

Uso do solo, mitigação e políticas climáticas: o compromisso do Brasil na COP21

Joaquim Bento de Souza Ferreira Filho

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

Universidade de São Paulo, Brasil.

Mark Horridge

Centre of Policy Studies – COPS; Victoria University.



Motivação

- O Brasil foi o único país a comprometer-se com metas de reduções absolutas de emissões na COP21, embora este tipo de compromisso só fosse obrigatório para países desenvolvidos.
- INDC: Intended Nationally Determined Contribution.
- Parte substancial dos compromissos assumidos pelo Brasil na COP21 deverá ser cumprida, espera-se, através de políticas de controle do desmatamento.
- Desta forma, esta linha de pesquisa visa analisar a viabilidade do atingimento daqueles objetivos via políticas de mudança do uso do solo.

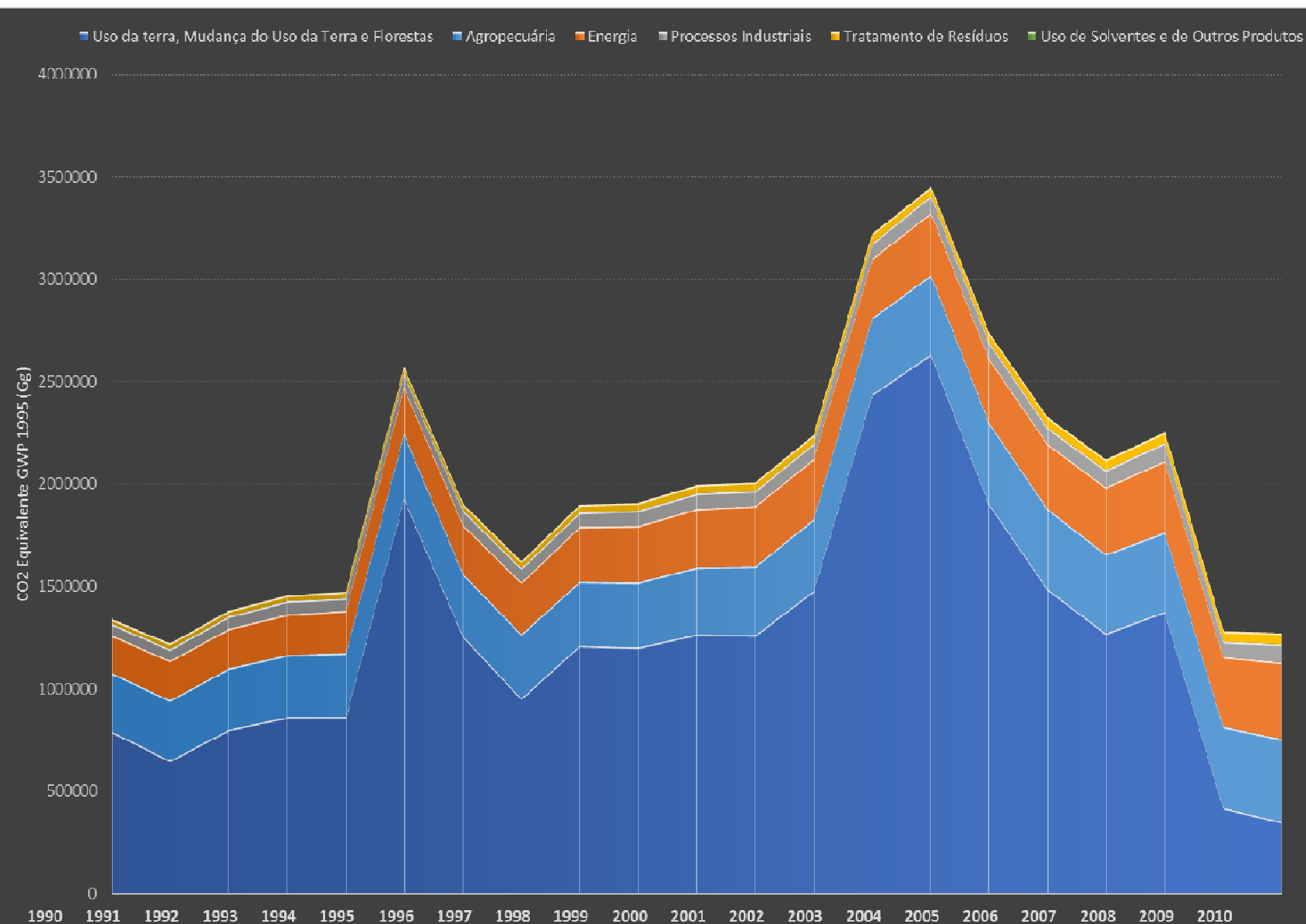
Os compromissos brasileiros na COP21

- “Em conformidade com a visão de longo prazo de conter o aumento da temperatura média global abaixo de 2°C em relação aos níveis pré-industriais...” (INDC)
- Redução nas emissões de gases de efeito estufa (GHG) (base de [2.1GtCo2](#). 1Gt = 1 bilhão toneladas).
 - De 37% até 2025 (compromisso).
 - De 43% até 2030 (referência).
 - Aumento de 45% de combustíveis renováveis na matriz energética até 2030.
 - Fim do desmatamento ilegal até 2030.
 - Restauração de 15 milhões de hectares (Mha) de pastagens degradadas até 2020.
 - Outra ações.

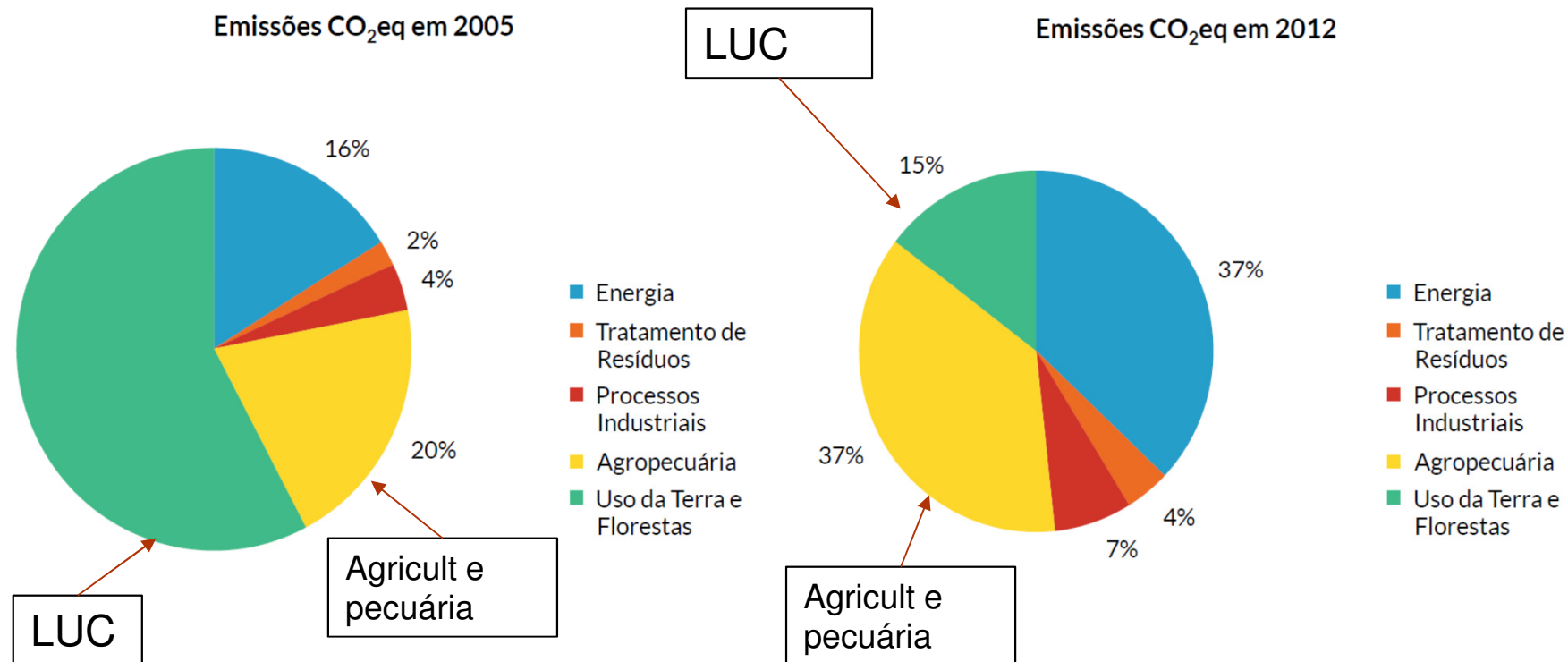
A evolução das emissões no Brasil

- O Brasil já fez grandes progressos em termos de redução de emissões, que foram reduzidas em 41,1% em 2012, quando comparado com 2005.
- A maior parte desta redução aconteceu devido à redução no desmatamento.
- Entretanto, a agropecuária e a geração de energia aumentaram a sua contribuição no período:
 - Emissões em LUC foram reduzidas em 81%.
 - A agropecuária aumentou em 7,9%.
 - Setor de energia aumentou emissões em 35,9%.

Evolução das emissões no Brasil



Evolução das emissões de CO₂ no Brasil



Compromissos (MCTI, 2014)

- Representam emissões:
 - De 1,3 GtCO₂ eq em 2025;
 - De 1,2 GtCO₂ eq em 2030;
- Em termos “per capita”, as emissões que eram de 14,4 GtCO₂ eq em 2004 devem se reduzir para:
 - 6,2 GtCO₂ eq em 2025; e
 - 5.4 GtCO₂ eq em 2030
- Isso representa um grande desafio para a economia brasileira, especialmente se considerarmos que o Brasil ainda tem uma parcela significativa da população na pobreza.

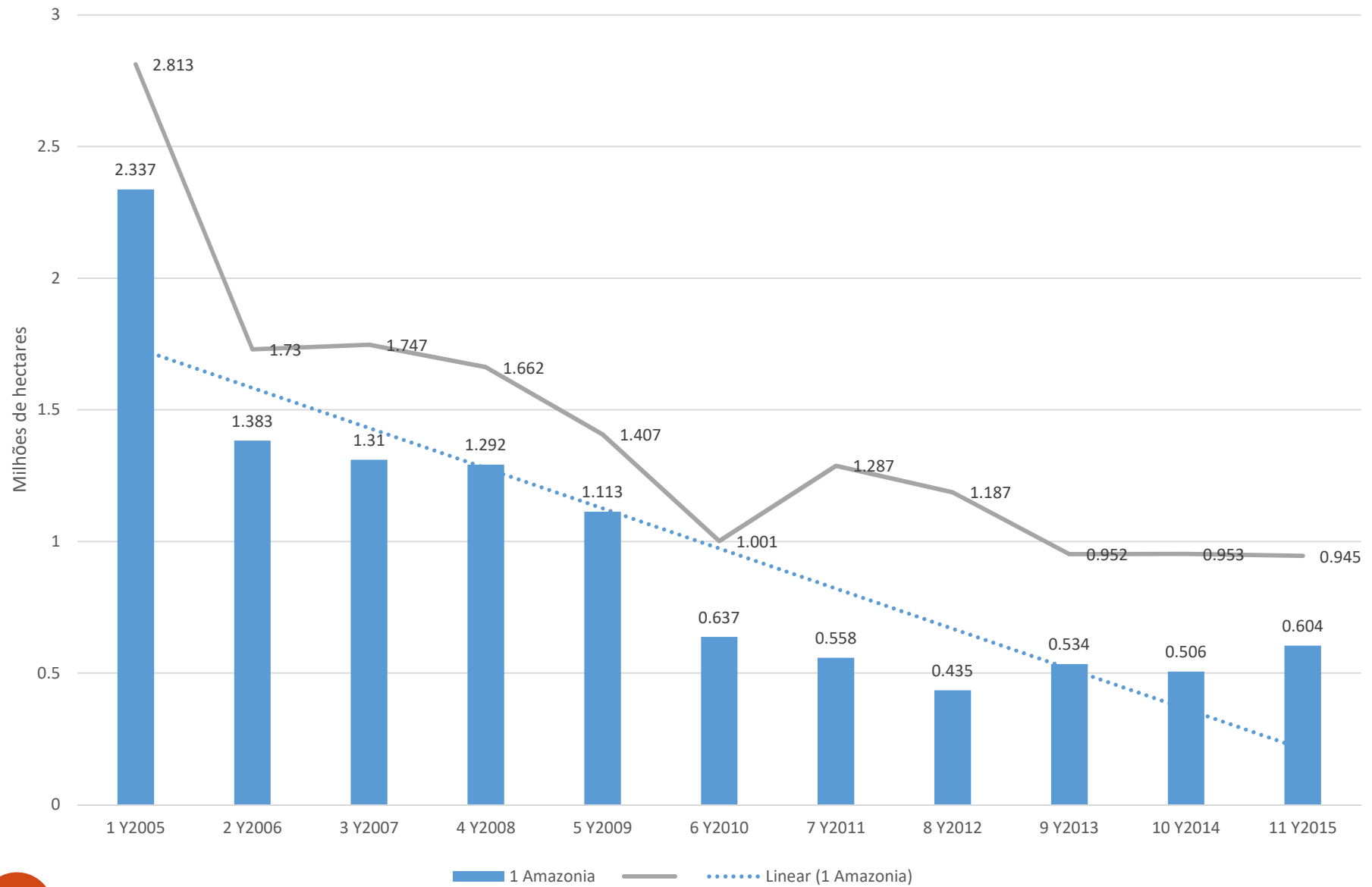
O atingimento das metas

- Depende fortemente da redução do desmatamento.
- Como visto, o Brasil tem feitos grandes progressos neste campo, mas...o desmatamento aumentou novamente nos últimos anos:
 - Bioma Amazonia: 0.8 Mha em 2016, depois de um mínimo de 0,46 Mha em 2014 (2,9 Mha em 1995).
- Além disso, temos ainda o desflorestamento no bioma Cerrado, também muito importante, mas:
 - Tem chamado menos a atenção.
 - Tem recebido menos ações de políticas em termos de controle.

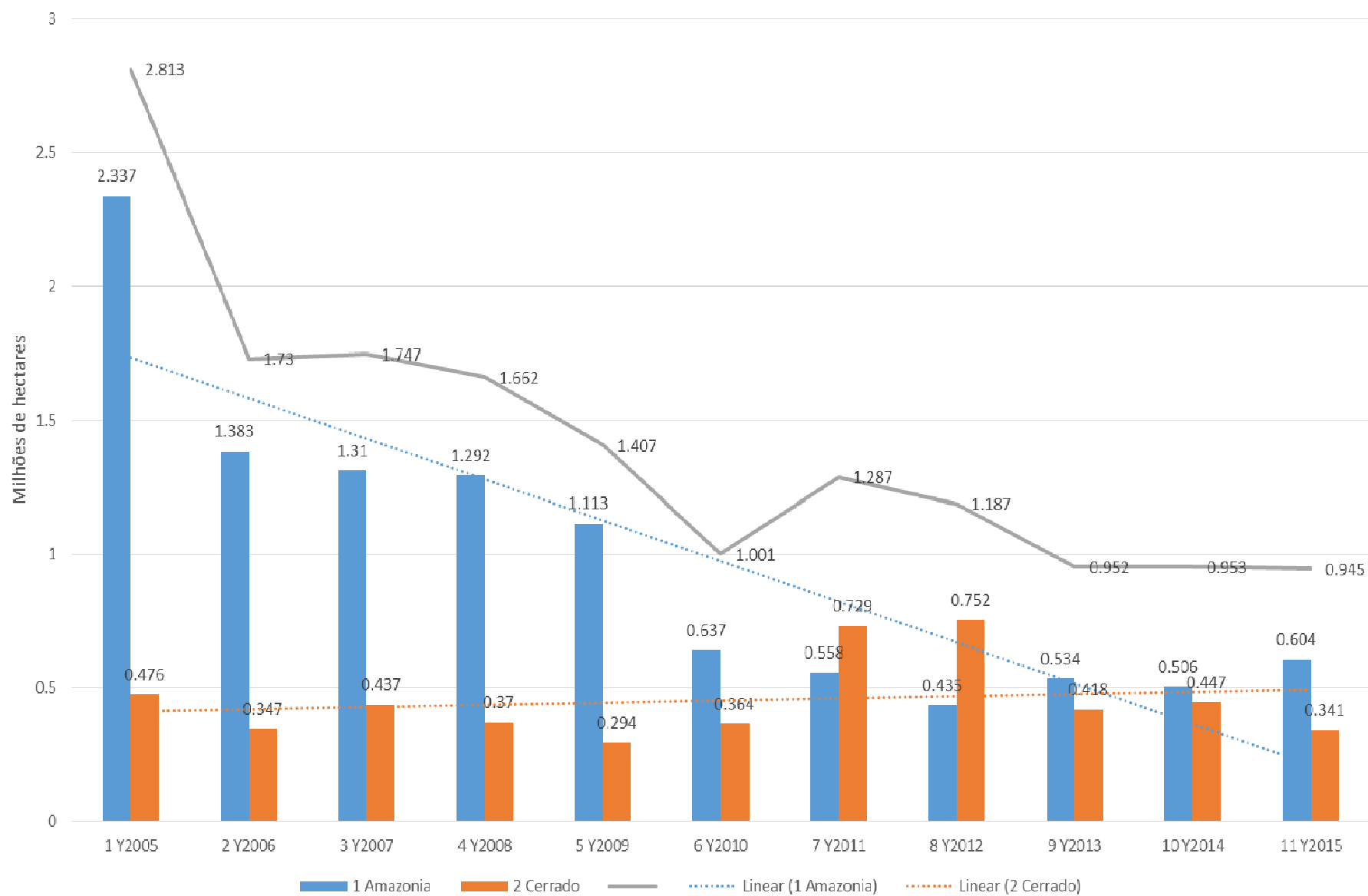
Bioma Cerrado

- Compreende um área de 203 Mha, localizada na região central do Brasil.
- Segundo maior bioma da América do Sul, ocupando 25% do território nacional.
- As políticas de combate ao desflorestamento tem colocado muito menos ênfase neste bioma.
- Como consequência, a taxa de desmatamento tem crescido rapidamente, atingindo um pico de 0,75 Mha em 2012, uma taxa maior do que a do bioma Amazônia.

Evolução do desmatamento no bioma Amazonia



Evolução do desmatamento nos biomas Amazonia e Cerrado



A INDC do Brasil

- É bastante vaga em detalhes de implementação.
- Exemplo: refere-se ao fim do desmatamento ilegal.
- Mas ainda há muito espaço para desmatamento legal no Brasil.
- Ou seja, o desflorestamento não vai parar nos próximos anos, uma vez que ainda existe um grande estoque de florestas em terras privadas, passíveis de desmatamento legal.
- IMAFLORA (2017): estimou (imagens de satélite) que ainda há 36 Mha de terras com alta ou muito alta aptidão agrícola (64,7 Mha se incluídas as de média aptidão), em terras privadas passíveis de desflorestamento legal.

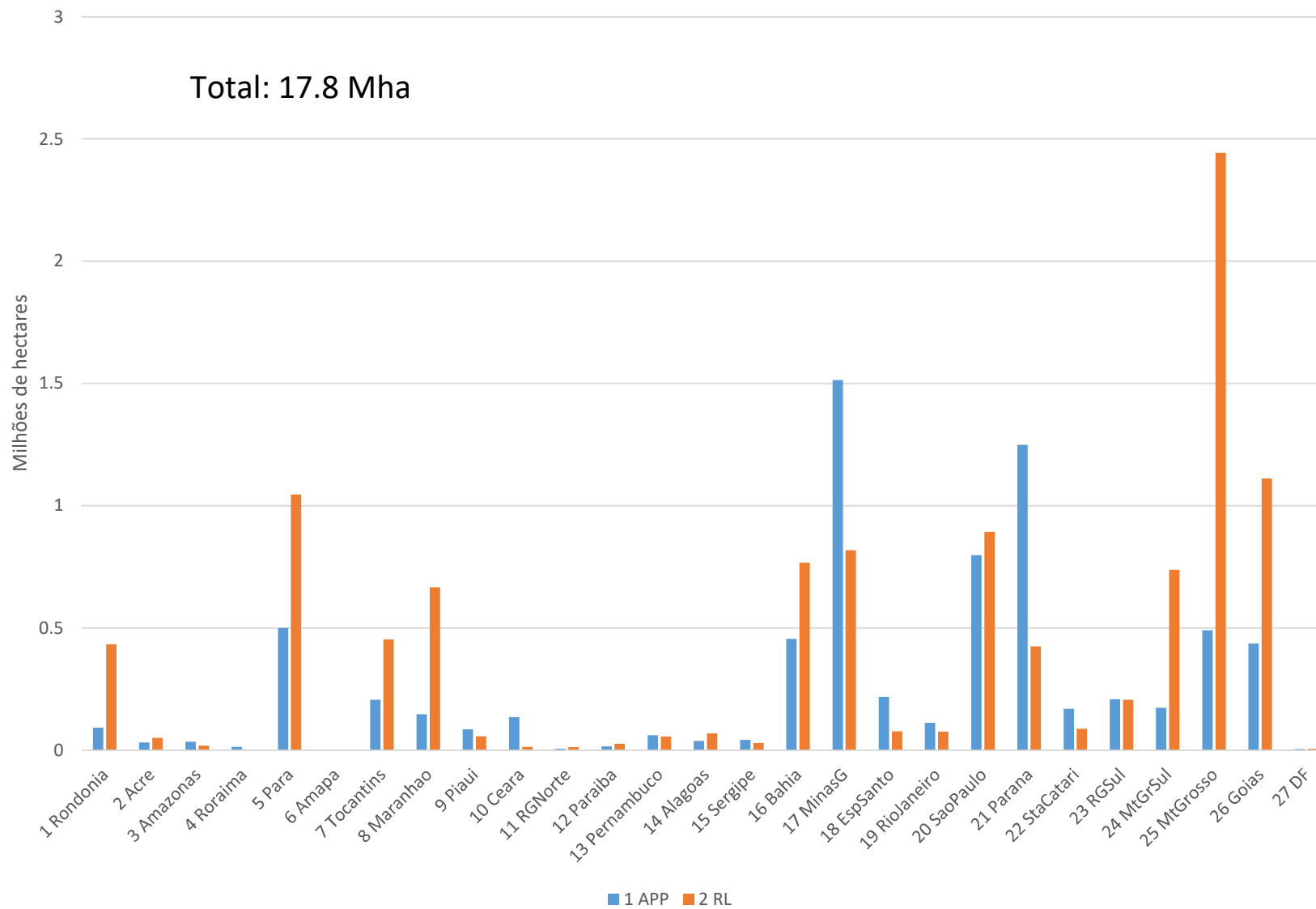
O (novo) Código Florestal Brasileiro

- Não incluído na INDC do Brasil, mas também importante para esta discussão estão as metas do novo Código Florestal do Brasil.
- Prevê necessidade de reflorestamento de áreas desmatadas, com o objetivo de recompor:
 - Áreas de Reserva Legal.
 - Áreas de Preservação Permanente.
- Embora ainda esteja em discussão no congresso, é possível calcular, na versão atual, os déficits existentes, por unidade da federação.

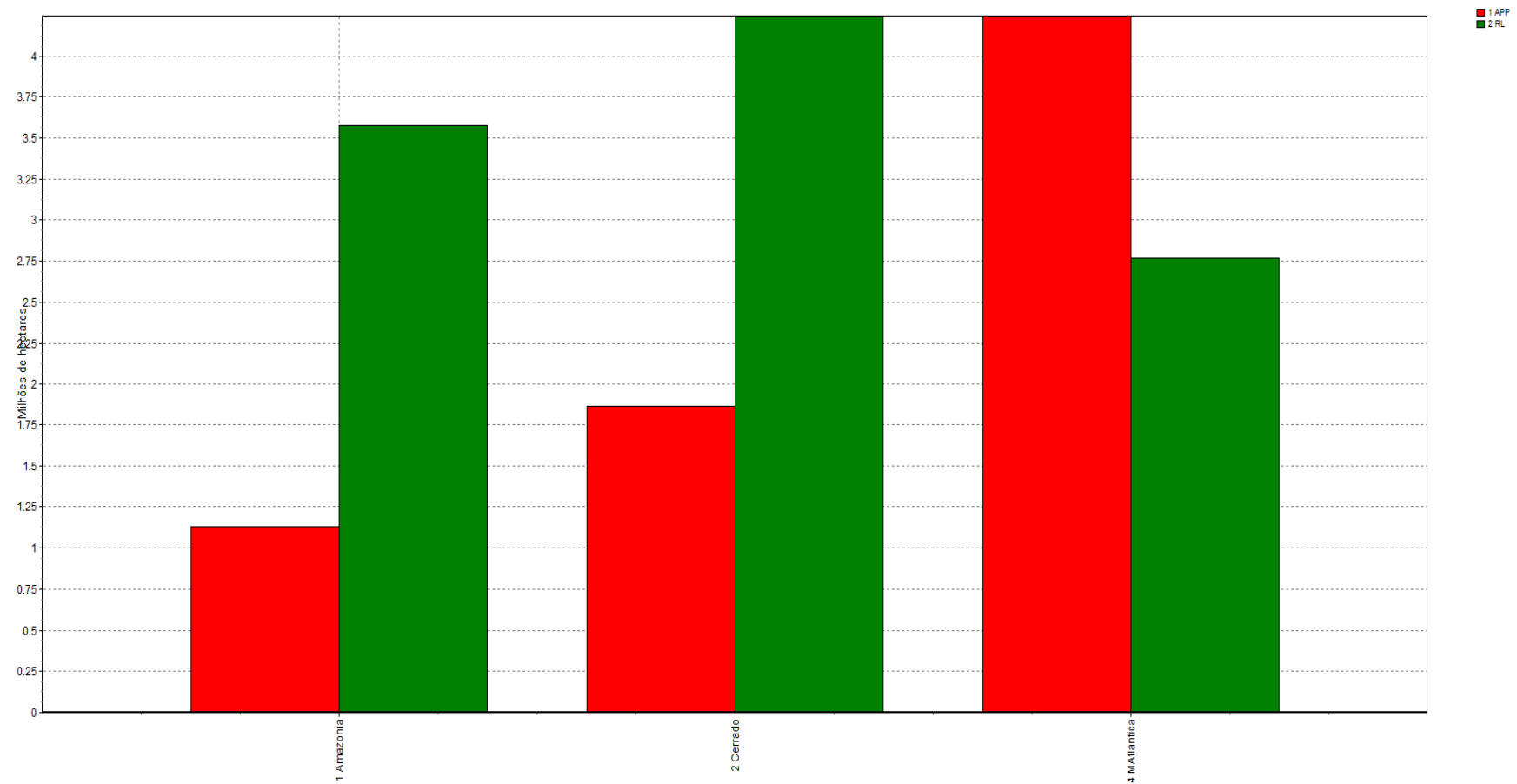
Desflorestamento em terras públicas (ilegal) e terras privadas.

	Amazonia			Cerrado			Mata Atlantica			TOTAL
	Publica (Parc.)	Privada (Parc.)	Total (Mha)	Publica (Parc.)	Privada (Parc.)	Total (Mha)	Publica (Parc.)	Privada (Parc.)	Total (Mha)	Mha
2005	0.18	0.82	2.34	0.06	0.94	0.48	0	1	0.033	2.85
2006	0.23	0.77	1.38	0.03	0.97	0.35	0	1	0.035	1.77
2007	0.23	0.77	1.31	0.02	0.98	0.44	0	1	0.035	1.78
2008	0.22	0.78	1.29	0.02	0.98	0.37	0	1	0.035	1.70
2009	0.15	0.85	1.11	0.04	0.96	0.29	0	1	0.015	1.42
2010	0.27	0.73	0.64	0.05	0.95	0.36	0	1	0.015	1.02
2011	0.25	0.75	0.56	0.04	0.96	0.73	0	1	0.014	1.30
2012	0.28	0.72	0.44	0.03	0.97	0.75	0	1	0.023	1.21
2013	0.28	0.72	0.53	0.02	0.98	0.42	0	1	0.025	0.98
2014	0.28	0.72	0.51	0.02	0.98	0.45	0	1	0.018	0.97
2015	0.27	0.73	0.60	0.02	0.97	0.34	0	1	0.019	0.96

Déficits APP e RL do novo Código Florestal



Deficits APP e RL por bioma.



Objetivo deste estudo

- Analisar o compromisso brasileiro na COP21, com foco nos objetivos de LUC e desflorestamento.
- Nova contribuição à literatura:
 - Inclusão do desmatamento no bioma Cerrado na discussão (trabalho anterior havia incluído apenas o bioma Amazônia).
 - Inclusão de parte das metas do novo Código Florestal.

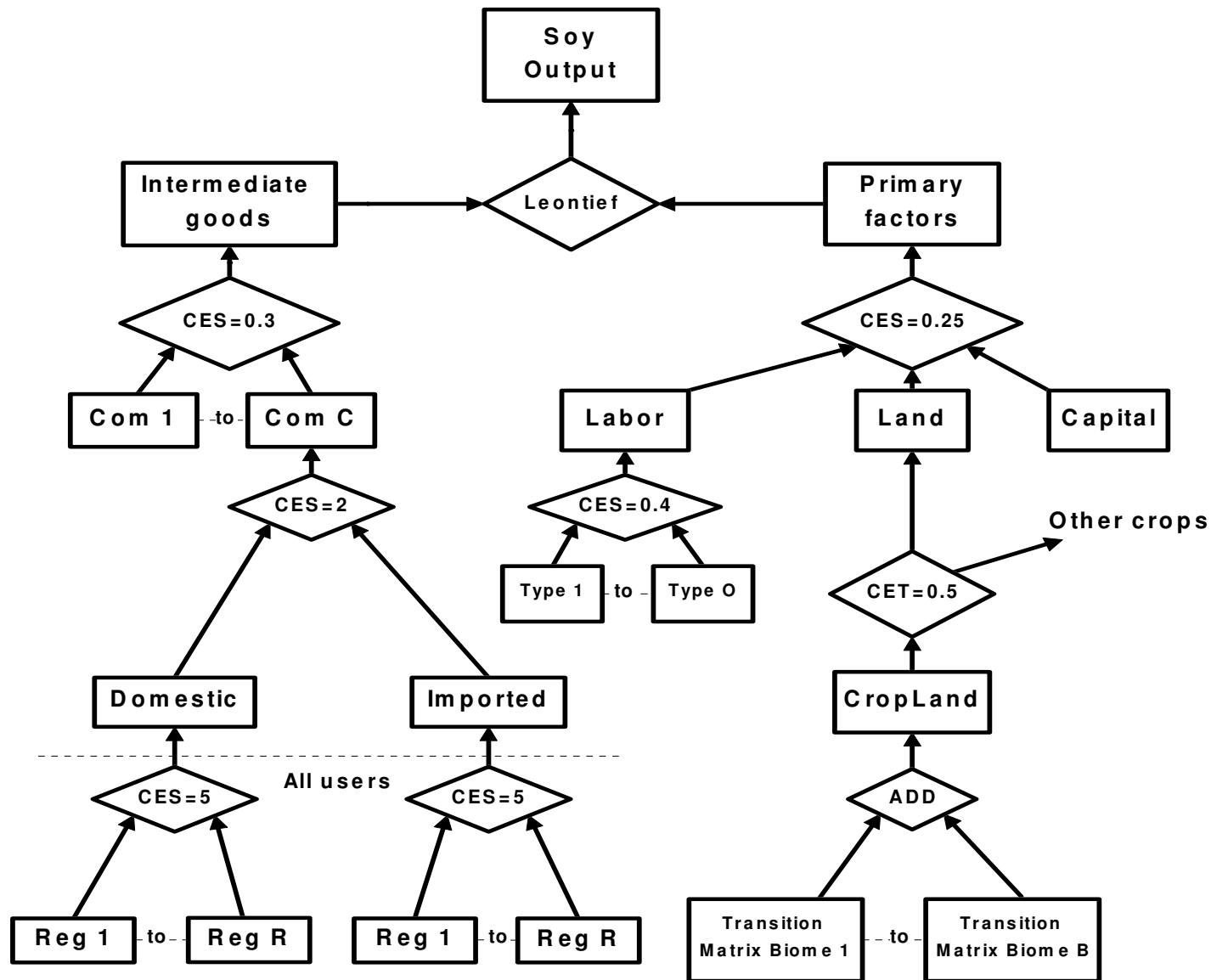
Modelo de equilíbrio geral computável: TERM-BR

- Modelo dinâmico recursivo, inter-regional, bottom-up.
- 38 setores de atividade.
- 10 tipos de famílias, classificadas por faixa de renda familiar.
- 10 tipos de trabalho, classificados por faixa de salário.
- 16 regiões, ligadas entre si por matrizes de comércio.
- Ano inicial de calibração: 2005.
- Simulações históricas de atualização da base de dados até 2015.
- Módulo de USO DA TERRA baseado no conceito de MATRIZ DE TRANSIÇÃO: sumariza as diferentes forças atuando no desmatamento.

Nesta versão do modelo

- 355 blocos de equações, com 637 mil equações separadas.
- 351 variáveis, com 686 mil componentes.

Função de produção (exemplo)



Matriz de transição na mudança de uso do solo: 1994-2002 (INPE, observado, médias anuais). Mha.(ver [Premod.har](#))

São Paulo	1 Crop	2 Pasture	3 PlantForest	4 Unused	Total ano t
1 Crop	6.63	0	0	0.01	6.64
2 Pasture	0	7.09	0	0	7.1
3 PlantForest	0	0	0.39	0	0.39
4 Unused	0.01	0	0	10.68	10.7
Total ano t+1	6.64	7.09	0.39	10.7	24.82
Mato Grosso	1 Crop	2 Pasture	3 PlantForest	4 Unused	Total ano t
1 Crop	8.85	0.16	0	0.01	9.02
2 Pasture	0.14	21.57	0	0.04	21.75
3 PlantForest	0	0	0.11	0	0.11
4 Unused	0.29	0.82	0	58.34	59.45
Total ano t+1	9.28	22.55	0.11	58.39	90.34

A matriz de transição mostra probabilidades de Markov (parcelas) de um hectare de terra com particular uso em dado ano possa estar em outro uso no próximo ano.

Florestas naturais: 6 biomas

Amazonia

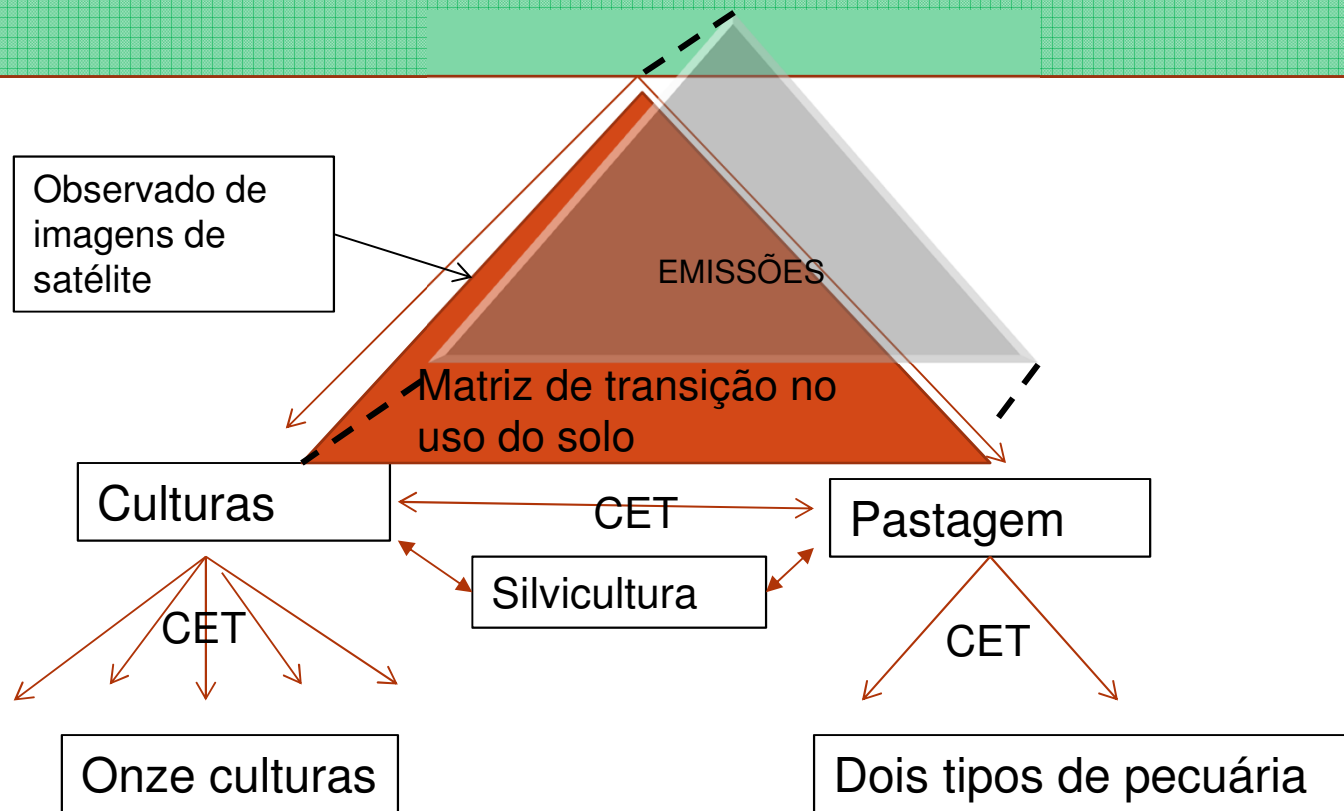
Cerrado

Caatinga

Atl. Forest

Pampa

Pantanal



Matriz de transição:
Resumo de diferentes fatores afetando o desflorestamento.
Guia o uso da terra entre anos

Simulação: 2016-2030

- Hipótese: na linha de base o desflorestamento acontece apenas nos estados onde há estoques disponíveis (fronteira agrícola).
- Recomposição de acordo com os deficits ambientais.
- Recomposição sobre áreas de Pastagens.



Linha de base e estratégia de simulação

- Primeira etapa: atualizar o modelo de 2005 até 2015: simulação histórica.
 - Valores observados dos agregados macroeconômicos, população e desflorestamento, por bioma.
- Segunda etapa:
 - Simulação. Crescimento da economia de 2,5% ao ano do PIB, até 2030.
 - Crescimento populacional projetado pelo IBGE, por estado.
 - Desmatamento por bioma, média do observado nos últimos 5 anos (três anos para o cerrado), para os biomas Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica.

Linha de base e estratégia de simulação

- Na projeção do desflorestamento, levou-se em consideração os estoques disponíveis para serem desmatados legalmente (terras privadas), por estado e por bioma:
 - O desmatamento foi interrompido quando aquele limite era atingido:
 - Aconteceu mais no bioma Amazonia, onde há mais terras protegidas (reservas, terras indígenas, etc):
 - Maranhão e Tocantins o estoque acabaria em 2022.
 - Cerrado: só acaba no Paraná em 2021.
 - Ver arquivo .sl4, variável del_BRDBIO(Unused,*).

Cenários simulados

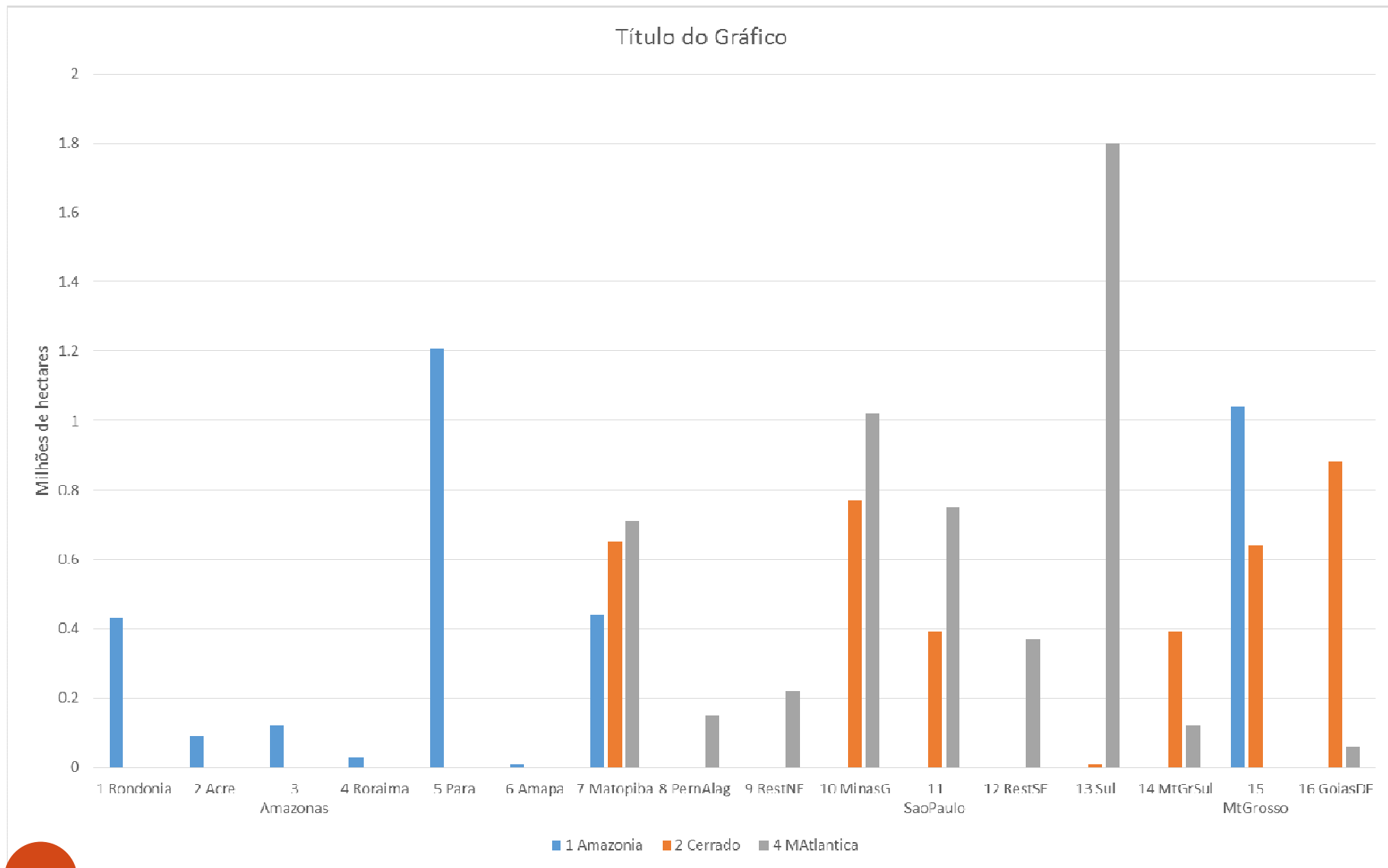
		INDC targets	
	CEN1	CEN2	CEN3
Cenário	Fim do desflorestamento ilegal (terras públicas) até 2030	CEN1 + Código Florestal: toda a APP + 50% da RL.	Troca do desmatamento na Amazonia pelo Cerrado
Área a ser recomposta (perda de Pastagens)	2.25 Mha	12.3 Mha	7.3 Mha poupados na Amazonia e desmatados no Cerrado

Hipótese: toda a restauração ocorrerá sobre áreas de pastagens (Soares Filho et al, 2014).

Cenário 2: Restauração florestal. Milhões de hectares.

	Bioma			
Região	1 Amazonia	2 Cerrado	4 MAatlantica	Total
1 Rondonia	0.43	0.00	0.00	0.43
2 Acre	0.09	0.00	0.00	0.09
3 Amazonas	0.12	0.00	0.00	0.12
4 Roraima	0.03	0.00	0.00	0.03
5 Para	1.21	0.00	0.00	1.21
6 Amapa	0.01	0.00	0.00	0.01
7 Matopiba	0.44	0.65	0.71	1.81
8 PernAlag	0.00	0.00	0.15	0.15
9 RestNE	0.00	0.00	0.22	0.22
10 MinasG	0.00	0.77	1.02	1.80
11 SaoPaulo	0.00	0.39	0.75	1.14
12 RestSE	0.00	0.00	0.37	0.37
13 Sul	0.00	0.01	1.80	1.82
14 MtGrSul	0.00	0.39	0.12	0.51
15 MtGrosso	1.04	0.64	0.00	1.69
16 GoiasDF	0.00	0.88	0.06	0.93
Total	3.38	3.74	5.20	12.32

Restauração vegetal Código Florestal (APP + 50% RL).



Emissões na linha de base. Gg CO2

	Atividades e demanda final	LUC	Total	Per capita
2005	790,306.0	1,329,081.0	2,119,387.0	0.0115
2025	1,309,406.1	200,810.3	1,510,216.5	0.0050
2026	1,326,660.9	197,518.2	1,524,179.0	0.0049
2027	1,343,455.9	194,995.6	1,538,451.5	0.0049
2028	1,360,185.6	192,727.9	1,552,913.5	0.0049
2029	1,377,079.5	190,535.4	1,567,614.9	0.0048
2030	1,394,289.6	188,353.6	1,582,643.2	0.0048
Objetivo para 2025			1,320,000.0	0.0062

Resultados: Macroeconômicos. Var. % acumuladas em 2030.

	Cenário 1: fim desmatamento terras públicas	Cenário 2: Código Florestal	Cenário 3: Compensação Amazonia x Cerrado
Real Household consumption	-0.11	-1.13	-0.02
Export Volume (index)	0.32	2.8	0.1
Real GDP	-0.12	-1.12	-0.03
Aggregate employment	0	0	0.01
Real wage	-0.25	-2.47	-0.07

Preço-sombra da política

Resultados econômicos regionais: variação % PIB, acumulado em 2030

Region	SCEN1	SCEN2	SCEN3
1 Rondonia (N)	-1.79	-2.00	-3.11
2 Acre (N)	-1.48	-1.49	-4.89
3 Amazonas (N)	-0.18	-0.33	-0.48
4 Roraima (N)	-0.46	-0.75	-1.37
5 Para (N)	-0.59	-1.16	-2.21
6 Amapa (N)	-0.18	-0.93	-0.15
7 Matopiba (NE)	-0.16	-1.36	0.65
8 PernAlag (NE)	-0.08	-0.95	-0.01
9 RestNE (NE)	-0.11	-1.21	-0.01
10 MinasG (SE)	-0.06	-1.29	0.15
11 SaoPaulo (SE)	-0.06	-0.63	-0.05
12 RestSE (SE)	-0.03	-0.28	-0.02
13 Sul (S)	-0.12	-1.72	-0.07
14 MtGrSul (CW)	-0.14	-1.63	0.15
15 MtGrosso (CW)	-0.41	-3.01	-0.48
16 GoiasDF (CW)	-0.16	-1.86	0.11

Variação na produção, acumulado em 2030.

natagricxtot(D)	CEN1	CEN2	CEN3
1 ArrozCasca	-0.28	-2.93	-0.13
2 MilhoGrao	-0.28	-2.29	-0.18
3 TrigoOutCere	0.20	2.11	0.13
4 CanaDeAcucar	-0.10	-1.12	-0.06
5 SojaGrao	0.25	2.10	0.18
6 OutPrServLav	0.04	0.51	-0.02
7 Mandioca	-0.24	-2.45	-0.07
8 FumoFolha	0.05	0.20	0.00
9 AlgodHerb	-0.09	-0.92	-0.05
10 FrutasCitric	-0.19	-1.97	-0.10
11 CafeGrao	0.20	1.89	0.03
12 ExplFlorSilv	0.17	1.61	0.13
13 BovOutrAnim	-1.30	-10.27	-0.83
14 LeitVacOuAni	-0.72	-10.24	-0.04

Resultados: emissões.

			Cenário 1 (terras públicas)		Cenário2 (Código Florestal)		Cenário 3 (Compens. Cerrado)	
	BASE (2005)	BASE (2025)	2025	2030	2025	2030	2025	2030
Geral (Ggton CO2eq)	0.79	1.30	1.31	1.39	1.29	1.35	1.31	1.39
LUC (Ggton CO2eq)	1.33	0.22	0.16	0.16	0.01	-0.01	0.18	1.56
Total (Ggton CO2eq)	2.12	1.53	1.47	1.54	1.30	1.33	0.00	2.95
Var (%) rel. 2005 (TOTAL)		-27.8	-30.8	-27.1	-38.5	-37.1	-30.0	-26.2
iNDC target (var %) rel. 2025		-37	-37	-43	-37	-43	-37	-43

Considerações finais

- O custo social (preço sombra) da implementação do código florestal é muito baixo: 1,12% do PIB acumulados em 2030. De fato, o custo de se zerar o desmatamento também é muito baixo.
- Os resultados do modelo não avaliam os demais ganhos ambientais (perda de biodiversidade, etc).
- Também não há custos privados de recomposição florestal.
- O custo social é diferente entre estados. Economia política do processo: mecanismos de transferência de recursos?
- Mecanismos de REDD?

Considerações finais

- Se as metas do Código Florestal não foram implementadas, será muito difícil atingir os compromissos do Brasil na COP21 até 2025.
- Mesmo se o forem, ainda serão necessários esforços adicionais em outras áreas (energia, etc) para atingir a meta de 2030.
- Trocar desflorestamento na Amazônia por Cerrado não é viável do ponto de vista dos compromissos internacionais do país.
- Serão necessários maiores esforços em outras áreas, notadamente em energia.

Considerações finais: a Terceira Comunicação Nacional (ano base 2010, divulg. 2016)

- Revisou as emissões em 2005 de 2,1 MtCO₂ eq para 2,73 MtCO₂ eq.
- Com isso, a redução proposta na INDC de 37% em relação a 2005 atingiria 1,7 MtCO₂ eq em 2025, acima do valor da das emissões absolutas na INDC para 2025, de 1,3 MtCO₂ eq. (Anexo da INDC).
- Sem revisão das metas absolutas, a INDC representará um acréscimo, ao invés de um decréscimo, nas emissões brasileiras.
- Pressão da comunidade internacional?

Créditos

- Instituto Escolhas: financiamento desta pesquisa.
- Imaflora (Vinicius Guidotti) e Prof Gerd Sparovek (Esalq): levantamento dos dados geo-referenciados.
- Obrigado.
 - jbsferre@usp.br