

# A CLASSIFICAÇÃO DE “FRONTEIRAS” COMO METODOLOGIA PARA O DIAGNÓSTICO DE RELAÇÕES ESPACIAIS LOCAIS DO DESMATAMENTO

---

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
Curso de Análise Espacial de Dados Geográficos

Renata Maciel Ribeiro



- Histórico do Desmatamento
- Heterogeneidade Espacial



**Ações para  
ocupação e  
desenvolvimento**

(Fearnside, 1986)

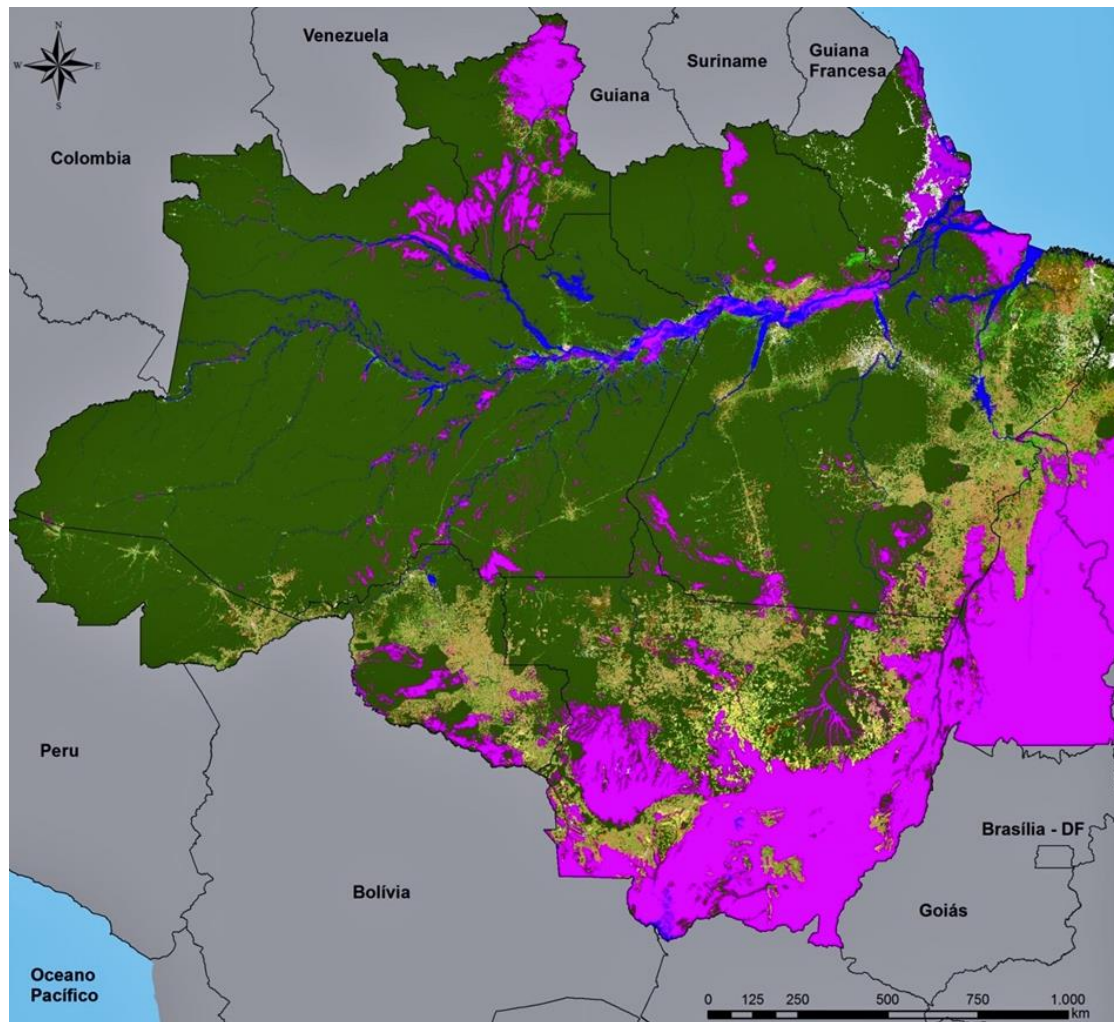
**Expansão das  
atividades  
agropecuárias**

(Margulis, 2003)

**Interesse do  
mercado  
internacional em  
produtos de  
exportação**

(Richards e VanWey, 2015)

- Histórico do Desmatamento
- Heterogeneidade Espacial



(Programa TerraClass, INPE (2014))

Investigar as **relações** entre diferentes **padrões de desmatamento** e configurações de **uso da terra**, com base no **desmatamento acumulado** e classes de fronteiras estabelecidas por Rodrigues (2009) a fim de testar a metodologia como uma forma de detectar processos de **dependência espacial**.

- Classes de *Fronteira de Desmatamento* (Rodrigues, 2009)

Descritas de **A a G**, onde cada letra representa a posição relativa do desmatamento em relação a duas variáveis: **“extensão do desmatamento”** e **“atividade do desmatamento”**.

*Extensão* - porcentagem de área desmatada acumulada em relação a cobertura florestal em uma determinada unidade espacial.

*Atividade* - porcentagem de área desmatada em três anos na mesma unidade espacial.

Introdução

Objetivos

**Fundamentação**

Metodologia

Resultados

Considerações Finais

---

**Classes**

**Característica**

**Descrição**

**A e B**

Pré-Fronteira

Área desmatada limitada e baixa atividade de desmatamento.

**C, D e E**

Fronteira ativa

Área desmatada crescente e alta atividade de desmatamento.

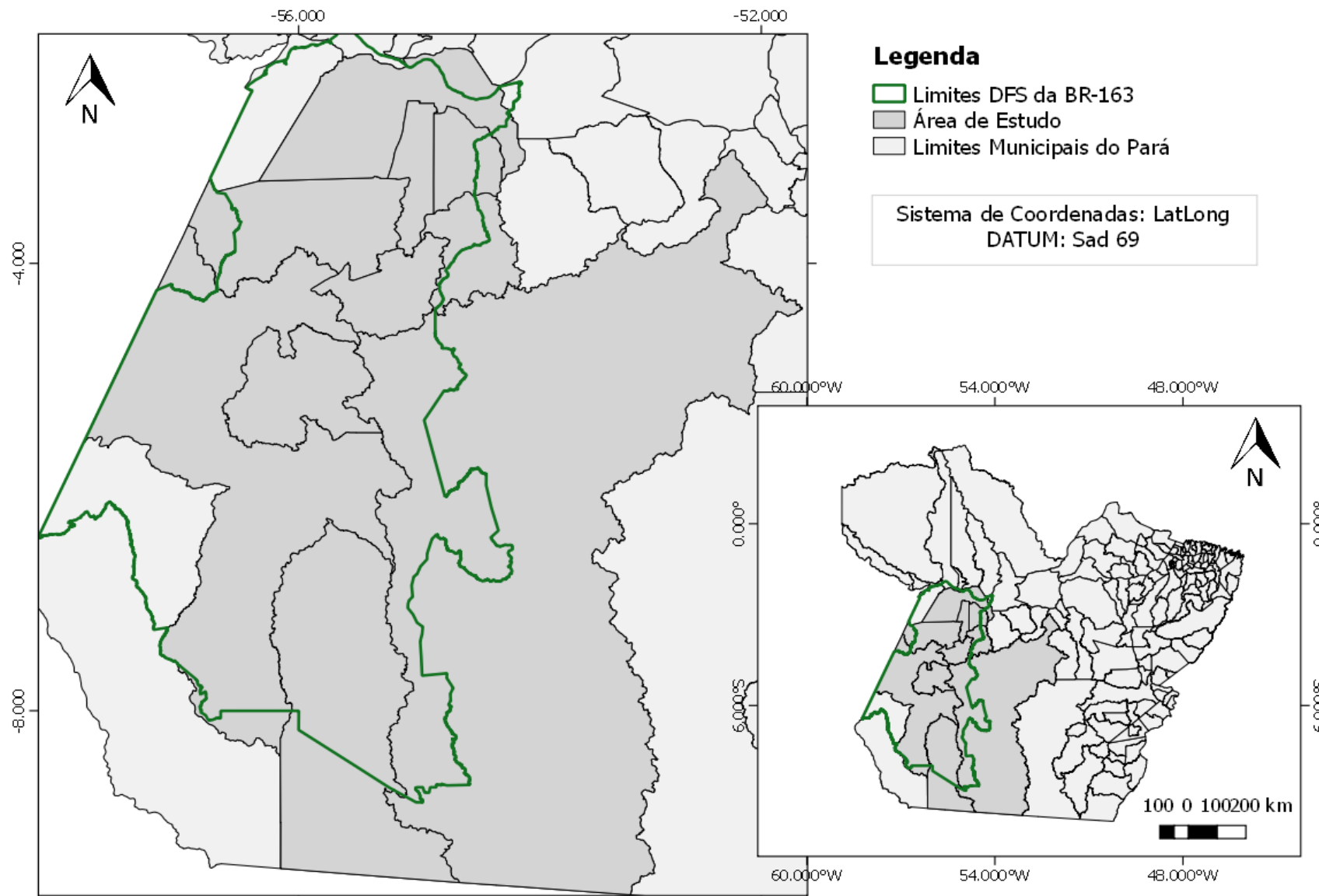
**G e F**

Pós-Fronteira

Grande extensão de áreas desmatadas e baixa atividade de desmatamento.

## Área de Estudo

- Municípios que compõem o DFS (BR 163)
- Oeste do Pará



## Dados de Entrada:

- Programa de Avaliação do Desflorestamento na Amazônia Legal (PRODES – INPE)

Taxa de desmatamento anual (2008,  
2009 e 2010)



Desmatamento acumulado  
(até 2010)

- Programa Terraclass (INPE)

Mapeamento de uso e cobertura da Terra (2014)

Introdução

Objetivos

Fundamentação

**Metodologia**

Resultados

Considerações Finais

Dados de desmatamento  
(Taxa e acumulado)

- Porcentagem de desmatamento acumulado (2010)
- Porcentagem de desmatamento total em três anos (2008, 2009 e 2010)

Mapeamento de uso do solo

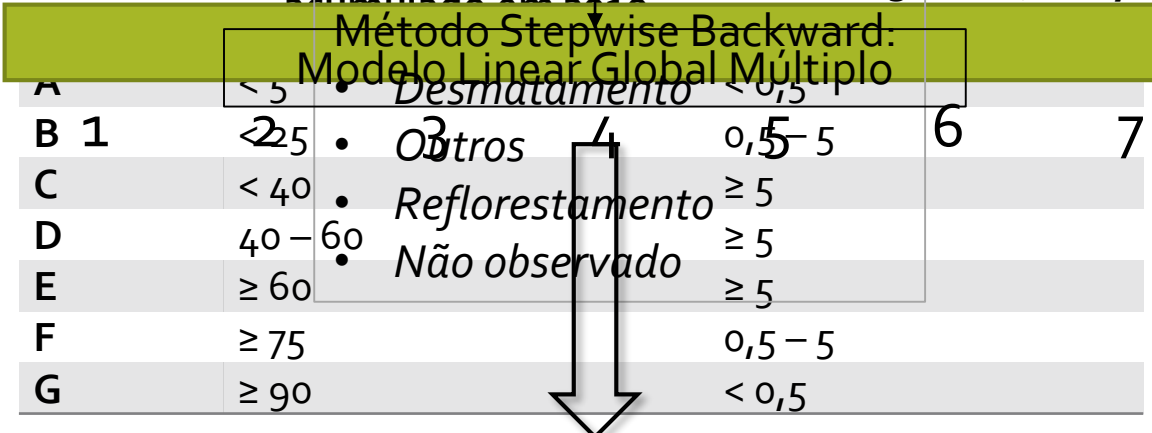
- Porcentagem de cada classe na célula:
- *Agricultura anual*
- *Desmatamento*
- *Pasto com solo exposto*
- *Pasto limpo*
- *Pasto sujo*
- *Regeneração com pasto*
- *Área urbana*
- *Matéria orgânica*
- *Floresta*
- *Hidrografia*
- *Vegetação Secundária*
- *Mosaico de Ocupações*
- *Outros*

Desagregação no plano celular (25 km<sup>2</sup>)

Estabelecimento das classes de fronteira

Classes	Extensão do Desmatamento (%) - acumulado em 3 anos	Atividade de Desmatamento (%) - total em 3 anos (2008, 2009 e 2010)
A	< 5	< 0,5
B	5 - 25	0,5 - 5
C	< 40	≥ 5
D	40 - 60	≥ 5
E	≥ 60	≥ 5
F	≥ 75	0,5 - 5
G	≥ 90	< 0,5

Estágios de Fronteira



- **Modelo Linear Global Múltiplo**

$$y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_px_p + \varrho$$

O modelo de regressão linear tem como objetivo prever a **relação linear entre a variável dependente e as variáveis explicativas**, para isso, necessita-se que os dados obedecem a alguns pressupostos (independência, homocedasticidade e normalidade).

## Distribuição das Classes De Fronteira

### Gráficos de dispersão:

Classe A – Floresta

Classe B – Floresta

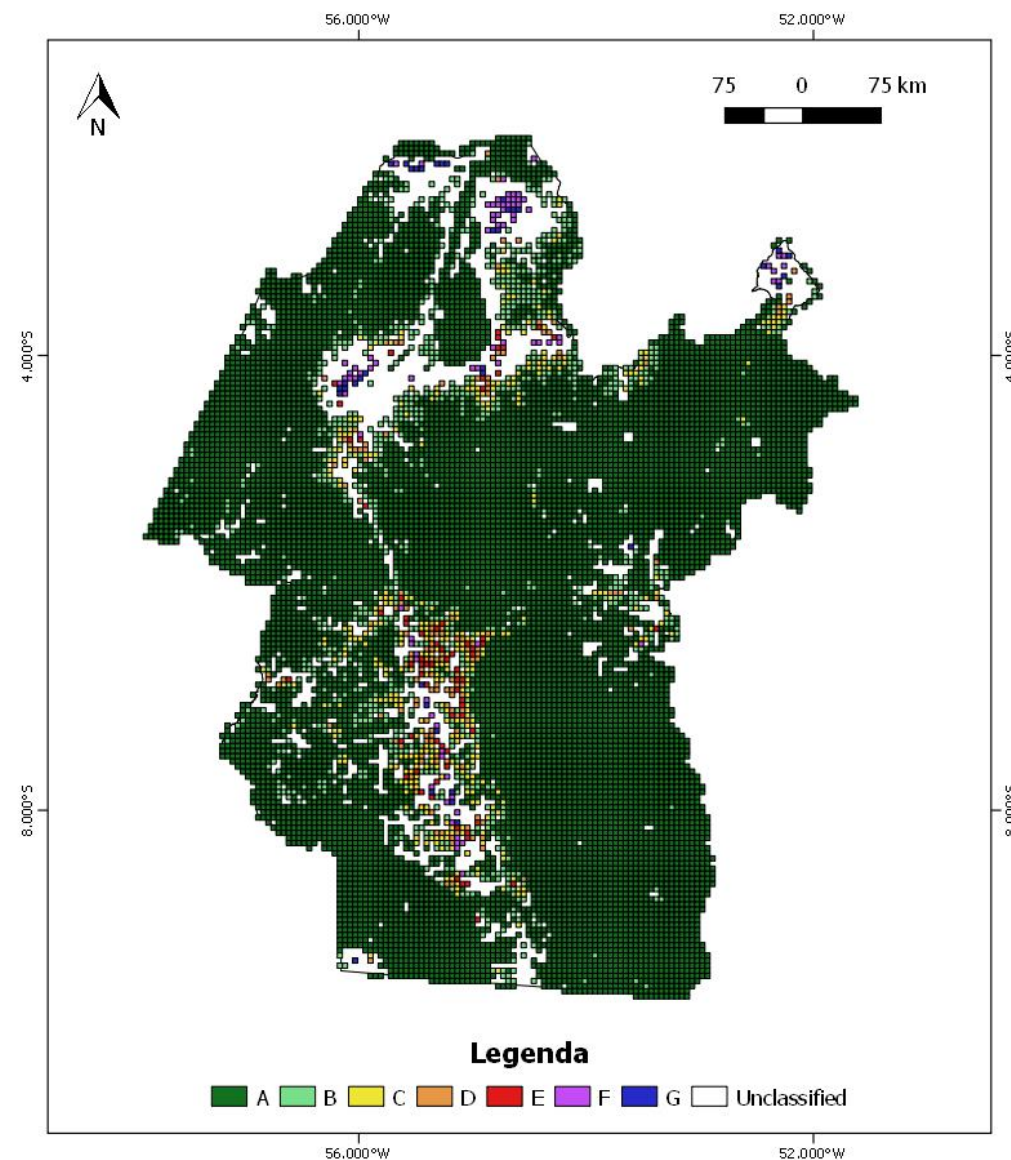
Classe C – Pasto e Floresta

Classe D – Pasto e Floresta

Classe E – Pasto

Classe F- Pasto

Classe G – Pasto e Vegetação Secundária



- **Regressão Linear Múltipla**

Y – desmatamento acumulado

X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>...X<sub>n</sub> – classes de uso significativas

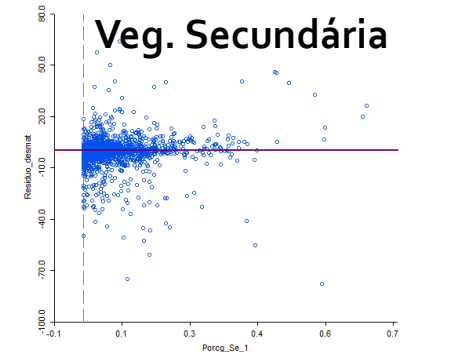
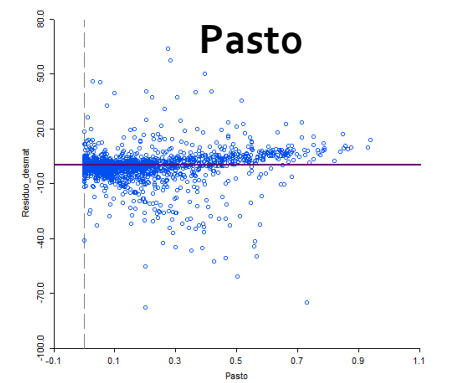
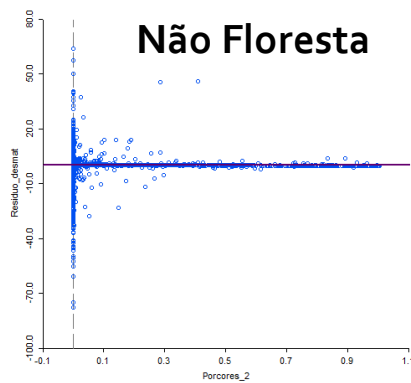
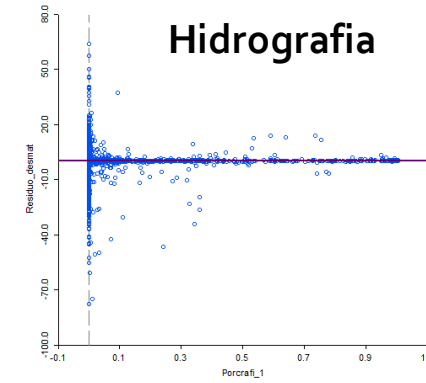
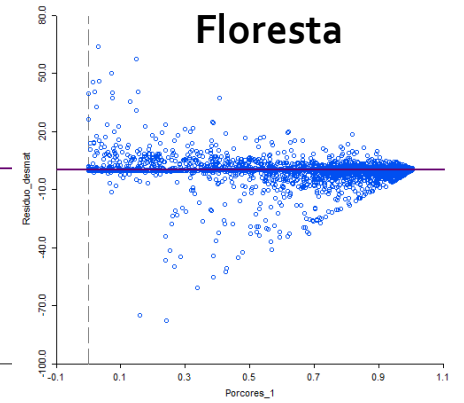
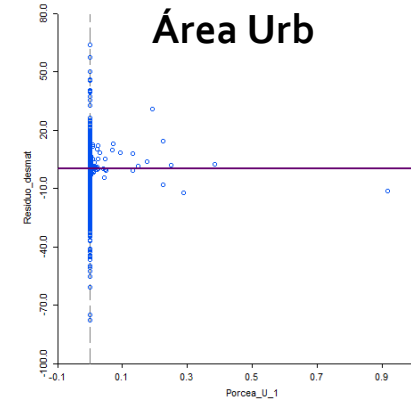
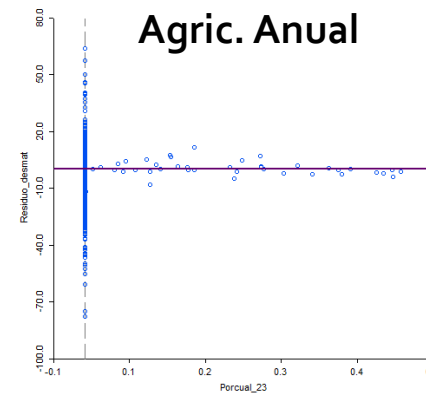
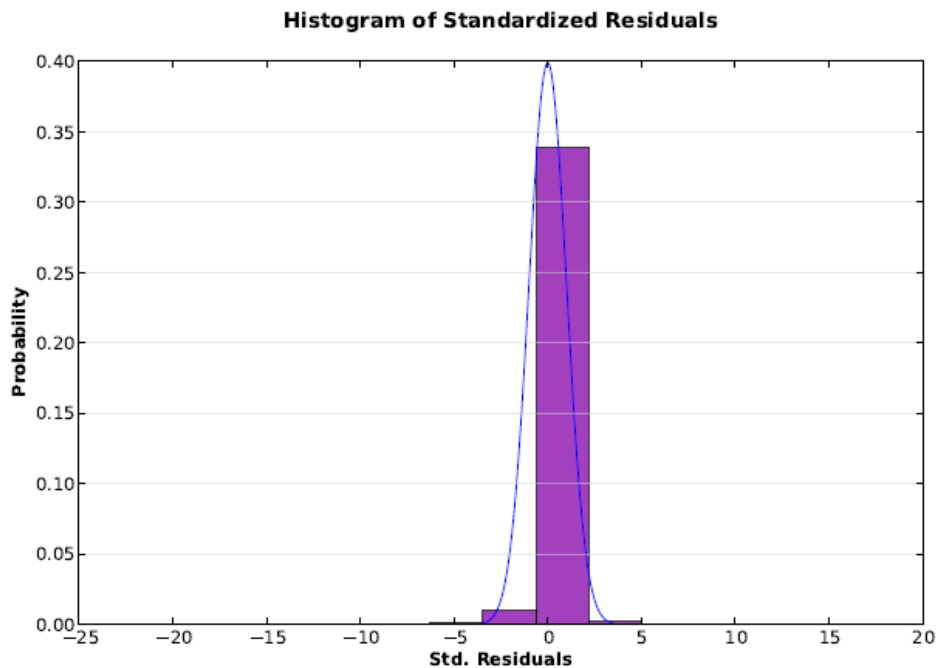
- *Floresta*
- *Não Floresta*
- *Vegetação Secundária*
- *Hidrografia*
- *Agricultura Anual*
- *Pasto*
- *Área Urbana*

$R^2 = 0.91$   
Akaike = 72753.3

Testes	P-Valor
Jaque-Bera	Aceita Ho
Koenker-Bassett Breusch-Pagan	Aceita Ho

- Análise dos Resíduos

$Y =$  desmatamento acumulado



- **Regressão Linear Múltipla**

Y – estágios de fronteira

X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>...X<sub>n</sub> – classes de uso significativas

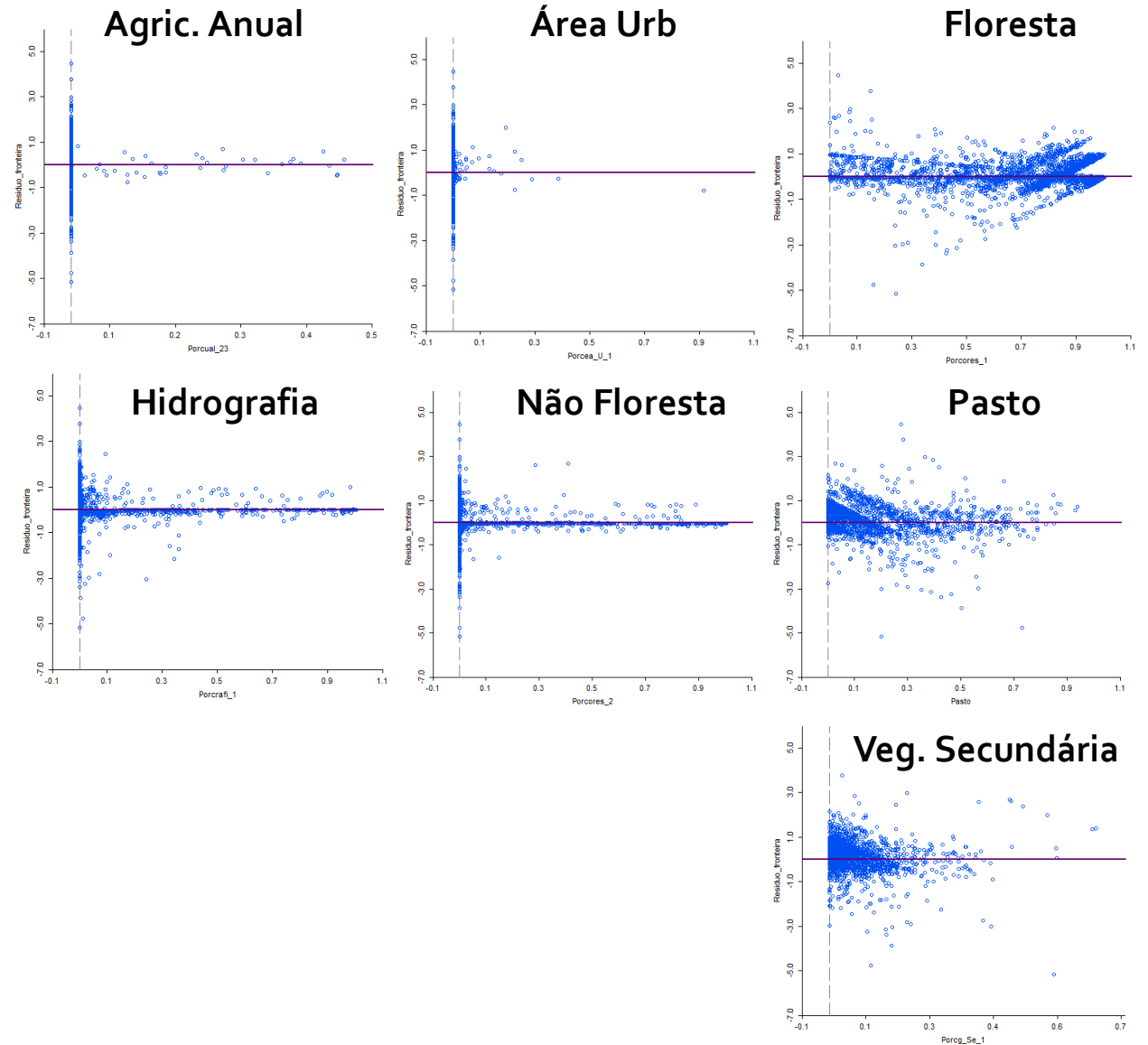
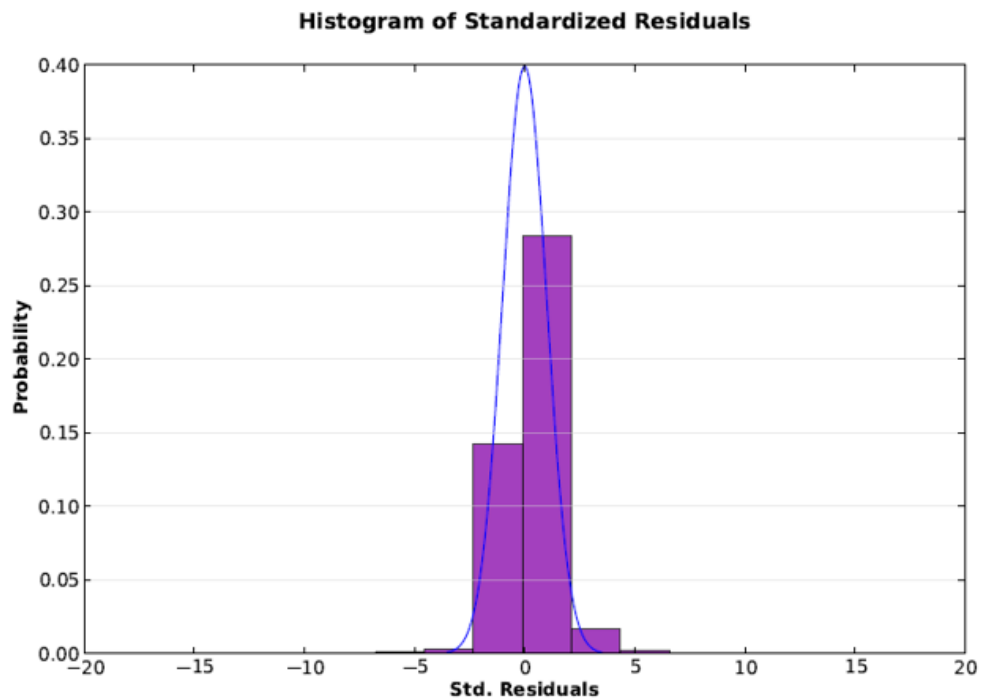
- *Floresta*
- *Não Floresta*
- *Vegetação Secundária*
- *Hidrografia*
- *Agricultura Anual*
- *Pasto*
- *Área Urbana*

$R^2 = 0.88$   
Akaike = 4946.96

Testes	P-Valor
Jaque-Bera	Aceita Ho
Koenker-Bassett Breusch-Pagan	Aceita Ho

- Análise dos Resíduos

$Y =$  estágios de fronteira



- **Como as classes de fronteira podem auxiliar na identificação de caminhos para o tratamento da dependência espacial?**
- **De que forma a regressão linear múltipla associada às classes de fronteira pode auxiliar na identificação de variáveis com autocorrelação espacial?**

Introdução

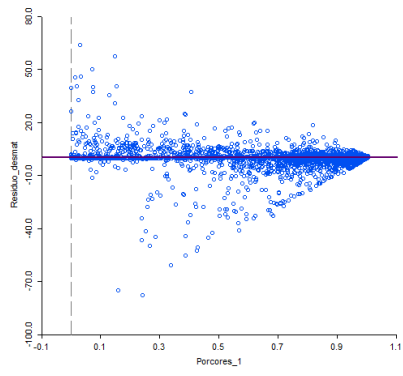
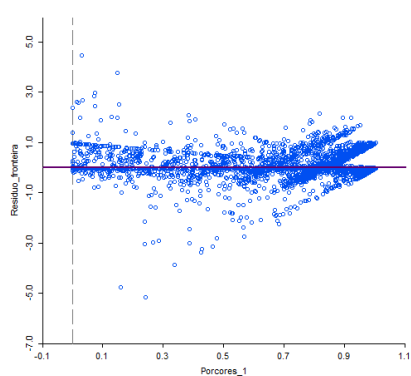
Objetivos

Fundamentação

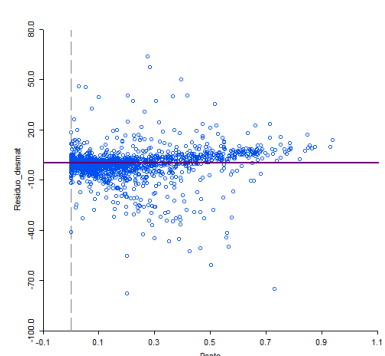
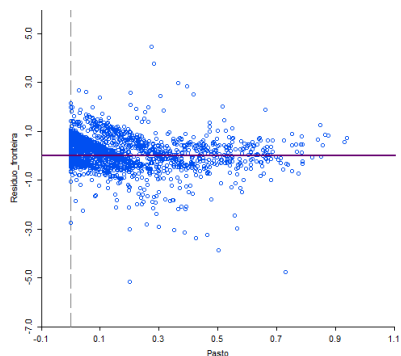
Metodologia

Resultados

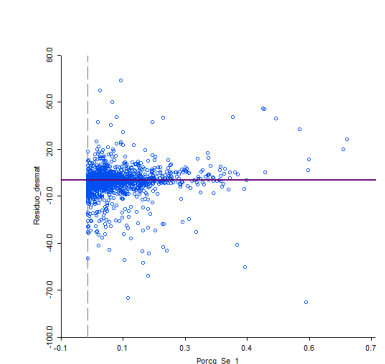
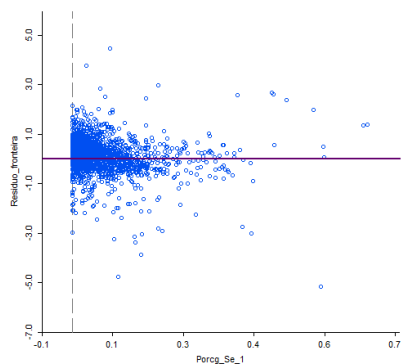
Considerações Finais



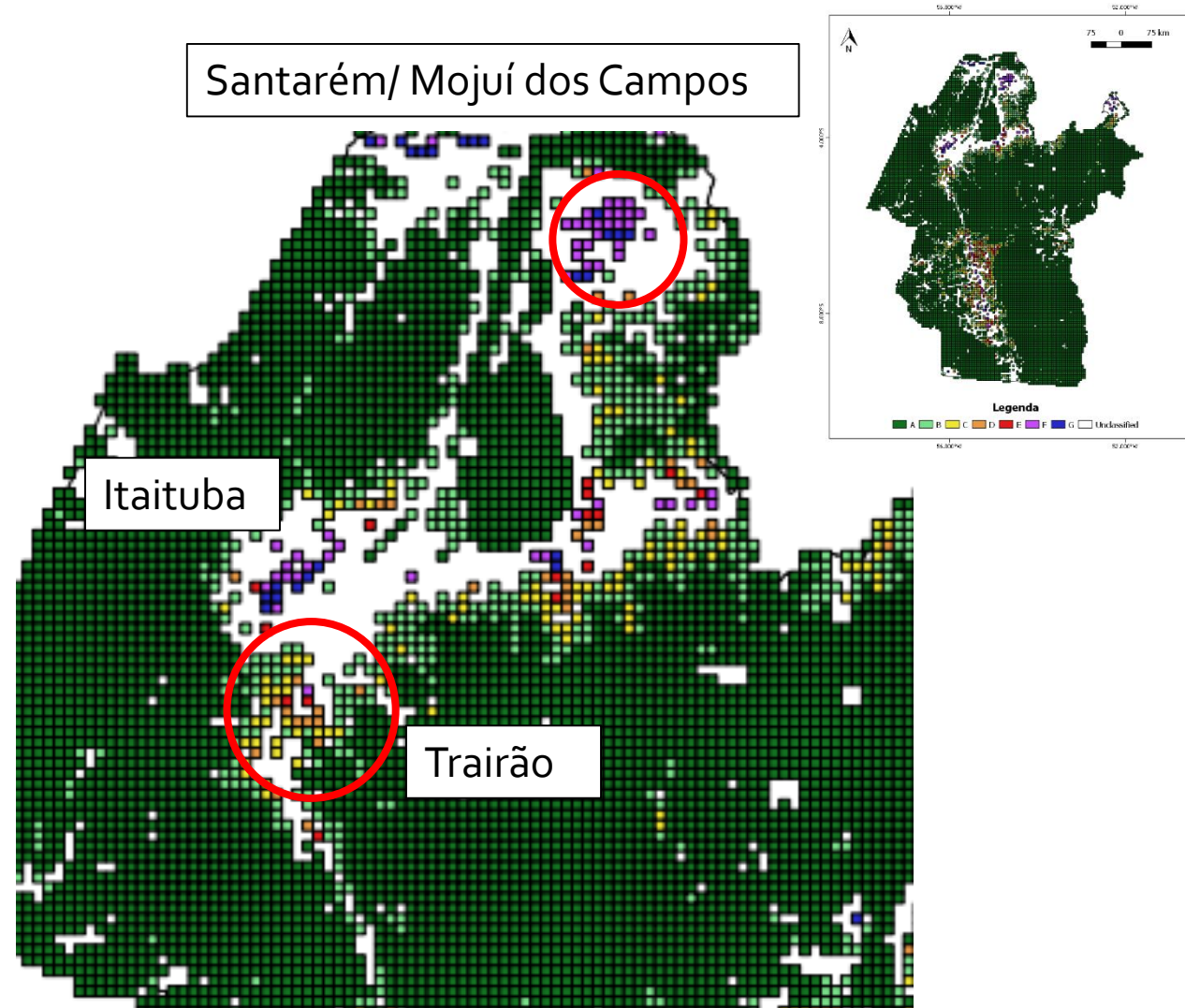
Floresta



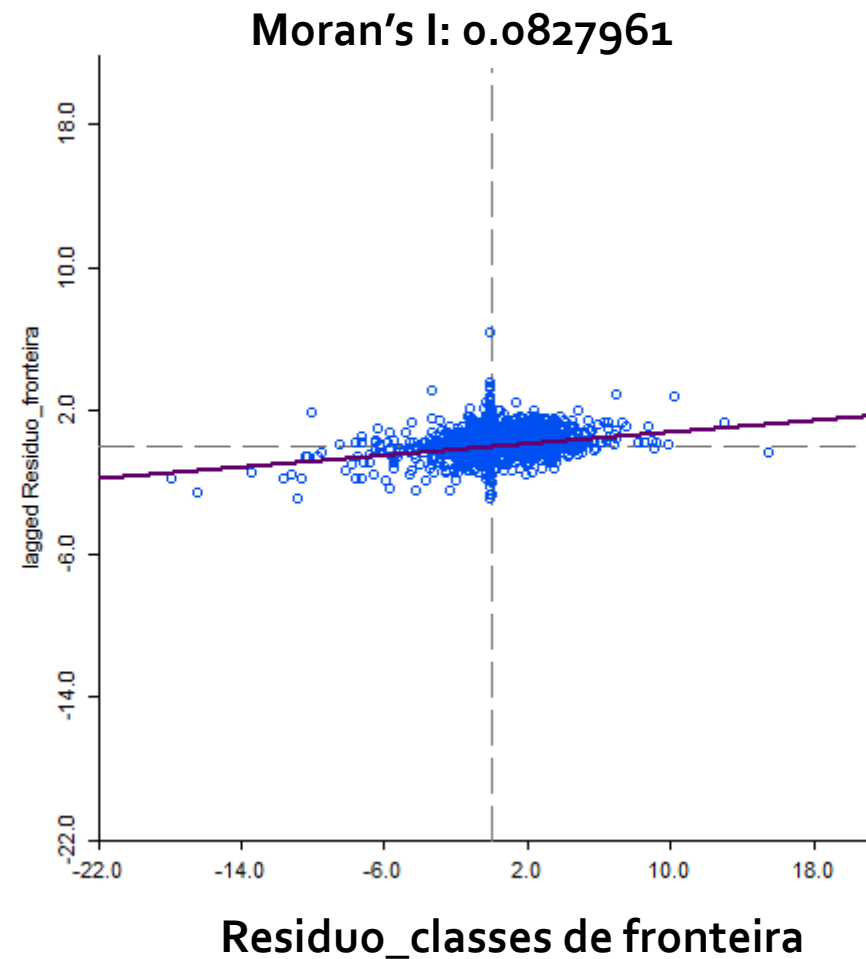
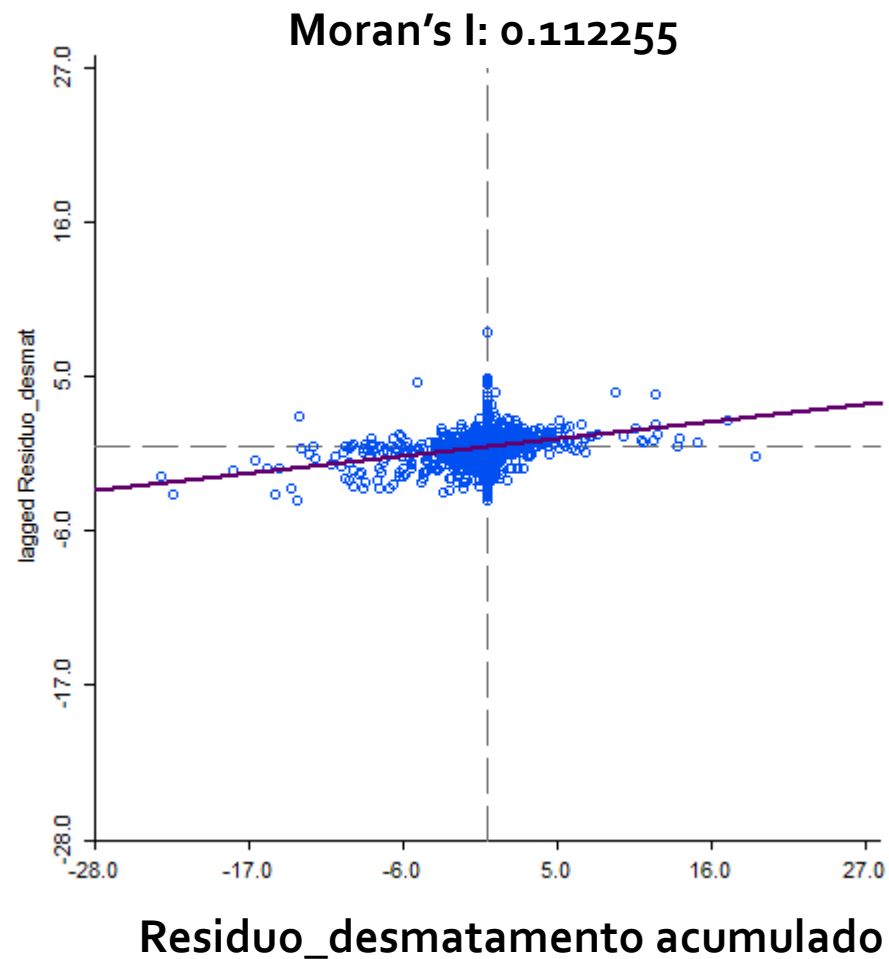
Pasto



Veg Secundária



- Índice de Autocorrelação Espacial Global (I de Moran)



- A análise permitiu identificar uma pequena **melhora na dependência espacial** a partir da regionalização do desmatamento com base nas **classes de fronteira**;
- O estudo exploratório se mostrou eficaz para investigações posteriores baseadas em **modelos de coeficientes locais**, visto que foi possível identificar associações locais a partir dos resultados obtidos na classificação de fronteiras;
- Pôde-se identificar que a **não estacionariedade** observada no gráfico de dispersão dos resíduos em relação a **algumas variáveis explicativas** das regressões mostrou a existência de dependência espacial, e estas **condisseram com as classes de uso** mapeadas na análise exploratória como as mais significativas na composição das classes de fronteira estabelecidas na área de estudo.

- **Sugestões para próximos trabalhos:**
- Análise e proposta de correção de falha metodológica de Rodrigues (2009) para estabelecimento das fronteiras a partir da criação de novos limiares que contemplem as faixas de transição entre as classes;
- A fim de constatar a dependência espacial local detectada, torna-se indispensável a aplicação de modelo espacial de coeficientes locais a fim de mapear a relação entre variáveis levando-se em consideração seus aspectos de autocorrelação espacial local conforme discutida na literatura básica do trabalho (Oliveira e Almeida, 2009; Aguiar et al., 2007).



**Obrigada!**

renata@dpi.inpe.br