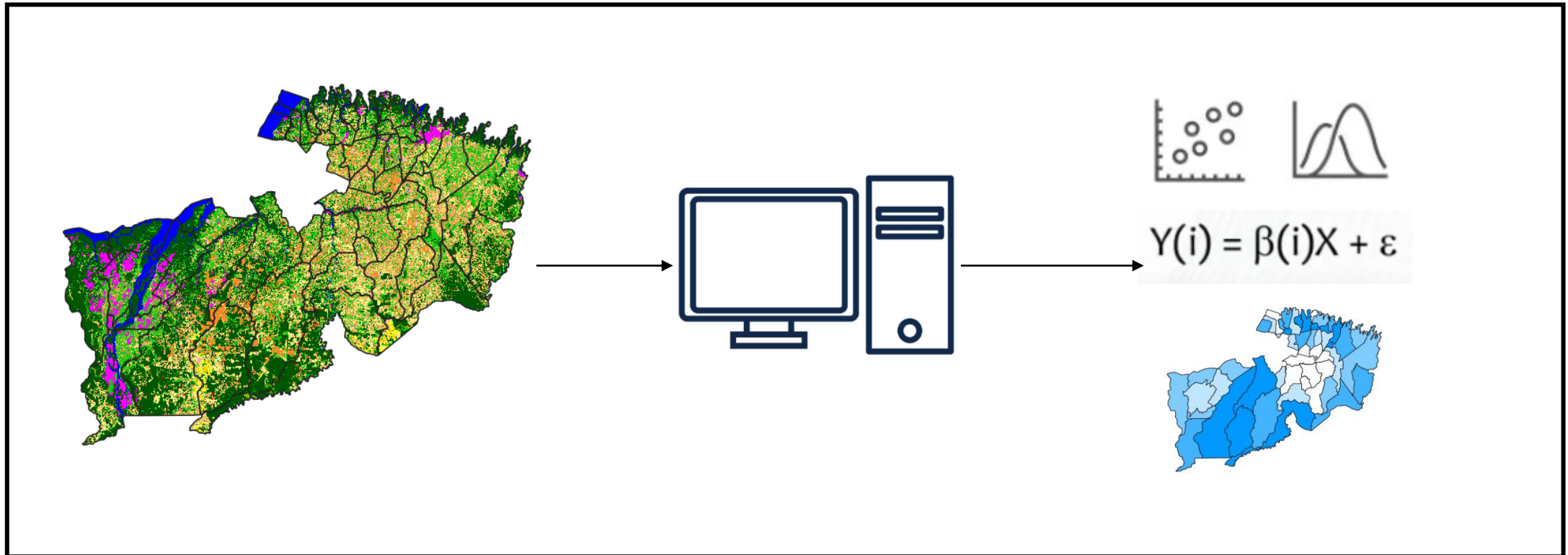


# DISTÚRPIO FLORESTAL PRODUZIDO POR ESTABELECIMENTOS RURAIS EM UMA REGIÃO DA AMAZÔNIA: AVALIAÇÃO DE MÉTRICAS PREDITORAS



**Disciplina:** Análise Espacial de Dados Geográficos (SER-301)

**Docentes:** Dr. Antonio Miguel Vieira Monteiro e Dr. Eduardo G. Camargo

**Discente:** Érick Teixeira Rodrigues

DEZEMBRO de 2022



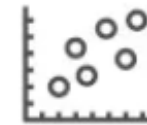
# CONTEXTO

- A Amazônia Brasileira - AmB (ICMBIO, 2021);
- A agropecuária no contexto da AmB (MARGULIS, 2003; RICHARDS, 2015);
- O Pará e a mesorregião Nordeste Paraense (CORDEIRO *et. al.*, 2017);
- Sistemas Técnico-Produtivos Rurais e suas pegadas na paisagem florestal Amazônica (COSTA, 2009; CODEÇO *et. al.*, 2021);



# OBJETIVOS

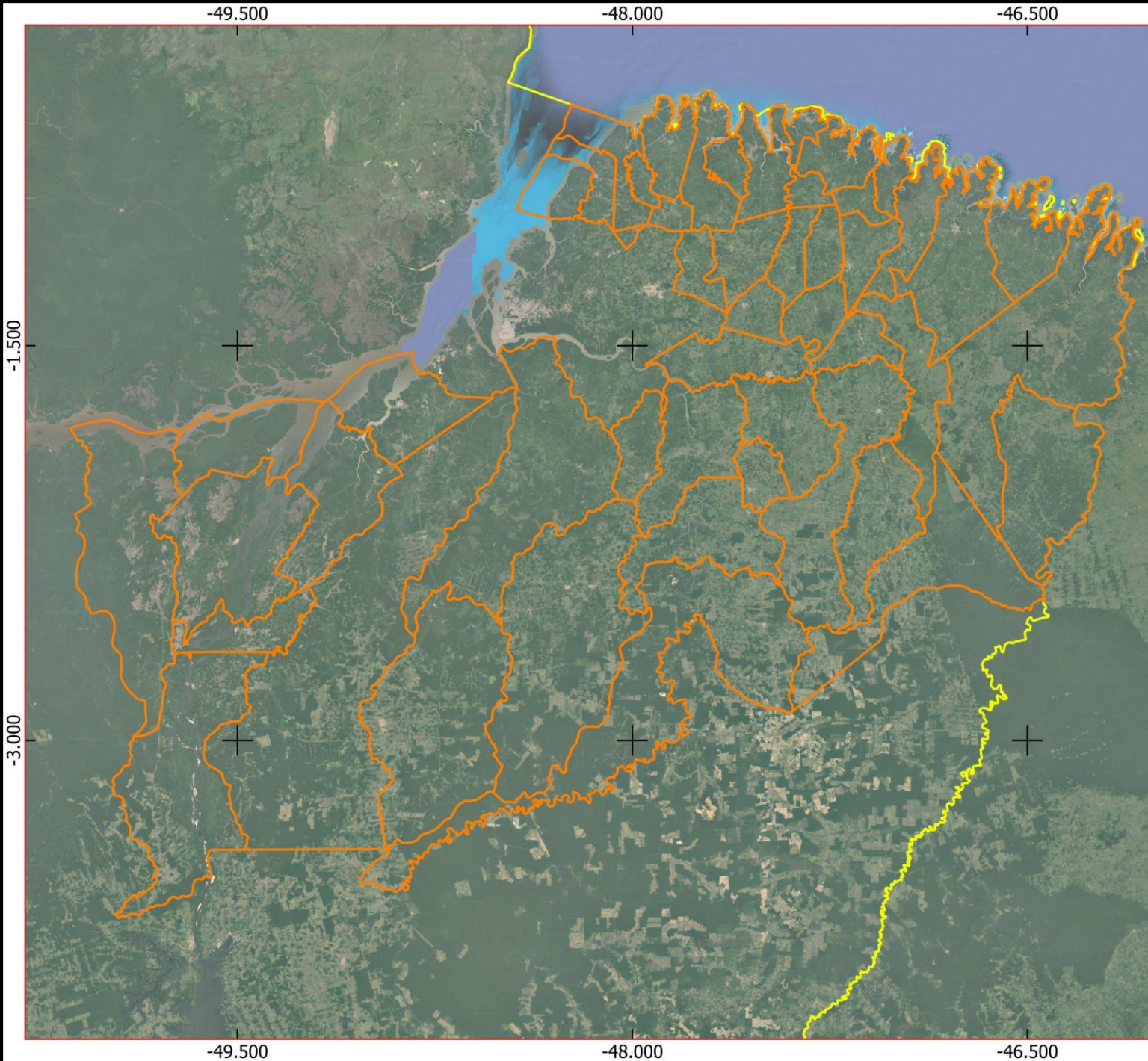
- Avaliar a variação espacial da relação entre a presença de estabelecimentos rurais e o Distúrbio Florestal identificado em municípios do Nordeste Paraense através do método de Regressão Geograficamente Ponderada.



$$Y(i) = \beta(i)X + \varepsilon$$

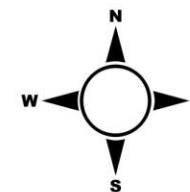
- Escolher métricas preditoras (Explorar);
- Diagnosticar as métricas escolhidas (Visualizar);
- Modelar segundo o objetivo do trabalho (Modelar);

**\*Hipótese:** devido às características e ao contexto da área estudada, espera-se que a relação entre o número de estabelecimentos rurais e o distúrbio florestal varie ao longo da área de estudo, podendo ser positiva para alguns municípios e negativa para outros.






## ÁREA DE ESTUDO

### Municípios do Nordeste Paraense



### LEGENDA

-  Limites do Brasil
-  Limites do estado do Pará
-  Mun. do Nordeste Paraense

Datum: SIRGAS 2000  
 Escala: 1:2200000  
 Fonte: IBGE  
 Org. Érick Rodrigues



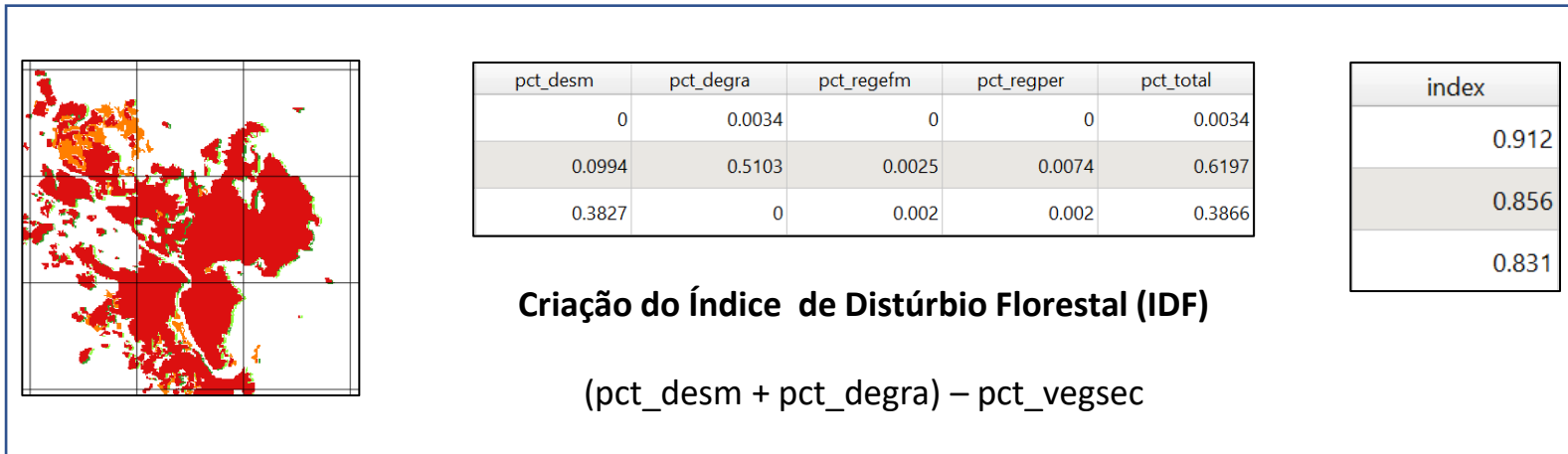
### CARACTERÍSTICAS:

- Maior parte da população vivia no meio rural (2010);
- Grande importância do setor agropecuário para receita da região;
- Destaque das lavouras temporárias: mandioca;
- Destaque das lavouras permanentes: dendê;
- Destaque na pecuária: bovinocultura e avicultura;
- Destaque no extrativismo: açáí.

(CORDEIRO *et. al.*, 2017)

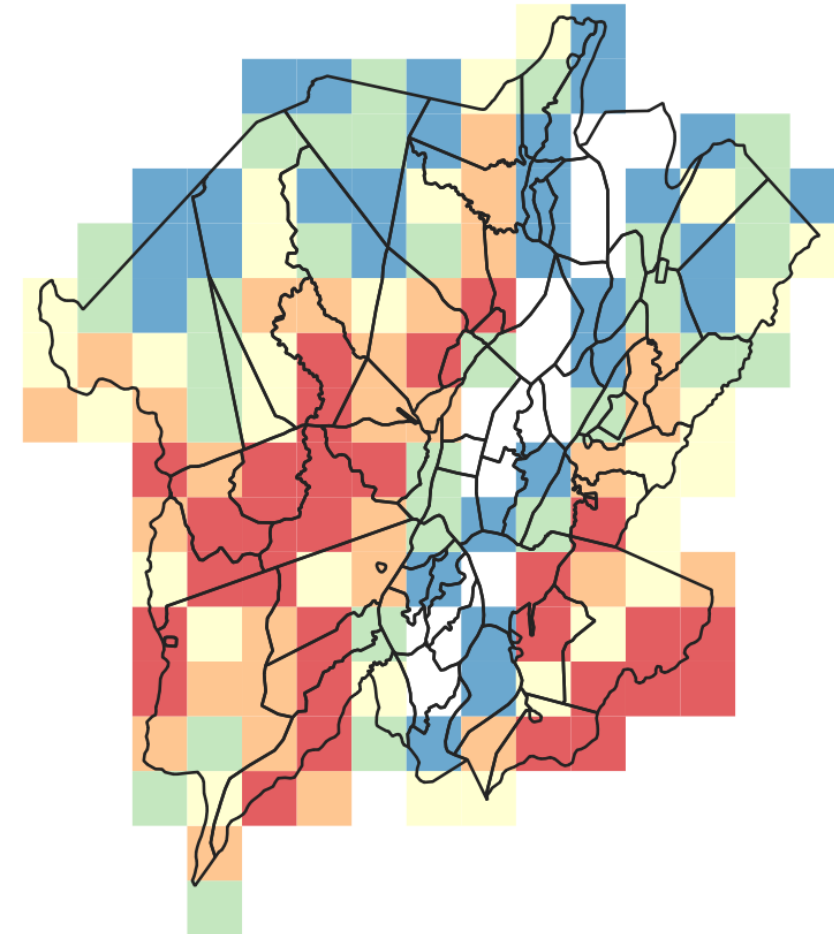
# MATERIAL E MÉTODOS

- A criação do Índice de Distúrbio Florestal com base nos dados do PRODES, DETER e TerraClass.

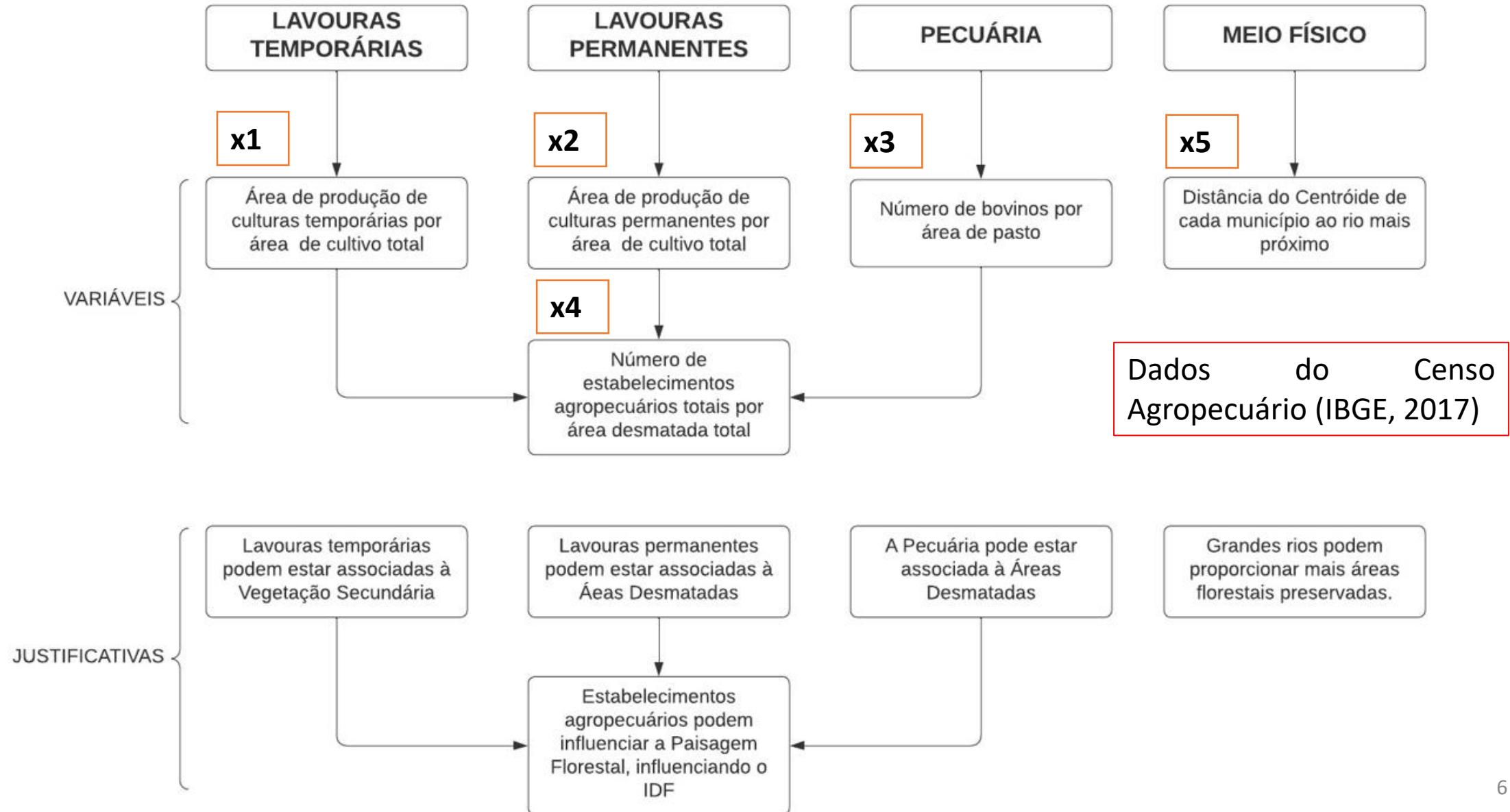


### 3. Mediana (md\_index)

**Mediana** do IDF das células presentes com maior área no Município de referência.

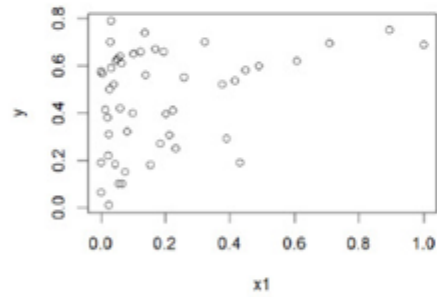


# ESCOLHA DAS VARIÁVEIS PREDITORAS

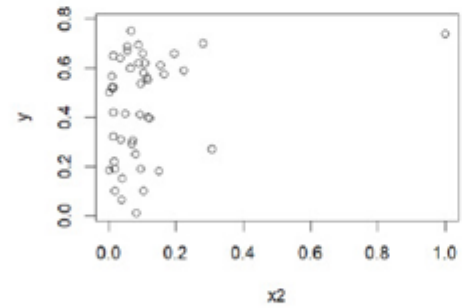


# EXPLORANDO AS VARIÁVEIS PREDITORAS

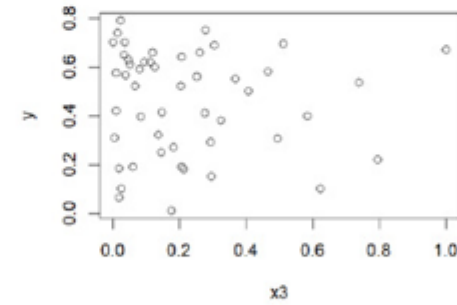
LAVOURAS  
TEMPORÁRIAS



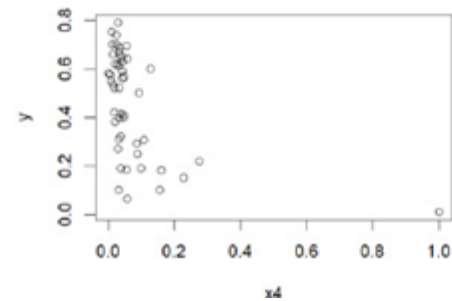
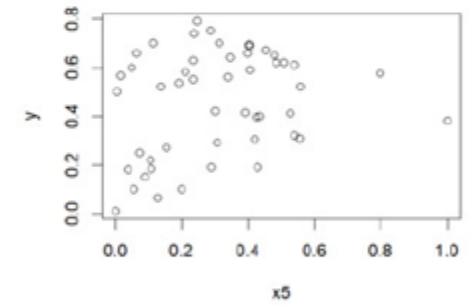
LAVOURAS  
PERMANENTES



PECUÁRIA



MEIO FÍSICO

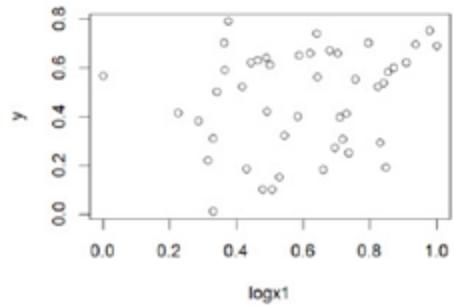


Dados normalizados:

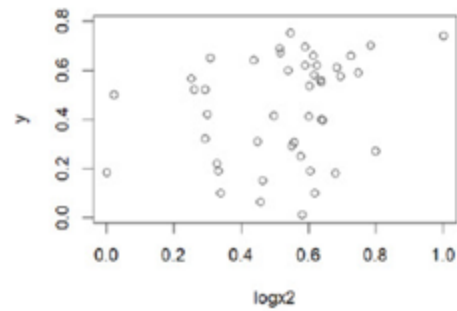
$$X_{changed} = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$$

# EXPLORANDO AS VARIÁVEIS PREDITORAS

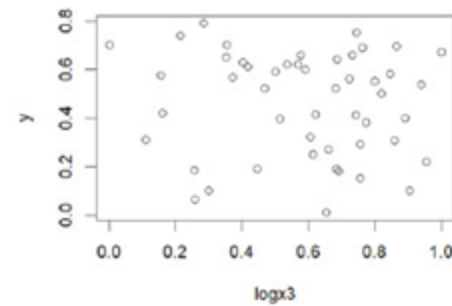
LAVOURAS  
TEMPORÁRIAS



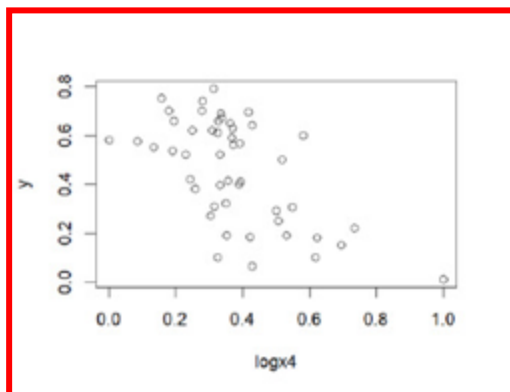
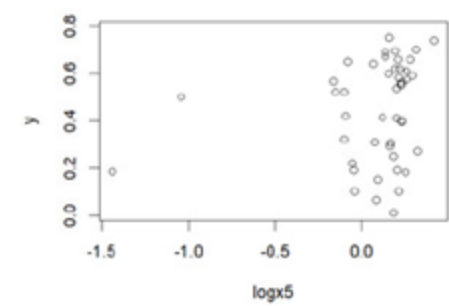
LAVOURAS  
PERMANENTES



PECUÁRIA



MEIO FÍSICO



Aplicação da transformação logarítmica;  
Aplicação de uma Regressão Linear Simples.



# Material e Métodos



- Avaliação das Premissas da Modelagem por Regressão:
  - Normalidade (Shapiro-Wilk);
  - Homocedasticidade (Breusch-Pagan);
  - Autocorrelação (Durbin-Watson).

Modelo	p-value	Teste
Modelo4\$residuals	0,3191	Shapiro-Wilk
Modelo4\$residuals	0,8866	Breusch-Pagan
Modelo4\$residuals	0,3536	Durbin-Watson

# Material e Métodos



- Regressão Espacial Global:
  - A matrix de vizinhança por contiguidade *queen*;
  - O teste Moran Global.

Global Moran I for regression residuals		
model:	lm(formula = y ~ logx4, data = ndpa_vars, na.action = na.exclude)	
weights:	rwm	
Moran I statistic standard deviate = 6,031, p-value = 1,63e-09		
Alternative hypothesis:	two.sided	
Observed Moran I	Expectation	Variance
0,531619453	-0,030666806	0,008692345

# Material e Métodos



- Multiplicadores de Langrange:
  - Diagnóstico de dependência espacial;
  - Modelo Espacial Autoregressivo (SAR)

```
Lagrange multiplier diagnostics for spatial dependence
model: lm(formula = y ~ logx4, data = ndpa_vars, na.action = na.exclude)
weights: rwm
:
RLMlag = 10,758, df = 1, p-value = 0,001039
```

```
Call: lagsarlm(formula = y ~ logx4, data = ndpa_vars, listw = rwm, zero.policy = TRUE)

Residuals:
Min      1Q  Median      3Q     Max
-0,3455485 -0,0672385  0,0054542  0,0671990  0,1887146

AIC: -71,81, (AIC for lm: -29,686)

LM test for residual autocorrelation

test value: 0,078192, p-value: 0,77976
```

$$Y = \rho WY + X\beta + \varepsilon$$

$\rho$  = coeficiente espacial autoregressivo - medida de correlação espacial ( $\rho = 0$ , se autocorrelação é nula - hipótese nula);

$W$  = matriz de proximidade espacial;

$WY$  = expressa a dependência espacial em  $Y$

# Material e Métodos



- Regressão Espacial Local: Regressão Geograficamente Ponderada (GWR) FOTHERINGHAM et al., 2002

Call: `gwr(formula = y ~ logx4, data = ndpa_vars, coords = cbind(ndpa_vars$LONG, ndpa_vars$LAT), adapt = gwr_kernel, hatmatrix = TRUE, se.fit = TRUE)`

Kernel function: `gwr.Gauss`

Adaptive quantile: 0.01722687 (about 0 of 49 data points)

Summary of GWR coefficient estimates at data points:

		Min.	1st	Med	3rd	Max.Glb
X.Incp.	-0.36555	0.47	0.57	0.68	0.95	0.7315
		371	078	694	503	
logx4	-1.26634	-	-	0.12	1.66	-0.7313
		0.52	0.30	195	812	
		799	945			

Number of data points: 49

AICc (GWR p. 61, eq 2.33; p. 96, eq. 4.21): -24.53262

AIC (GWR p. 96, eq. 4.22): -153.1091

Residual sum of squares: 0.0703937

Quasi-global R2: 0.9674757

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_k \beta_k(u_i, v_i)x_{ik} + \varepsilon_i$$

( $u_i, v_i$ ): coordenadas do ponto  $i$ ;

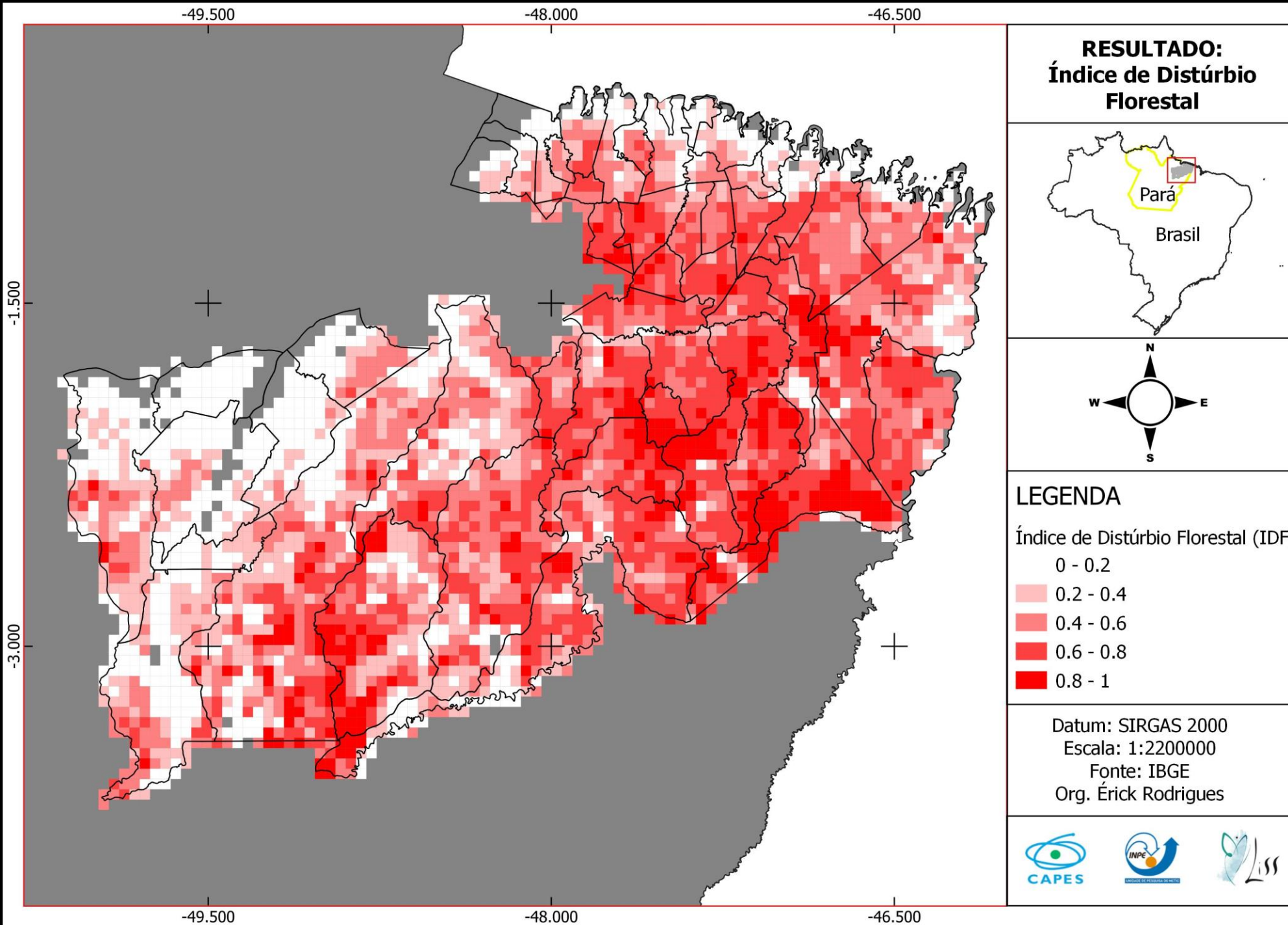
$\beta_0(u_i, v_i)$ : intercepto do ponto  $i$ ;

$\beta_k(u_i, v_i)$ : coeficiente local do ponto  $i$ ;

$x_{ik}$ : variável no ponto  $i$ ;

$\varepsilon_i$ : erro aleatório no ponto  $i$ .

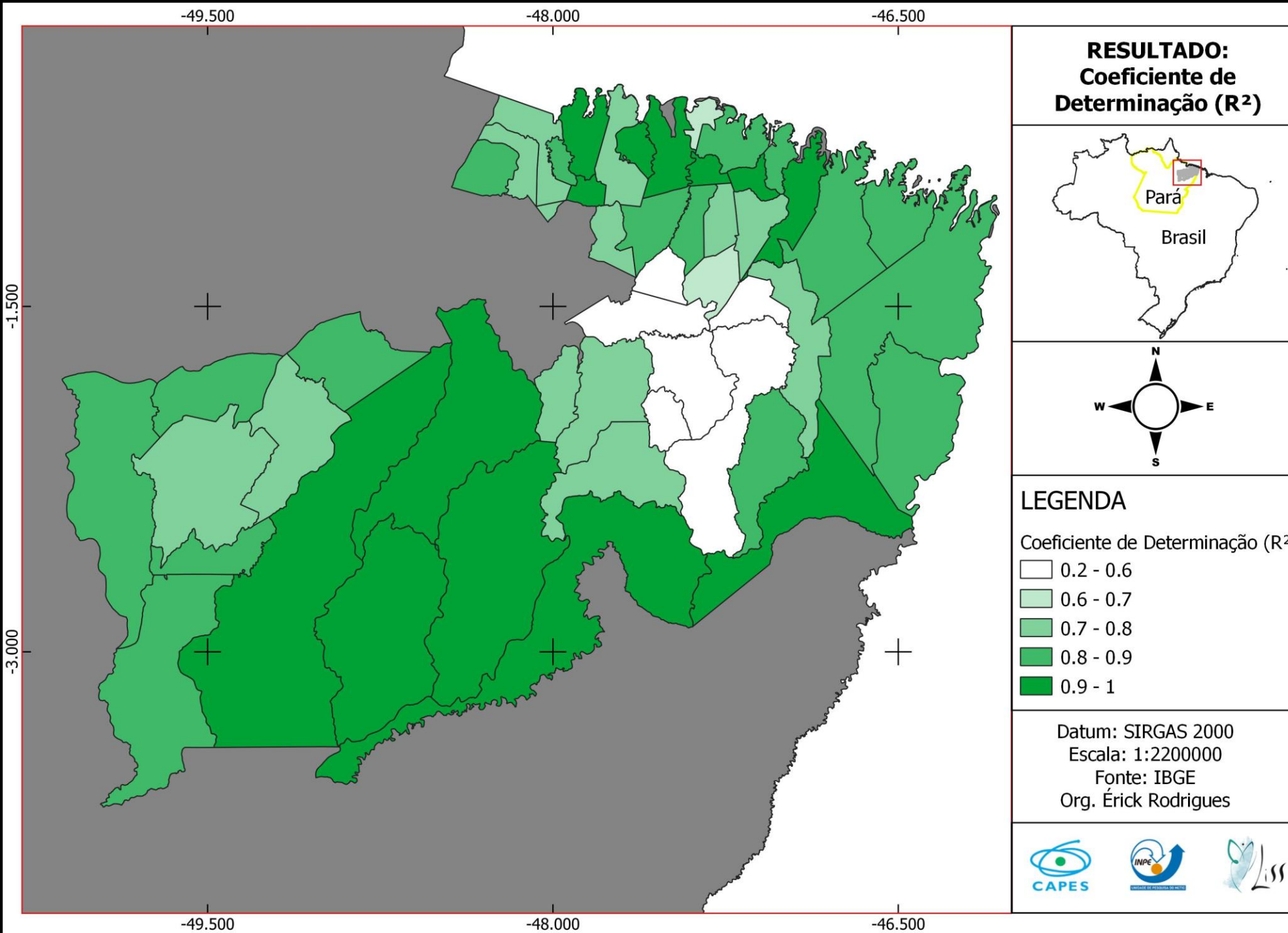
\*Kernel Espacial.



“Resultado do cálculo do Índice de Distúrbio Florestal (IDF) para a região nordeste do Pará. Esse índice varia de 0 a 1, quanto mais baixo o valor, maior a presença de vegetação secundária e quanto mais alto, maior a presença de áreas dematadas ou degradadas.

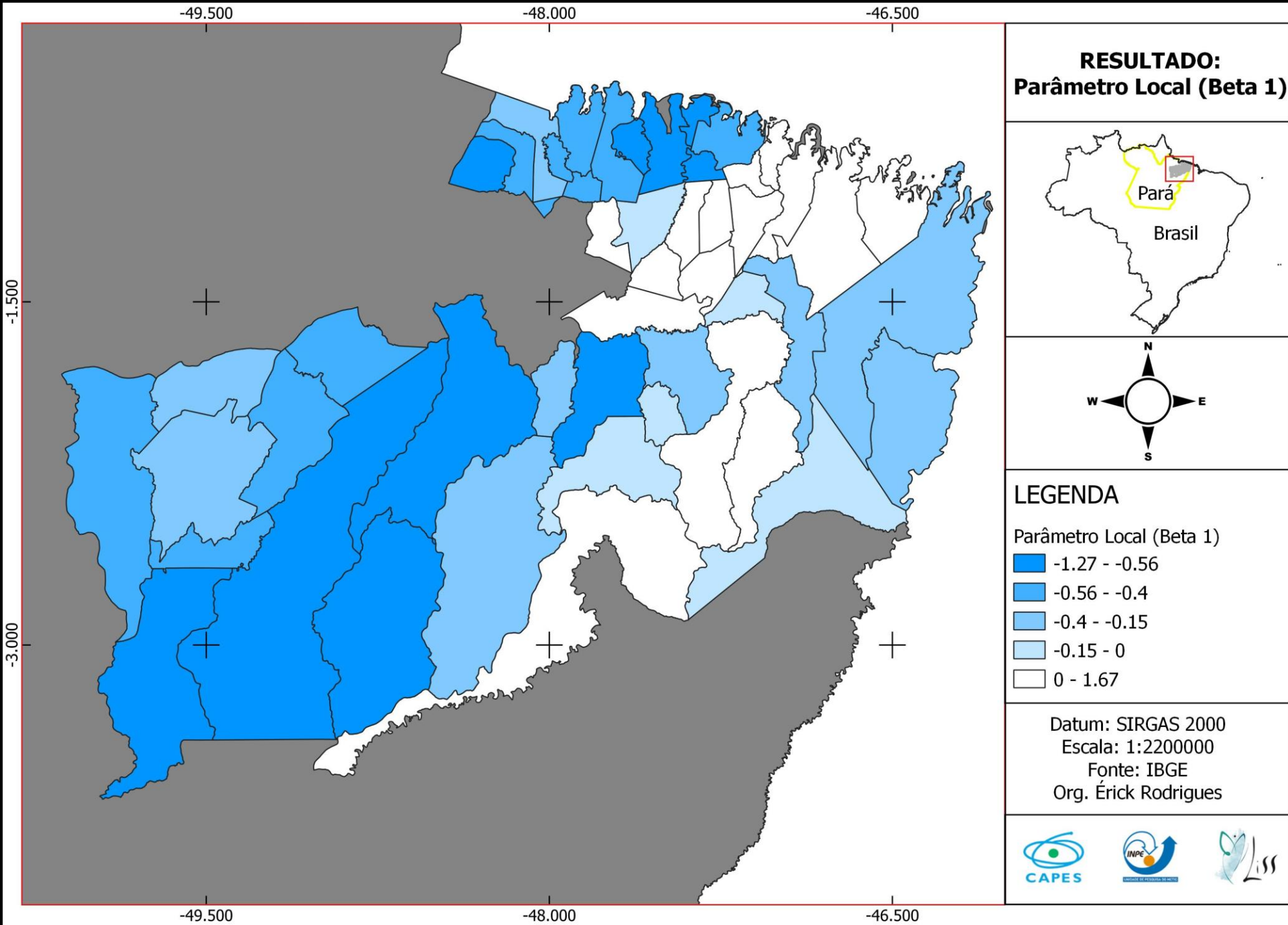
**Criação do Índice de Distúrbio Florestal (IDF)**

$$(pct\_desm + pct\_degra) - pct\_vegsec$$



“O coeficiente de determinação informa a proporção de variação na variável Y que pode ser atribuída à variação na variável X através de uma simples regressão linear. Essa proporção varia de 0 a 1. Quanto maior o valor, menor é a variância do erro e mais próximo os dados ficam da linha de regressão ajustada.”

(Gotelli & Ellison, 2011)



“O parâmetro Beta 1 representa o coeficiente local estimado para cada ponto analisado na área de estudo, aqui considerado o centróide de cada município. De maneira prática, ele representa a relação entre a variável preditora e a variável resposta, que pode ser positiva ou negativa, e sua magnitude.”

# DISCUSSÃO

- “O Nordeste Paraense, uma das mais antigas áreas de colonização da Amazônia, caracterizada pela intensa antropização da paisagem”;
- “Essa região apresenta uma diversidade de formas de produção agrícola, com uma significativa parte sendo realizada por famílias com sistemas de agricultura de tradicionais (corte-e-queima)”;
- “Em uma região com a Floresta primária já removida em grande parte, o abandono sucessivo de áreas de cultivo (pousio) favorece estágios sucessionais de vegetação secundária”;
- “Portanto, municípios onde a relação entre o IDF e o número de estabelecimentos agropecuários por área desmatada se dá de maneira inversa, podem ser municípios com maior presença de agricultura familiar com sistemas tradicionais”.



# CONCLUSÃO

“Conclui-se, portanto, que a métrica estudada (número de estabelecimentos agropecuários totais, balizados pela área desmatada em cada município) pode ser uma boa *proxie* (variável proximal) na explicação da variação espacial do Distúrbio Florestal na área estudada. Como próximos passos, novas métricas relacionadas aos diferentes tipos de estabelecimentos rurais podem ser avaliadas com o intuito de se explicar com mais robustez a relação entre esses diferentes tipos e o distúrbio florestal em cada município da região Nordeste do Pará.”



Fonte: amazon.org.br



Fonte: jornal.usp.br



Fonte: brasildefato.com.br

# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRONDÍZIO, E. S. et al. Small Farmers and Deforestation in Amazonia. *Revista Amazonia and Global Change*, p. p.117-143, 2013;
2. CODEÇO, C. T et. al. Epidemiology, Biodiversity, and Technological Trajectories in the Brazilian Amazon: From Malaria to COVID-19. *Front. in Public Health*, 14 p. 2021;
3. CORDEIRO, I. M. C. C. *et. al.* Nordeste Paraense: panorama geral e uso sustentável das florestas secundárias. Belém: EDUFRA, ISBN 978-85-7295-118-0, 2017;
4. COSTA, F. DE A. Trajetórias Tecnológicas como Objeto de Política de Conhecimento para a Amazônia: uma metodologia de delineamento. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 8, n. 1, p. 35–86, 2009;
5. MARGULIS, S. Causas do Desmatamento da Amazônia Brasileira. Brasília, DF: Banco Mundial, 100 p., 2003;
6. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo agropecuário. [Online]. Disponível em: [sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017](http://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017);