

# Desenvolvimento Econômico

## Desmatamento

Ricardo Dahis

## Desmatamento em países em desenvolvimento

- ▶ Desmatamento, uso da terra e agricultura são responsáveis por  $\approx 18\%$  das emissões de CO<sub>2</sub>e (Ritchie and Roser, 2020).
  - ▶ Maior parte em países em desenvolvimento (Brasil, Congo, Indonesia).
  - ▶ No Brasil conta por  $\approx 72\%$  em 2019 (Observatório do Clima, 2020).
- ▶ Reduzir desmatamento em países pobres é potencialmente uma das formas mais custo-efetivas de baixar emissões (Stern, 2006; IPCC, 2014).
  - ▶ *Low-hanging fruit*: não estão na fronteira tecnológica.
  - ▶ Custo de oportunidade menor de mudança de comportamento (salários menores)
- ▶ Banir desmatamento é pouco efetivo e talvez não-desejável.
  - ▶ Baixo *enforcement* de regulação.
  - ▶ Cidadãos pobres, logo não é factível multá-los.
    - ▶ Brasil contexto diferente com ruralistas.

# Hoje

Panorama Geral

Consumo e investimento

Pagamento por serviços ambientais (PES)

*Enforcement* e capacidade do estado

Política

Desmatamento ótimo

# Hoje

## Panorama Geral

Consumo e investimento

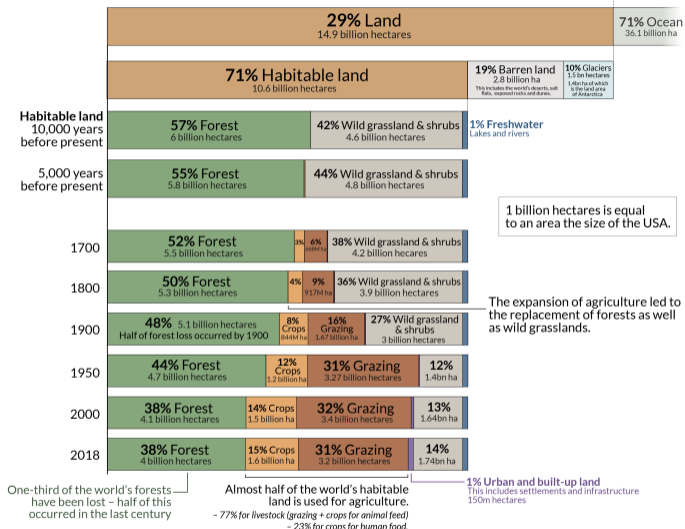
Pagamento por serviços ambientais (PES)

*Enforcement* e capacidade do estado

Política

Desmatamento ótimo

# The world has lost one-third of its forest since the last ice age



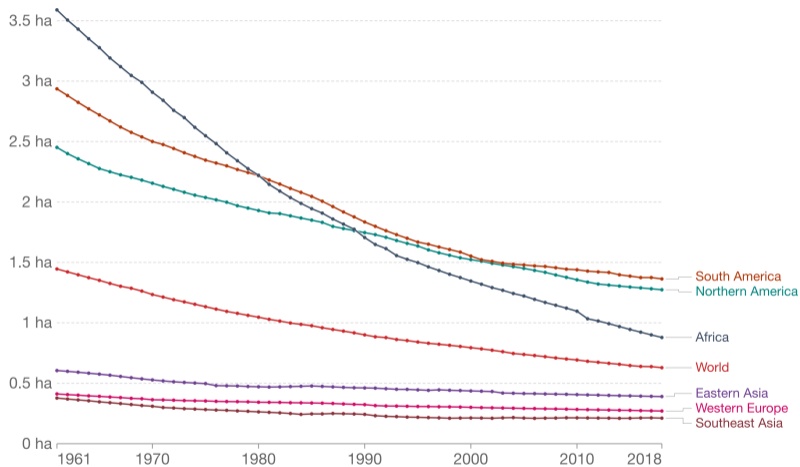
Data sources: Forests data from UN Food and Agriculture Organization (FAO); and Williams, M. (2003). Deforesting the earth: from prehistory to global crisis. Agriculture data post-1950 from UN FAO; pre-1950 data from The History Database of the Global Environment (HYDE)

OurWorldinData.org - Research and data to make progress against the world's largest problems.

Licensed under CC-BY by the author Hannah Ritchie.

# Agricultural land per capita

Agricultural land is the sum of cropland and land used as pasture for grazing livestock.

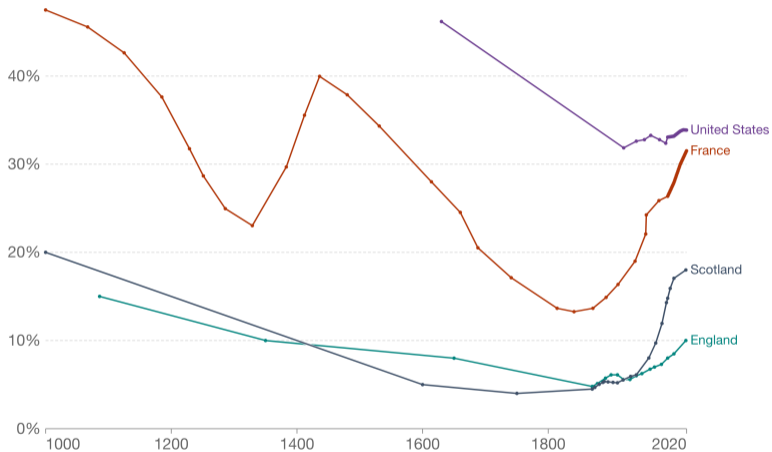


Source: Food and Agriculture Organization of the United Nations

OurWorldInData.org/land-use • CC BY

## Share of land covered by forest

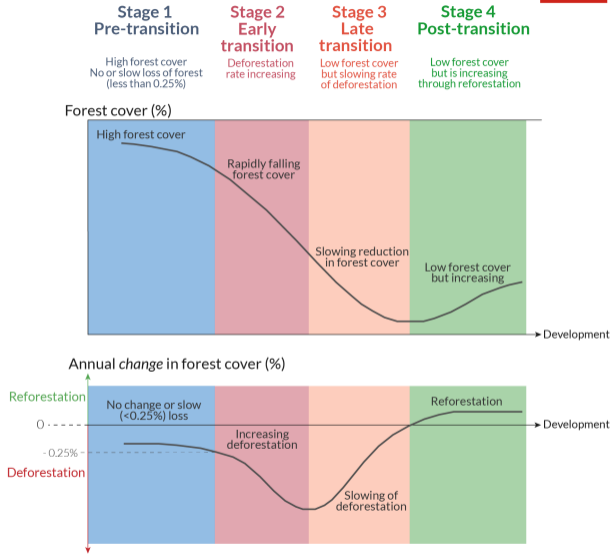
Forest area is land under natural or planted stands of trees of at least 5 meters in situ, whether productive or not, and excludes tree stands in agricultural production systems.



Source: UN Food and Agriculture Organization (FAO) and historical sources.

OurWorldInData.org/forests-and-deforestation • CC BY

# Forest Transition Model: How forests change over time



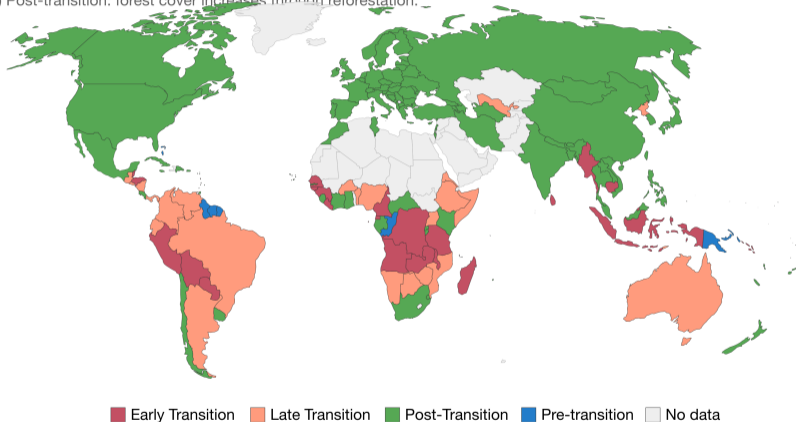
Adapted from Hosonuma et al. (2012). An assessment of deforestation and forest degradation drivers in developing countries. *Environmental Research Letters*.  
OurWorldinData.org - Research and data to make progress against the world's largest problems. Licensed under CC-BY by the author Hannah Ritchie.



## Forest Transition Phase, 2013

Countries are grouped into four forest transition phases which tend to represent a sequence of development.

- (1) Pre-transition: high forest cover and low deforestation rates;
- (2) Early-transition: forests lost at an increasingly rapid rate;
- (3) Late-transition: small fraction of remaining forest but slowing of deforestation;
- (4) Post-transition: forest cover increases through reforestation.



Source: Pendrill, F., Persson, U. M., Godar, J., & Kastner, T. (2019). Deforestation displaced: trade in forest-risk commodities and the prospects for a global forest transition. *Environmental Research Letters*, 14(5), 055003.  
OurWorldInData.org/forests • CC BY

## Base conceitual simples

- ▶ Floresta tem diferentes benefícios.
- ▶ De pé:
  - ▶ Reserva de CO2
  - ▶ Biodiversidade / Preservação indígena
  - ▶ Benefícios ao solo
  - ▶ Amenidade visual
- ▶ Cortada:
  - ▶ Madeira
  - ▶ Liberar terra para agricultura e urbanização
- ▶ Alguns mais sociais, outros mais privados.
- ▶ Ponto de vista individual: suavização de renda e de risco.

# Hoje

Panorama Geral

Consumo e investimento

Pagamento por serviços ambientais (PES)

*Enforcement* e capacidade do estado

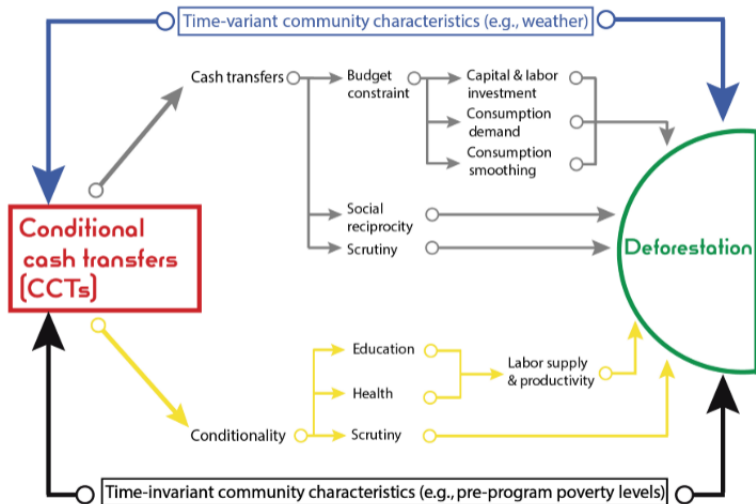
Política

Desmatamento ótimo

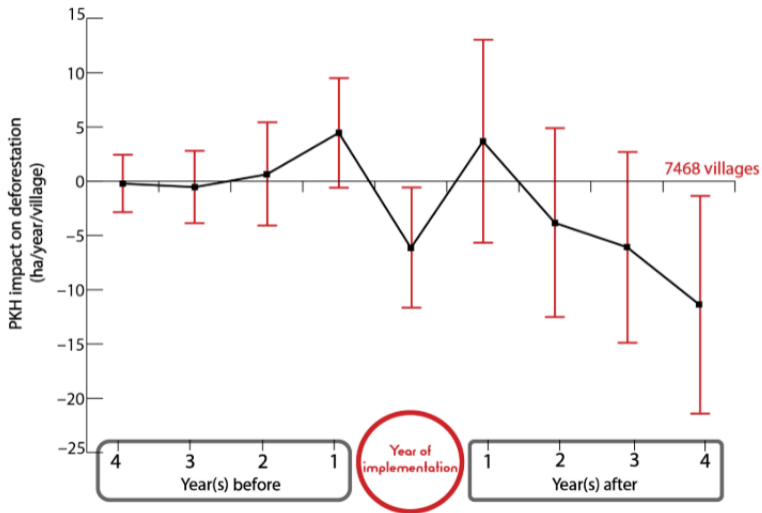
## Transferências condicionais de renda (CCT)

- ▶ Ferraro and Simorangkir (2020) estudam se programa de transferência de renda na Indonésia (o *Program Keluarga Harapan*, PKH) afetou desmatamento como um efeito colateral.
- ▶ Programa distribui aproximadamente 15 a 20% da renda dos participantes, por entre 6 a 9 anos.
- ▶ Estudo com 7468 domicílios expostos ao PKH entre 2008 e 2012 em 15 províncias.
- ▶ Dados: satélite, dados administrativos do programa.
- ▶ Metodologia: basicamente um diff-in-diff.
- ▶ Literatura anterior: Foster and Rosenzweig (2003)

# Grafo Acíclico de Causalidade (Ferraro and Simorangkir, 2020)



# Resultados



## Programa Oportunidades no México

- ▶ **Alix-Garcia et al. (2013)** encontram resultados diferentes.
- ▶ Estudam a relação entre renda e uso da terra no México. Estimam um RDD no cutoff de renda para comunidades receberem o programa vs não.
- ▶ Aumenta desmatamento, e também consumo de *land-intensive goods*, como carne e leite.
- ▶ Diferente de **Malerba (2020)**, que não encontra efeitos em desmatamento de programa na Colômbia. Parece haver alocação estratégica de produção em locais menos sensíveis.

# Resultados

TABLE 4.—SIMPLE DISCONTINUITY APPROACH: INSTRUMENTATION WITH ELIGIBILITY

	IV Tobit				IV OLS	
	Full Estimation Sample			Restricted Sample	Deforestation (0/1)	% Deforested (If 1)
	(1)	(2)	(3)		(5)	(6)
Treated	.584 (.280)**	1.293 (.715)*		1.038 (.609)*	.031 (.019)*	1.264 (.680)*
Proportion treated			3.453 (1.870)*			
Marginality index	.521 (.042)***	.641 (.106)***	.244 (.298)	-.072 (.339)	.028 (.003)***	-.005 (.101)
Index <sup>2</sup>		.177 (.116)	.391 (.221)*		.004 (.004)	.162 (.119)
Index <sup>3</sup>		-.091 (.035)***	-.053 (.031)*		-.003 (.001)***	-.036 (.030)
Index <sup>4</sup>		-.010 (.015)	-.037 (.022)*		-.0003 (.0005)	-.019 (.014)
Baseline area in forest, 2000	-.0005 (.001)	-.0008 (.001)	-.001 (.001)	.003 (.002)**	.0006 (.0001)***	.004 (.001)***
Ln(polygon area)	.963 (.043)***	.990 (.047)***	1.075 (.079)***	.756 (.070)***	.047 (.002)***	-.948 (.065)***
Ln(total population in 1995)	.055 (.051)	-.056 (.116)	-.305 (.245)	-.097 (.086)	.005 (.003)	-.262 (.120)**
Ln(slope)	-.054 (.005)***	-.057 (.006)***	-.064 (.008)***	-.012 (.010)	-.003 (.0002)***	-.033 (.007)***
Ln(road density)	-.075 (.027)***	-.092 (.033)***	-.119 (.043)***	.016 (.054)	-.005 (.001)***	-.049 (.036)
Observations	58,587	58,587	58,587	15,758	58,587	5,545
Ecoregion controls	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Marginal effects of treatment						
Pr(y > 0)	.018 (.008)**	.038 (.019)**	.12 (.067)*	.030 (.017)*	.031 (.019)*	
y > 0	.087 (.041)**	.190 (.101)*	.531 (.287)*	.137 (.079)*		1.26 (.680)*

Columns 1–4 are estimated using IV Tobit, and use a dependent variable of percentage polygon deforested. Columns 5 and 6 are estimated using OLS, with column 5 using a binary dependent variable indicating deforestation and column 6 percentage deforestation in polygons with positive deforestation. Standard errors in parentheses. Significant at \*10%, \*\*5%, and \*\*\*1%.



# Hoje

Panorama Geral

Consumo e investimento

Pagamento por serviços ambientais (PES)

*Enforcement* e capacidade do estado

Política

Desmatamento ótimo

## Pagamento por serviços ambientais

- ▶ Outra possibilidade: pagar indivíduos ou grupos diretamente pelo serviço ambiental (ex. manter floresta de pé).
- ▶ Exemplos na literatura recente
  - ▶ Mexico's Payments for Hydrological Services Program (PSAH): [Alix-Garcia et al. \(2015\)](#)
  - ▶ Uganda: [Jayachandran et al. \(2017\)](#)
  - ▶ Bolsa Verde no Brasil: [Yin Wong et al. \(2018\)](#)

## Jayachandran et al. (2017): RCT para PES na Uganda

- ▶ Indivíduos donos de floresta em 60 vilas receberam dinheiro por 2 anos para preservar áreas.
  - ▶ Implementado por ONG. \$28/ha-ano.
- ▶ Mediram impactos em cobertura florestal via imagens de satélite (QuickBird) com alta resolução (2.4m).
  - ▶ Take-up de menos de 50%: contrato complicado, medo de perderem terra.
  - ▶ Efeito de 40% em redução de desmatamento.
  - ▶ Medem vários *outcomes* além de comportamento a ver com floresta.
- ▶ Custo-benefício baseado em valor de emissões de CO<sub>2</sub>e poupadas.
  - ▶ Benefício em CO<sub>2</sub> poupado \$1.11 > Custo do programa \$0.57.

# Resultados e mecanismos

**Table 4. Effects of the PES program on secondary outcomes.** All columns include subcounty fixed effects and the four village-level baseline variables used to balance the randomization. Columns 1, 4, 5, and 6 control for the baseline value of the outcome. Baseline data on the outcomes in columns 2 and 3 were not collected. IHS denotes inverse hyperbolic sine. For observations where the baseline outcome is missing, the value is imputed as the sample mean, and the regression includes an indicator variable for whether the baseline value is imputed. Standard errors are clustered by village. Significance: \* $P < 0.10$ , \*\* $P < 0.05$ , \*\*\* $P < 0.01$ .

	Cut any trees in the past year	Allow others to gather firewood from own forest	Increased patrolling of the forest in last 2 years	Has any fence around land with natural forest	IHS of food expend. in past 30 days	IHS of nonfood expend. in past 30 days
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Treatment group	-0.140*** [0.034]	-0.170*** [0.033]	0.109*** [0.039]	0.036 [0.033]	0.065 [0.074]	0.156** [0.066]
Lee bound (lower)	-0.161*** [0.034]	-0.185*** [0.033]	0.094** [0.039]	0.007 [0.033]	-0.029 [0.070]	0.053 [0.064]
Lee bound (upper)	-0.104*** [0.033]	-0.148*** [0.032]	0.132*** [0.039]	0.055 [0.034]	0.144* [0.075]	0.215*** [0.064]
Control group mean	0.453	0.427	0.378	0.667	2.524	4.363
Control group SD	[0.498]	[0.495]	[0.485]	[0.472]	[1.177]	[1.354]
Observations	1018	9767	984	1020	1020	1020
Observations (Lee bounds)	994	957	965	998	998	998

# Hoje

Panorama Geral

Consumo e investimento

Pagamento por serviços ambientais (PES)

*Enforcement* e capacidade do estado

Política

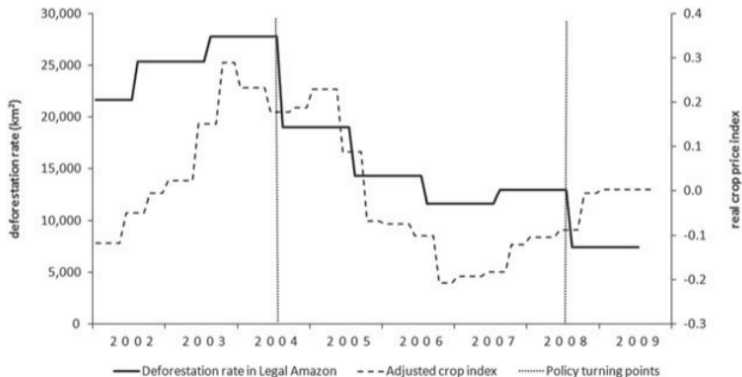
Desmatamento ótimo

## Contexto brasileiro

- ▶ Plano de Proteção e Combate ao Desmatamento na Amazônia (PPCDAm)
  - ▶ Passou em 2004, implementado a partir do fim de 2004.
  - ▶ Principais mudanças
    - ▶ 2004: DETER, novas unidades de conservação
    - ▶ 2008: municípios prioritários, políticas de crédito
- ▶ Literatura já extensa estudando os vários aspectos do programa: Assunção et al. (2015), Assunção et al. (2019), Burgess et al. (2019)

## Preços ou políticas públicas?

- ▶ Assunção et al. (2015) dá início à literatura sobre efeitos do PPCDAm.
- ▶ Conseguimos identificar o efeito de uma política tão abrangente com variação no tempo?



# Preços ou políticas públicas?

- ▶ Especificação empírica básica

$$D_{it} = \alpha_i + \phi_t + M'_{it}\beta_1 + \beta_2 P_{i,t-1} + \beta_3(Tight_i * Post2004) + \beta_4(Tight_i * Post2008) + X'_{it}\beta_5 + \epsilon_{it}$$

- ▶  $P_{i,t-1}$ : índice anual de preços
- ▶  $Tight_i$ : medida de *land tightness* em 2006 (área já utilizada)
- ▶  $Post2004$  e  $Post2008$ : pontos de inflexão do PPCDAm e preços



# Resultados

Table 2. *The effect of conservation policies on deforestation*

	<i>Annual normalized deforestation increment</i>				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Tight * Post2004	-0.594 (0.177)***	-1.633 (0.363)***	-1.648 (0.409)***	-1.592 (0.374)***	-1.714 (0.415)***
Tight * Post2008	0.413 (0.180)**	-0.978 (0.326)***	-0.944 (0.327)***	-1.176 (0.336)***	-1.213 (0.340)***
Crop price index ( $t - 1$ )	0.253 (0.053)***	0.279 (0.077)***	0.049 (0.263)	0.040 (0.294)	0.043 (0.290)
Cattle price index (Jan–Jun, $t$ )	-0.024 (0.006)***	0.005 (0.010)	0.004 (0.010)	0.004 (0.010)	0.004 (0.010)
Cattle price index (Jan–Dec, $t - 1$ )	0.036 (0.006)***	-0.011 (0.010)	-0.008 (0.010)	-0.010 (0.010)	-0.010 (0.010)
Tight * Crop price index			0.488 (0.505)	0.592 (0.569)	0.584 (0.563)
Crop price index * Post2004			0.039 (0.148)		0.043 (0.145)
Crop price index * Post2008				0.011 (0.123)	0.021 (0.115)
Tight * Crop price index * Post2004			-0.111 (0.296)		-0.152 (0.295)
Tight * Crop price index * Post2008				-0.170 (0.242)	-0.208 (0.234)
Observations	3,040	3,040	3,040	3,040	3,040
Year and municipality fixed effects	yes	yes	yes	yes	yes
Controls	yes	yes	yes	yes	yes
Municipality-specific time trends	no	yes	yes	yes	yes

## Dupla reversão de desmatamento na Amazônia

- ▶ Burgess et al. (2019) estudam duas reversões de desmatamento: queda e subida.
- ▶ Comparando Amazônia brasileira com de outros países.

# Resultados

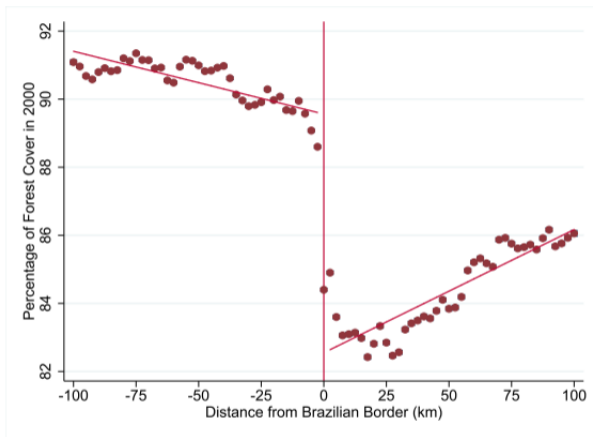
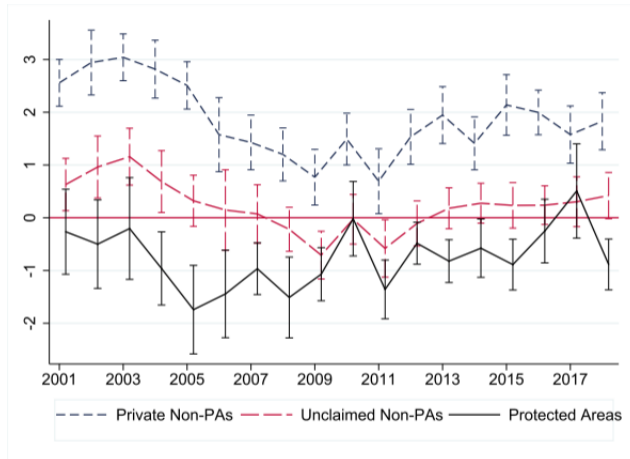


Figure 3: Average Forest Cover in 2000 by Distance from Brazilian Border

# Resultados

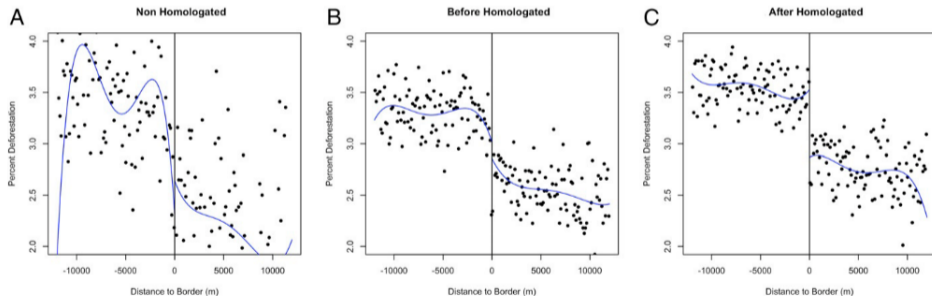


(b) Heterogeneous Effects by Land Type (Poisson model)

Figure 5: Regression Discontinuity Coefficients by Year

## Unidades de conservação

- ▶ Literatura já relativamente madura. Evidência que funcionam quando governo tem capacidade para *enforcement*.
- ▶ **Baragwanath and Bayi (2020)** mostram como proteção efetiva no Brasil só ocorre depois da homologação da área indígena protegida.



**Fig. 3.** Regression discontinuity plots for (A) nonhomologated territories, (B) homologated territories before homologation, and (C) homologated territories after homologation. Dependent variable is percent deforestation. Running variable is distance to the border. Blue lines represent fourth-order polynomial fit.

# Hoje

Panorama Geral

Consumo e investimento

Pagamento por serviços ambientais (PES)

*Enforcement* e capacidade do estado

Política

Desmatamento ótimo

## Transições democráticas e eleições apertadas

- ▶ **Sanford (2021)** testa se democracias sistematicamente sub-proveem conservação ambiental, em particular em transições competitivas.
- ▶ Hipótese básica é que políticos usam recursos naturais como bens de troca clientelista quando precisam de apoio político.
- ▶ Dados de 1000+ eleições nacionais entre 1982 e 2016.
- ▶ Encontra que países que passam por uma transição democrática perdem 0,8 pontos percentuais adicionais de sua cobertura florestal a cada ano. Eleições apertadas aumentam ainda mais o efeito.
- ▶ Equação

$$\text{ForestChange}_{i,c,t} = \alpha_i + \gamma_t + \beta_1 \times \text{Democracy}_{c,t} \\ + \lambda \times X_{c,t} + \delta \times X_{i,t} + u_{i,c,t}.$$

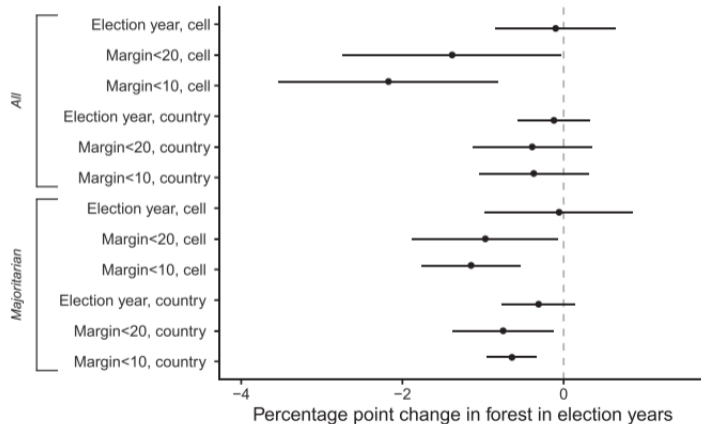
**TABLE 3 Regressions of Forest Change on Democracy**

	Cell	Cell	National	National
Democracy	-1.10* (0.44)	-0.35 (0.39)	-0.25 (0.29)	0.04 (0.10)
Forest	-0.77*** (0.03)	-0.05*** (0.01)	-0.56*** (0.06)	-0.01 (0.01)
PCGDP	0.08 (0.05)	0.00 (0.01)	0.11** (0.03)	0.00 (0.01)
$\Delta$ PCGDP	-7.86 (20.33)	10.26 (28.39)	-9.33 (10.40)	26.70 (16.96)
Population growth	-0.13 (0.27)	-0.01 (0.12)	-0.08 (0.08)	-0.06 (0.06)
Constant		1.78*** (0.31)		0.46 (0.27)
Fixed effects	Cell + Year	None	Country + Year	None
No. of obs.	136,743,524	136,743,524	4,375	4,375
Adj. $R^2$ (full model)	0.38	0.02	0.34	0.01
Adj. $R^2$ (project model)	0.37	0.02	0.26	0.01

*Note:* Sixty-one countries experienced a regime-type transition. Columns 2 and 4 replicate the nonfixed effects specifications used in the previous work. \*\*\*  $p < .001$ ; \*\*  $p < .01$ ; \*  $p < .05$ .



**FIGURE 3 Forest Cover Change across Levels of Electoral Competitiveness, Regime Type, and Electoral System**



# Número de unidades administrativas

- ▶ Burgess et al. (2012)
- ▶ Dahis and Vieira (2022)

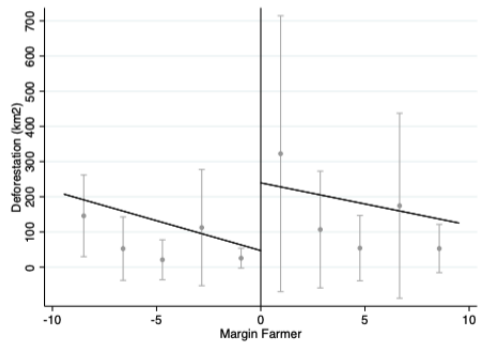
## Bragança and Dahis (2021)

- ▶ Questões não-exploradas na literatura
  - ▶ Como grupos de interesse locais afetam desmatamento?
  - ▶ E como tais grupos reagem a incentivos políticos de degradação ambiental?
- ▶ Exploram duas dimensões de variação
  - ▶ Antes e depois do PPCDAm em nov/2004: forte aumento de *enforcement*.
  - ▶ Eleições apertadas de ruralistas (prefeitos fazendeiros).
    - ▶ Fazendeiro: ocupações auto-declaradas nos dados do TSE.
- ▶ Resultados principais
  - ▶ Eleger fazendeiros pré-PPCDAm tem efeito grande em desmatamento.
  - ▶ Efeito desaparece pós-PPCDAm e fazendeiros perdem vantagem eleitoral.
  - ▶ Um mecanismo: ajuste de esforço em receitas de convênios.

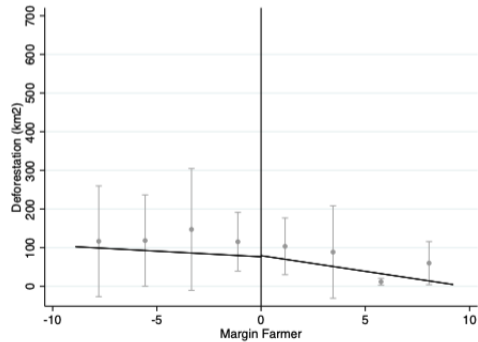
# Efeito de prefeitos fazendeiros em desmatamento

Figure 2: Effect of electing a farmer mayor on deforestation

(a) Pre



(b) Post



# Hoje

Panorama Geral

Consumo e investimento

Pagamento por serviços ambientais (PES)

*Enforcement* e capacidade do estado

Política

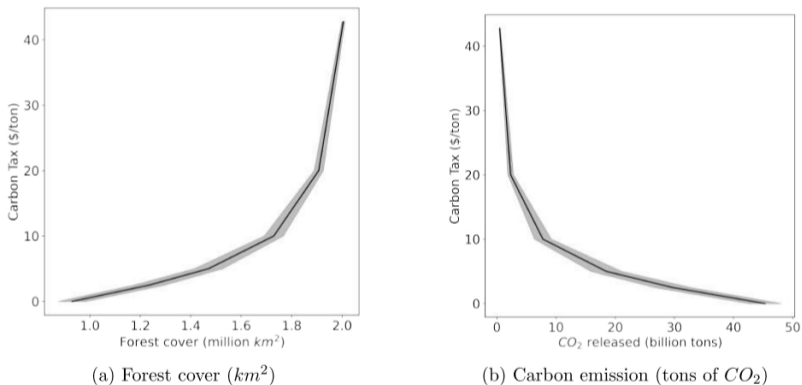
Desmatamento ótimo

## Desmatamento ótimo?

- ▶ **Araujo et al. (2022)** estimam um modelo estrutural para tentar responder (1) qual é o nível ótimo de desmatamento na Amazônia, e (2) qual imposto de carbono alcançaria tal nível.

# Imposto de carbono

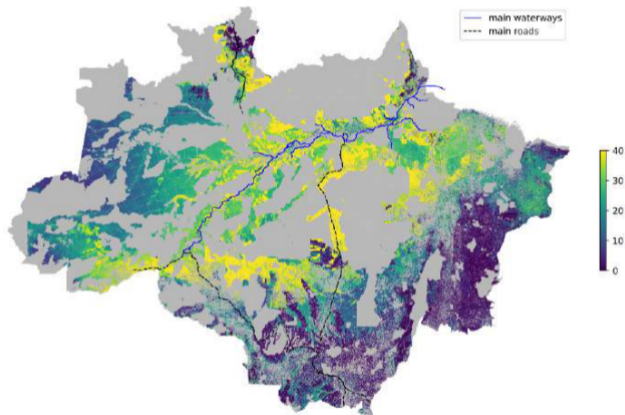
Figure 4: Forest Cover and Carbon Emissions by Carbon Taxes



This figure shows the steady state forest cover (a) and carbon emissions (b) for different values of carbon tax. Our baseline perceived carbon value implied by the model estimates is \$7.26 per ton of  $CO_2$ . Here, we consider carbon taxes added to the baseline perceived value of carbon. The gray shaded area shows the 95% confidence interval computed using block bootstrap with 1000 iterations for a grid of 25km by 25km.

## Desmatamento ineficiente

Figure 5: Geographical Distribution of Inefficient Emissions in Steady State



This map displays emissions in the BAU scenario (perceived carbon value of \$7.26) in excess of emissions in the efficient scenario (perceived carbon value of \$50) for each pixel.



## Referências I

- Alix-Garcia, Jennifer, Craig McIntosh, Katharine R. E. Sims, and Jarrod R. Welch**, “The Ecological Footprint of Poverty Alleviation: Evidence from Mexico’s Oportunidades Program,” *Review of Economics and Statistics*, 2013, 95 (2), 417–435.
- Alix-Garcia, Jennifer M., Katharine R.E. Sims, and Patricia Yañez-Pagans**, “Only One Tree from Each Seed? Environmental Effectiveness and Poverty Alleviation in Mexico’s Payments for Ecosystem Services Program,” *American Economic Journal: Economic Policy*, 2015, 7 (4), 1–40.
- Araujo, Rafael, Francisco Costa, and Marcelo Sant’anna**, “Efficient Forestation in the Brazilian Amazon: Evidence from a Dynamic Model,” 2022.
- Assunção, Juliano, Clarissa Gandour, and Romero Rocha**, “DETERring Deforestation in the Amazon: Environmental Monitoring and Law Enforcement,” 2019.
- , —, and **Rudi Rocha**, “Deforestation slowdown in the Brazilian Amazon: prices or policies?,” *Environment and Development Economics*, 2015, 20 (6), 697–722.
- Baragwanath, Kathryn and Ella Bayi**, “Collective property rights reduce deforestation in the Brazilian Amazon,” *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2020, 117 (34), 20495–20502.

## Referências II

- Bragança, Arthur and Ricardo Dahis**, “Cutting Special Interests by the Roots : Evidence from the Brazilian Amazon,” 2021.
- Burgess, Robin, Francisco J. M. Costa, and Benjamin A. Olken**, “The Brazilian Amazon’s Double Reversal of Fortune,” 2019.
- , **Matthew Hansen, Benjamin A. Olken, Peter Potapov, and Stefanie Sieber**, “The Political Economy of Deforestation in the Tropics,” *Quarterly Journal of Economics*, 2012, 127 (4), 1707–1754.
- Dahis, Ricardo and João Pedro Vieira**, “Administrative Remoteness and Deforestation: Evidence from the Brazilian Amazon,” 2022.
- Ferraro, Paul J. and Rhita Simorangkir**, “Conditional cash transfers to alleviate poverty also reduced deforestation in Indonesia,” *Science Advances*, 2020, 6 (24).
- Foster, Andrew D. and Mark R. Rosenzweig**, “Economic Growth and the Rise of Forests,” *Quarterly Journal of Economics*, 2003, 118 (2), 601–637.
- IPCC**, “AR5 Synthesis Report: Climate Change 2014,” Technical Report 2014.

## Referências III

- Jayachandran, Seema, Joost de Laat, Eric F. Lambin, Charlotte Y. Stanton, Robin Audy, and Nancy E. Thomas**, “Cash for carbon: A randomized trial of payments for ecosystem services to reduce deforestation,” *Science*, 2017, 357 (6348), 267–273.
- Malerba, Daniele**, “Poverty alleviation and local environmental degradation: An empirical analysis in Colombia,” *World Development*, 2020, 127, 104776.
- Observatório do Clima**, “SEEG 8: Análise das Emissões Brasileiras de Gases de Efeito Estufa e suas Implicações para as Metas de Clima do Brasil 1970-2019,” Technical Report 2020.
- Ritchie, Hannah and Max Roser**, “CO2 and Greenhouse Gas Emissions,” *Our World in Data*, 2020.
- Sanford, Luke**, “Democratization, Elections, and Public Goods: The Evidence from Deforestation,” *American Journal of Political Science*, 2021, pp. 1–16.
- Stern, Nicholas**, “The Economics of Climate Change: The Stern Review,” Technical Report 2006.
- Yin Wong, Po, Torfinn Harding, Karlygash Kuralbayeva, Samantha DeMartino, Andre de Lima, and Liana O Anderson**, “Does it Work to Pay to be Green? Evidence from Brazil’s Bolsa Verde Program,” 2018.