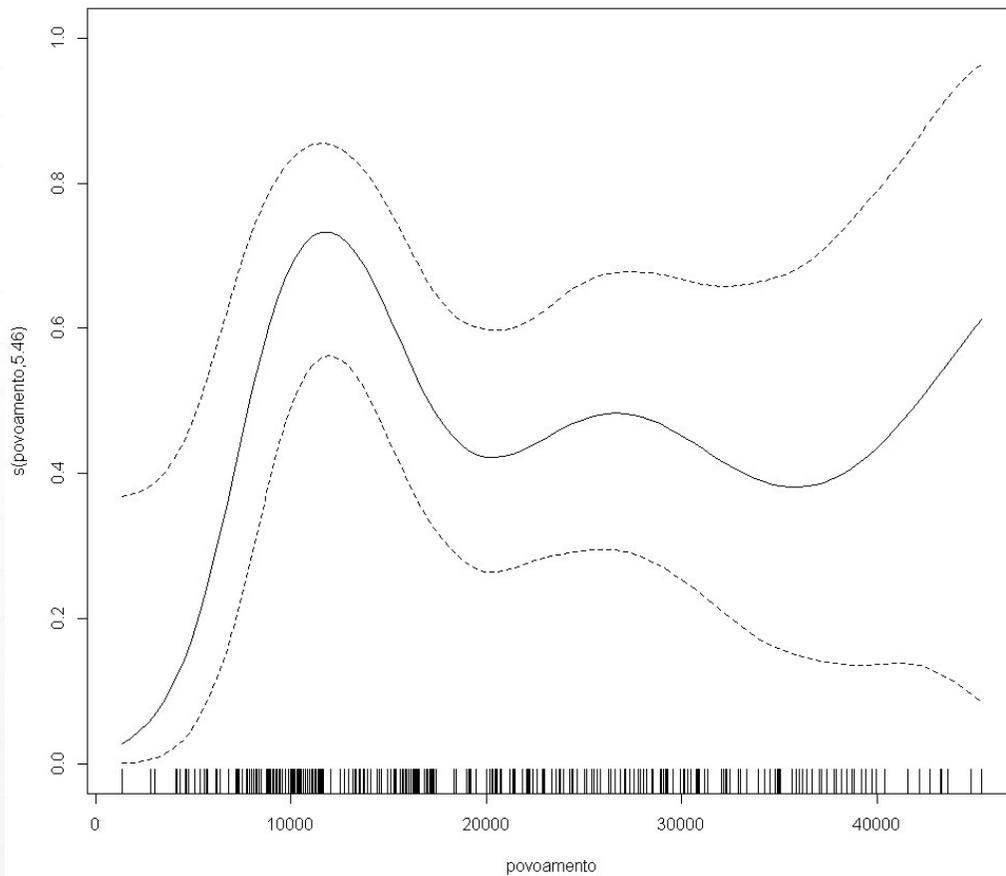
Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

---

## 2 GAM – Ano 2015



- Formações florestais
- Unidades de conservação
- Distância de povoaamentos



Variável	Odds Ratio
Unidade de Conservação	10.4638
Povoamento	1.000554
Formação florestal	0.1465481

## 2 GAM – Ano 2016

- Formações savânicas
- Distância de estradas

### Parametric coefficients

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	-0.3560	0.1321	-2.694	0.00705	**
Formação savânica	0.4699	0.1942	2.420	0.01554	*

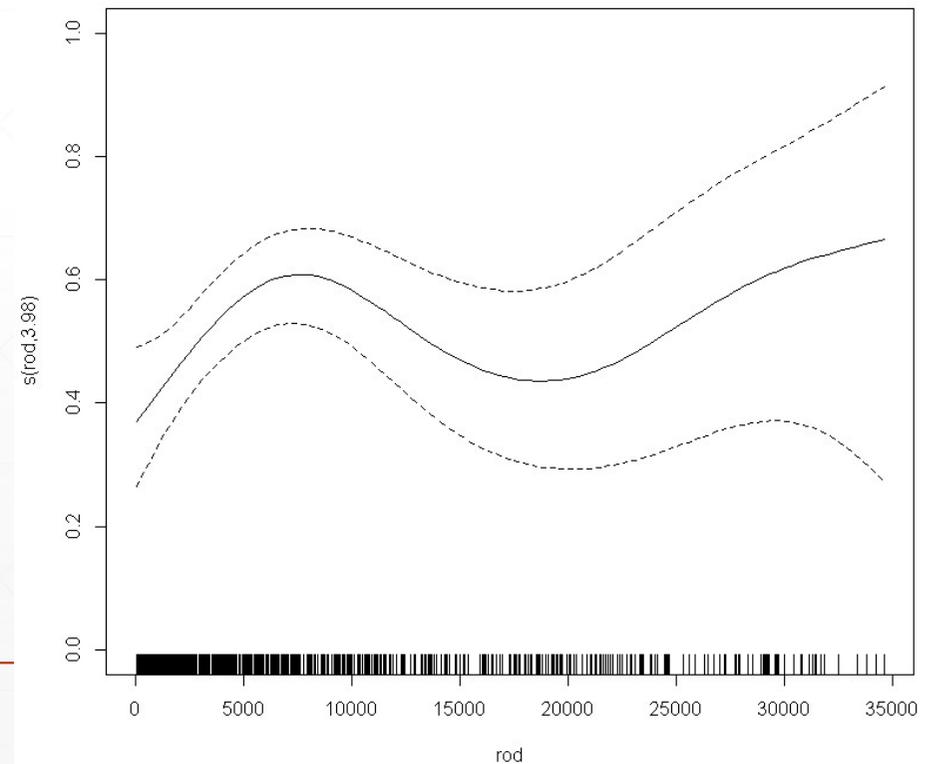
Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

### Approximate significance of smooth terms:

	edf	Ref.df	Chi.sq	p-value	
s(x,y)	20.533	24.889	102.32	<2e-16	***
s(distância de estradas)	3.977	4.935	12.02	0.0315	*

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

AUC = 0.8706486 → Bom



## 2 GAM – Ano 2016



- Formações savânicas
- Distância de estradas

Parametric coefficients					
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	-0.3560	0.1321	-2.694	0.00705	**
Formação savânica	0.4699	0.1942	2.420	0.01554	*
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					
Approximate significance of smooth terms:					
	edf	Ref.df	Chi.sq	p-value	
s(x,y)	20.533	24.889	102.32	<2e-16	***
s(distância de estradas)	3.977	4.935	12.02	0.0315	*
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Variável	Odds Ratio
Formações savânicas	1.599802
Distância de estradas	1.00019

## 2 GAM – Ano 2017



- Formações campestres
- Áreas queimadas no ano anterior
- Terra indígena
- Distância de estradas
- Distância de povoamento

Parametric coefficients					
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	-0.3614	0.1645	-2.197	0.0280	*
Formação campestre	0.6222	0.1495	4.161	3.17e-05	***
Área queimada no ano anterior (2016)	0.8530	0.2167	3.937	8.26e-05	***
Terra indígena	-0.6859	0.2931	2.340	0.0193	*
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					
Approximate significance of smooth terms:					
	edf	Ref.df	Chi.sq	p-value	
s(x,y)	26.859	28.573	224.59	<2e-16	***
s(distância de estradas)	7.292	8.304	45.67	<2e-16	***
s(distância de povoamentos)	3.722	4.675	18.37	0.00194	**
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

AUC = 0,850218 → Bom

## 2 GAM – Ano 2017



- Formações campestres
- Áreas queimadas no ano anterior
- Terra indígena
- Distância de estradas
- Distância de povoamento

Frequência de queimadas

Parametric coefficients					
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	-0.3614	0.1645	-2.197	0.0280	*
Formação campestre	0.6222	0.1495	4.161	3.17e-05	***
Área queimada no ano anterior (2016)	0.8530	0.2167	3.937	8.26e-05	***
Terra indígena	-0.6859	0.2931	2.340	0.0193	*
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					
Approximate significance of smooth terms:					
	edf	Ref.df	Chi.sq	p-value	
s(x,y)	26.859	28.573	224.59	<2e-16	***
s(distância de estradas)	7.292	8.304	45.67	<2e-16	***
s(distância de povoamentos)	3.722	4.675	18.37	0.00194	**
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

## 2 GAM – Ano 2017



- Formações campestres
- Áreas queimadas no ano anterior
- Terra indígena
- Distância de estradas
- Distância de povoamento

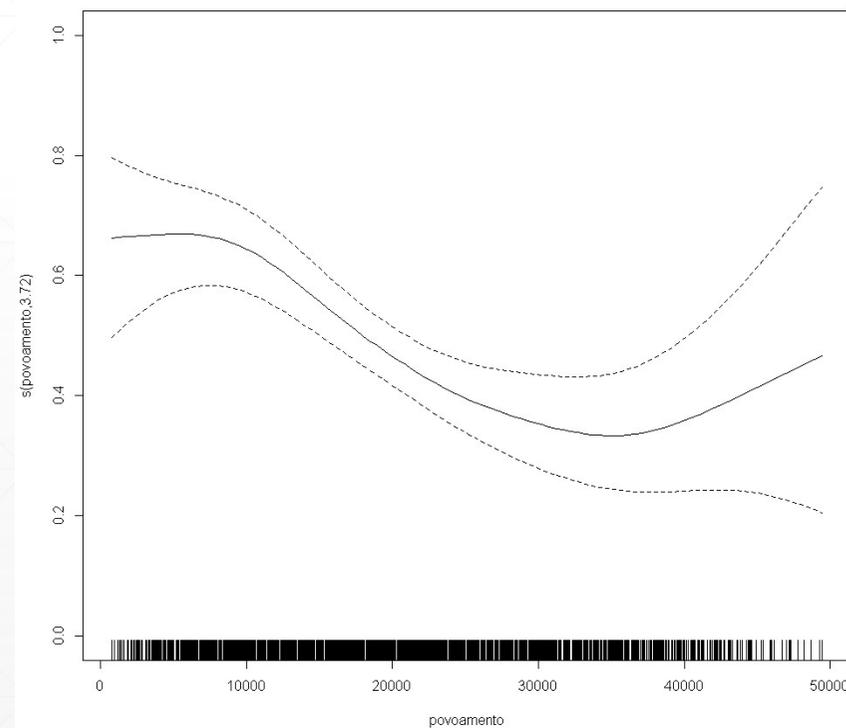
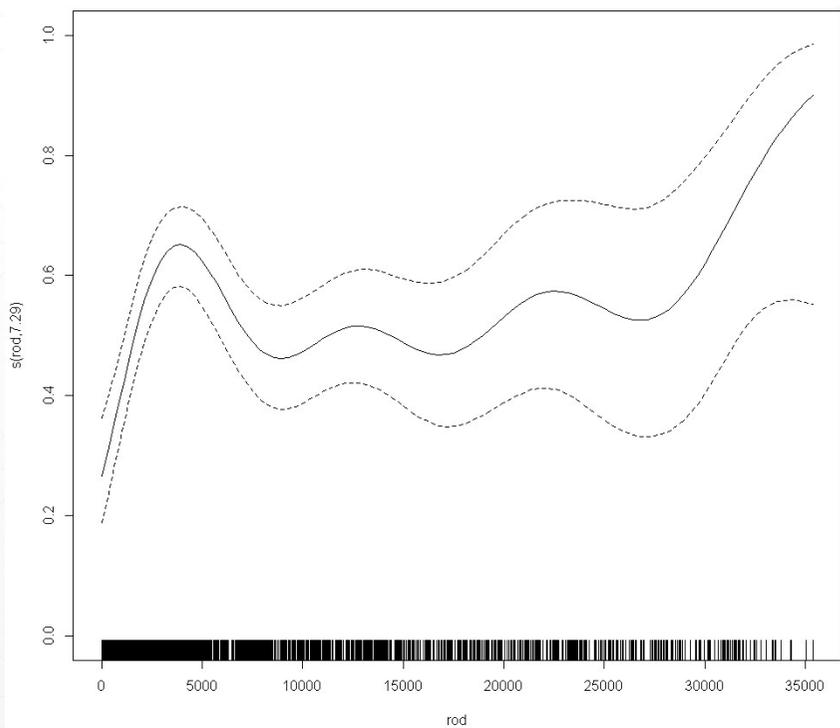
Use tradicional

Parametric coefficients					
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	-0.3614	0.1645	-2.197	0.0280	*
Formação campestre	0.6222	0.1495	4.161	3.17e-05	***
Área queimada no ano anterior (2016)	0.8530	0.2167	3.937	8.26e-05	***
Terra indígena	-0.6859	0.2931	2.340	0.0193	*
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					
Approximate significance of smooth terms:					
	edf	Ref.df	Chi.sq	p-value	
s(x,y)	26.859	28.573	224.59	<2e-16	***
s(distância de estradas)	7.292	8.304	45.67	<2e-16	***
s(distância de povoamentos)	3.722	4.675	18.37	0.00194	**
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

## 2 GAM – Ano 2017



- Formações campestres
- Áreas queimadas no ano anterior
- Terra indígena
- Distância de estradas
- Distância de povoamento



## 2 GAM – Ano 2017

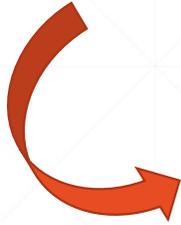


- Formações campestres
- Áreas queimadas no ano anterior
- Terra indígena
- Distância de estradas
- Distância de povoamento

Parametric coefficients					
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	-0.3614	0.1645	-2.197	0.0280	*
Formação campestre	0.6222	0.1495	4.161	3.17e-05	***
Área queimada no ano anterior (2016)	0.8530	0.2167	3.937	8.26e-05	***
Terra indígena	-0.6859	0.2931	2.340	0.0193	*
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					
Approximate significance of smooth terms:					
	edf	Ref.df	Chi.sq	p-value	
s(x,y)	26.859	28.573	224.59	<2e-16	***
s(distância de estradas)	7.292	8.304	45.67	<2e-16	***
s(distância de povoamentos)	3.722	4.675	18.37	0.00194	**
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Variável	Odds Ratio
Áreas queimadas no ano anterior	2.346694
Formações campestre	1.863085
Distância de estradas	1.000654
Distância de povoamento	1.000009
Terra indígena	0.503652

## 2 GAM – Ano 2018



- Nenhuma das variáveis selecionadas apresentaram significância

Parametric coefficients				
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
(Intercept)	-2.001e+01	5.667e+05	0	1
Formação campestre	-1.462e+01	4.068e+05	0	1
Formação florestal	2.544e+01	7.447e+05	0	1
Área com pastagem	-1.798e+01	1.198e+06	0	1
Assentamentos	-1.837e+03	4.834e+07	0	1
Propriedade privada	1.051e+02	1.244e+06	0	1
Unidade de conservação	-4.963e+00	8.203e+05	0	1
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1				
Approximate significance of smooth terms:				
	edf	Ref.df	Chi.sq	p-value
s(x,y)	28.85	28.963	0	1
s(declividade)	1.00	1.001	0	1
s(orientação do terreno)	5.89	6.669	0	1
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1				

## 2 GAM – Ano 2019



- Formação campestre
- Assentamentos
- Distância de povoamentos
- Distância de estradas

---

Parametric coefficients

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	-0.8676	0.1775	-4.887	1.02e-06	***
Formação campestre	1.2195	0.1821	6.698	2.11e-11	***
Assentamentos	-1.6453	0.5745	-2.864	0.00419	**

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

---

Approximate significance of smooth terms:

	edf	Ref.df	Chi.sq	p-value	
s(x,y)	24.71	27.391	222.408	<2e-16	***
s(distância de estradas)	1.00	1.001	5.690	0.0171	*
s(distância de povoamentos)	1.00	1.000	4.295	0.0382	*

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

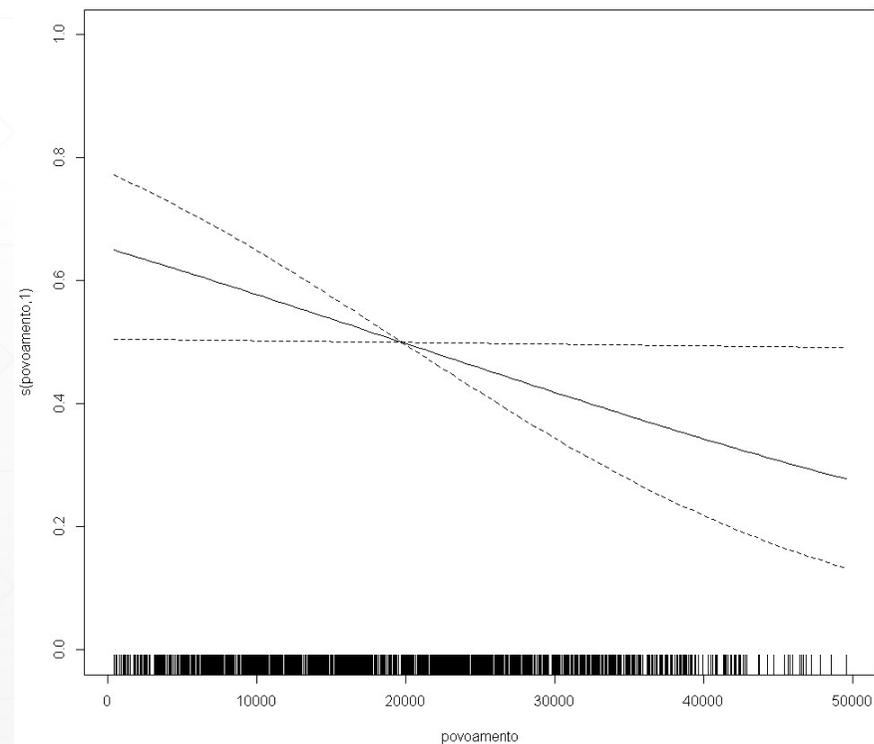
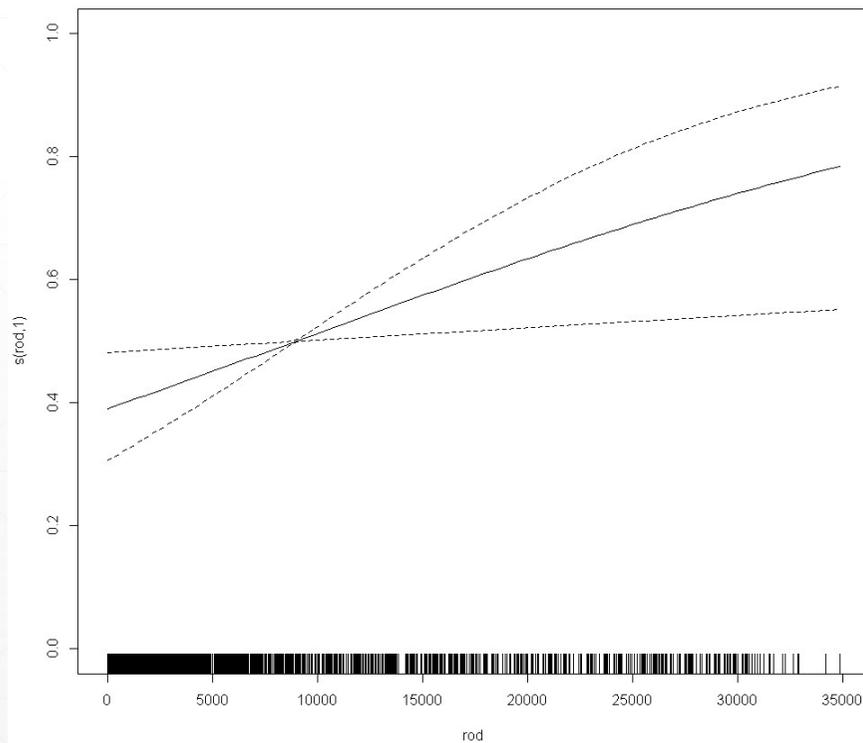
---

AUC = 0.8848442 → Bom

## 2 GAM – Ano 2019



- Formação campestre
- Assentamentos
- Distância de povoaamentos
- Distância de estradas



## 2 GAM – Ano 2019



- Formação campestre
- Assentamentos
- Distância de povoamentos
- Distância de estradas

Parametric coefficients					
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	-0.8676	0.1775	-4.887	1.02e-06	***
Formação campestre	1.2195	0.1821	6.698	2.11e-11	***
Assentamentos	-1.6453	0.5745	-2.864	0.00419	**
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					
Approximate significance of smooth terms:					
	edf	Ref.df	Chi.sq	p-value	
s(x,y)	24.71	27.391	222.408	<2e-16	***
s(distância de estradas)	1.00	1.001	5.690	0.0171	*
s(distância de povoamentos)	1.00	1.000	4.295	0.0382	*
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Variável	Odds Ratio
Formação campestre	3.38552
Distância de estradas	1.00005
Distância de povoamentos	0.9999679
Assentamentos	0.1929474

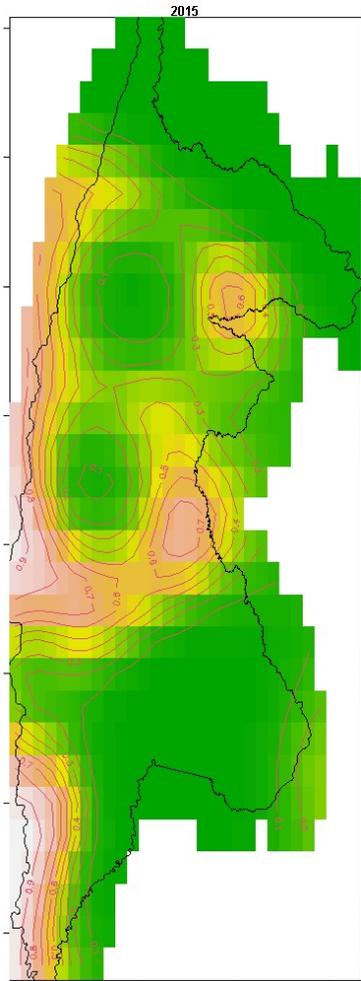
# Fatores associados a ocorrência de focos de queimadas

(Pium\TO, Formoso do Araguaia\TO, Lagoa da Confusão\TO)

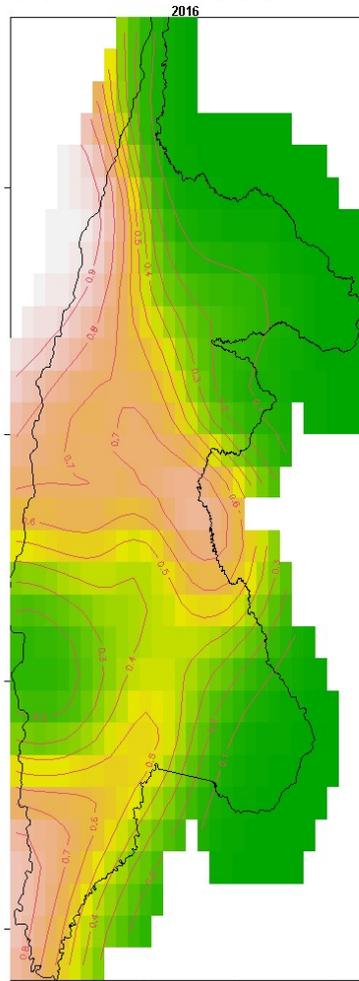
	2015	2016	2017	2018	2019
Formações florestais	●				
Formações savânicas		●			
Formações campestres			●		●
Área queimada no ano anterior			●		
Unidade de Conservação	●				
Terra Indígena			●		
Assentamentos					●
Distancia de estradas		●	●		●
Distância de povoaamentos	●		●		●

# Modelos de probabilidade de ocorrência de focos de queimadas

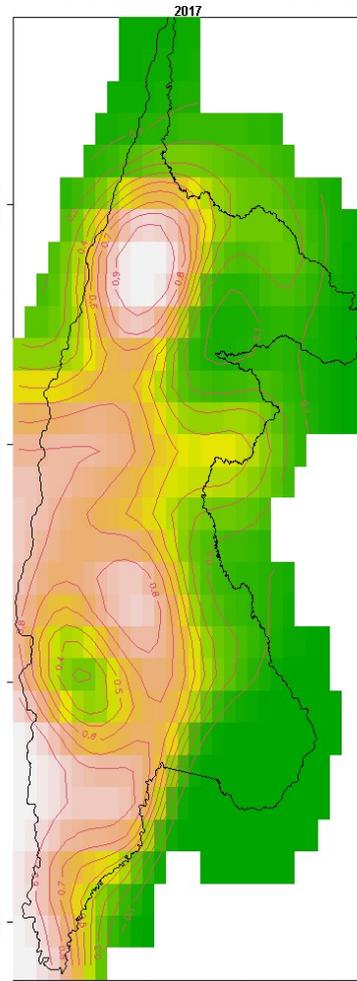
2015



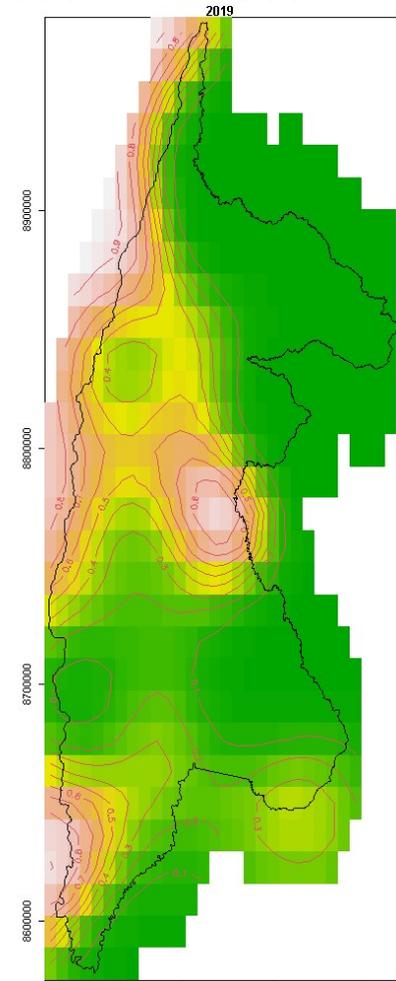
2016



2017



2019



## Conclusões

- A distribuição dos focos de queimadas no final da época seca formam um padrão no espaço?
- Quais os fatores que estão associados a esses focos de queimadas?

## Conclusões

- A distribuição dos focos de queimadas no final da época seca formam um padrão no espaço?



Agrupados  
Dependência espacial

- Quais os fatores que estão associados a esses focos de queimadas?

## Conclusões

- A distribuição dos focos de queimadas no final da época seca formam um padrão no espaço?



Agrupados  
Dependência espacial

- Quais os fatores que estão associados a esses focos de queimadas?



Fitofisionomias do Cerrado  
Atividades humanas