



Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto
Universidade de São Paulo



Modelagem Econômica para o Estudo de Políticas Climáticas, Biocombustíveis e Mudanças no Uso da Terra

Angelo Costa Gurgel

FEA-RP – Universidade de São Paulo

MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change

Seminários Acadêmicos da Pós-Graduação em Economia - UFMG

05 de outubro de 2011

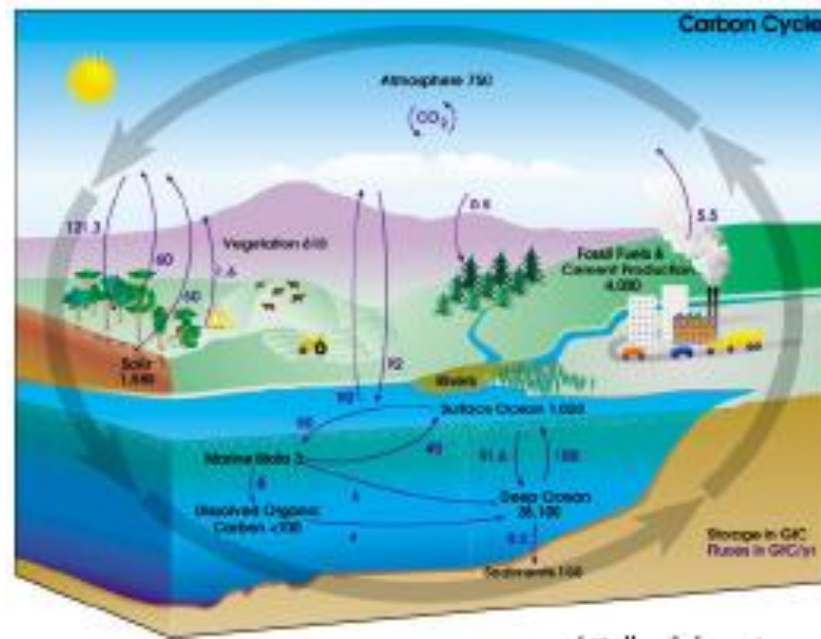
Sumário

1. Sistemas Integrados de Modelagem Climática
2. O Sistema do MIT Joint Program
3. O modelo econômico
4. Alguns resultados ilustrativos
5. Biocombustíveis e mudanças no uso da terra
6. Exemplo de desenvolvimento da modelagem e biocombustíveis e mudanças no uso da terra

1. Sistemas Integrados de Modelagem Climática

O estudo de mudanças climáticas: sistemas integrados de modelagem

- Mudanças climáticas: fenômeno complexo – exige a interação entre cientistas e modelos de diferentes áreas:
 - Ciências sociais
 - Física
 - Química
 - Oceanografia
 - Hidrologia
 - Ecossistemas

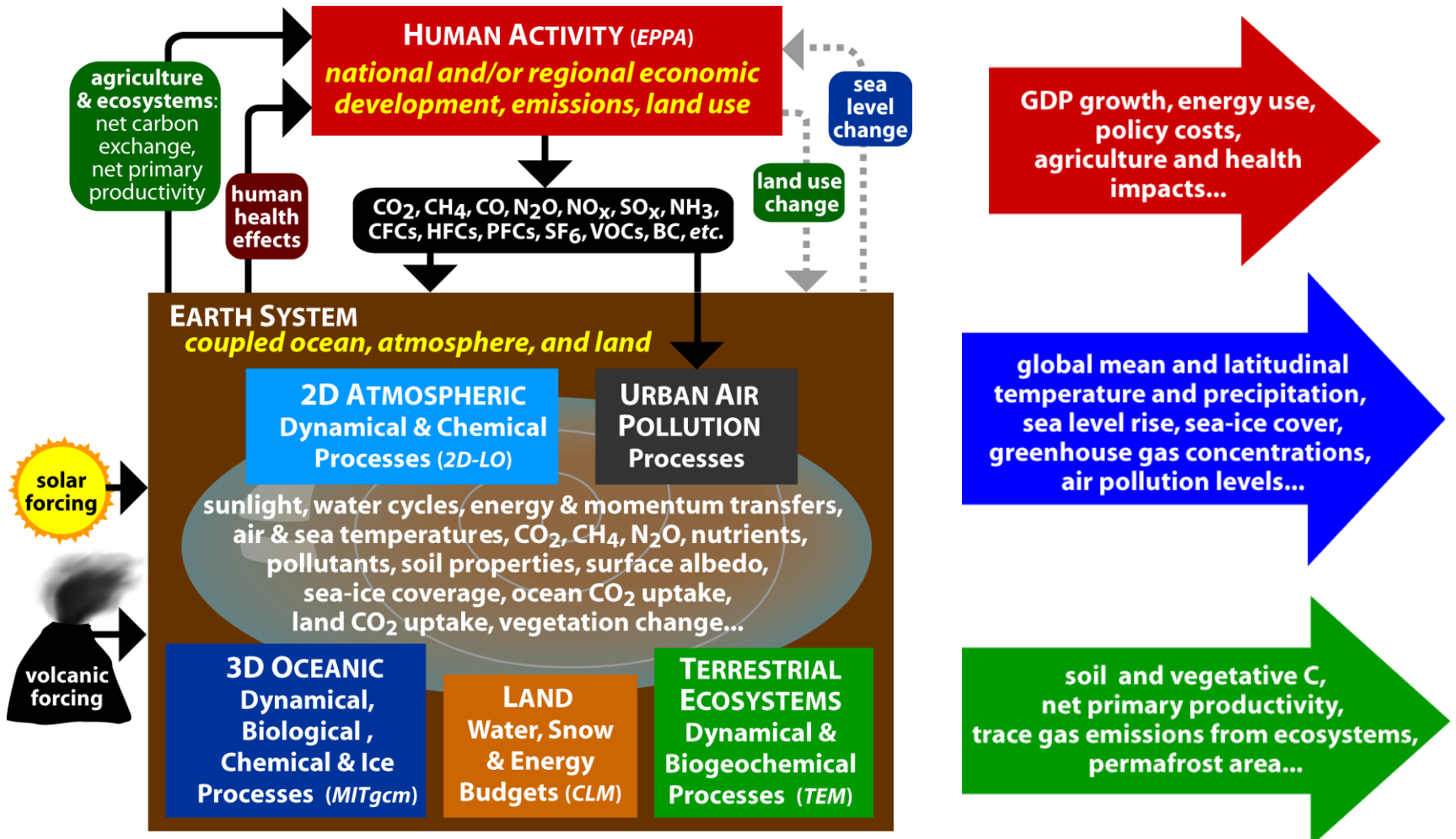


O estudo de mudanças climáticas: sistemas integrados de modelagem

- Estudar mudanças climáticas: quão difícil é isso?
 - Incertezas nas propriedades do sistema climático:
 - Absorção de carbono pelos oceanos;
 - Efeitos indiretos dos aerossóis;
 - Limitações nos dados coletados dos oceanos, terra e atmosfera;
 - Representação do processo de formação de nuvens;
 - Incertezas nas emissões de gases de efeito estufa:
 - Projeções populacionais e de crescimento econômico;
 - Evolução da tecnologia;
 - Mudanças no uso da terra;
 - Incertezas e desconhecimento dos *feedbacks* entre os sistemas climático e humano

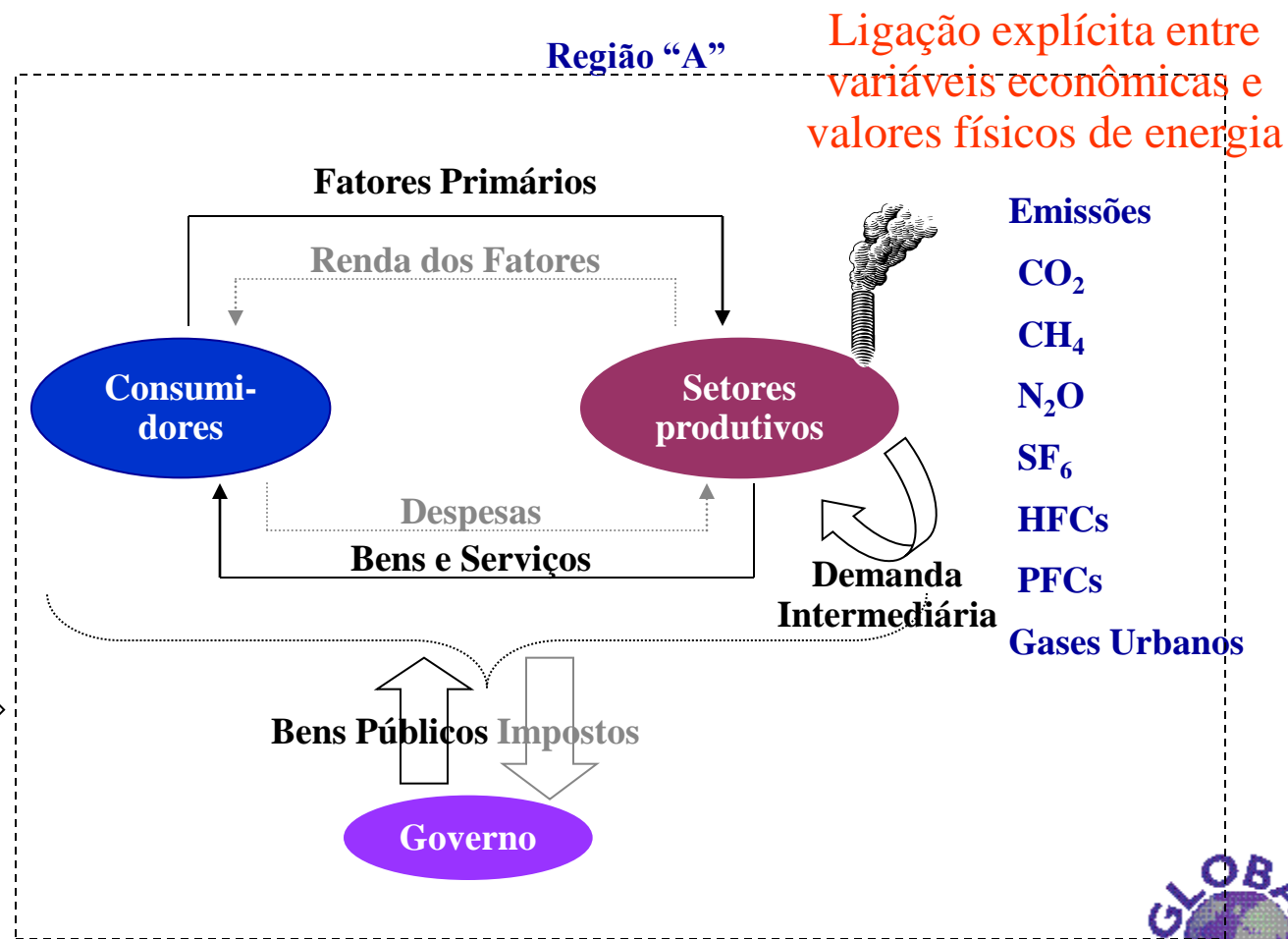
2. Um Exemplo de Sistema Integrado: o IGSM do MIT Joint Program

O Sistema Integrado do MIT Joint Program



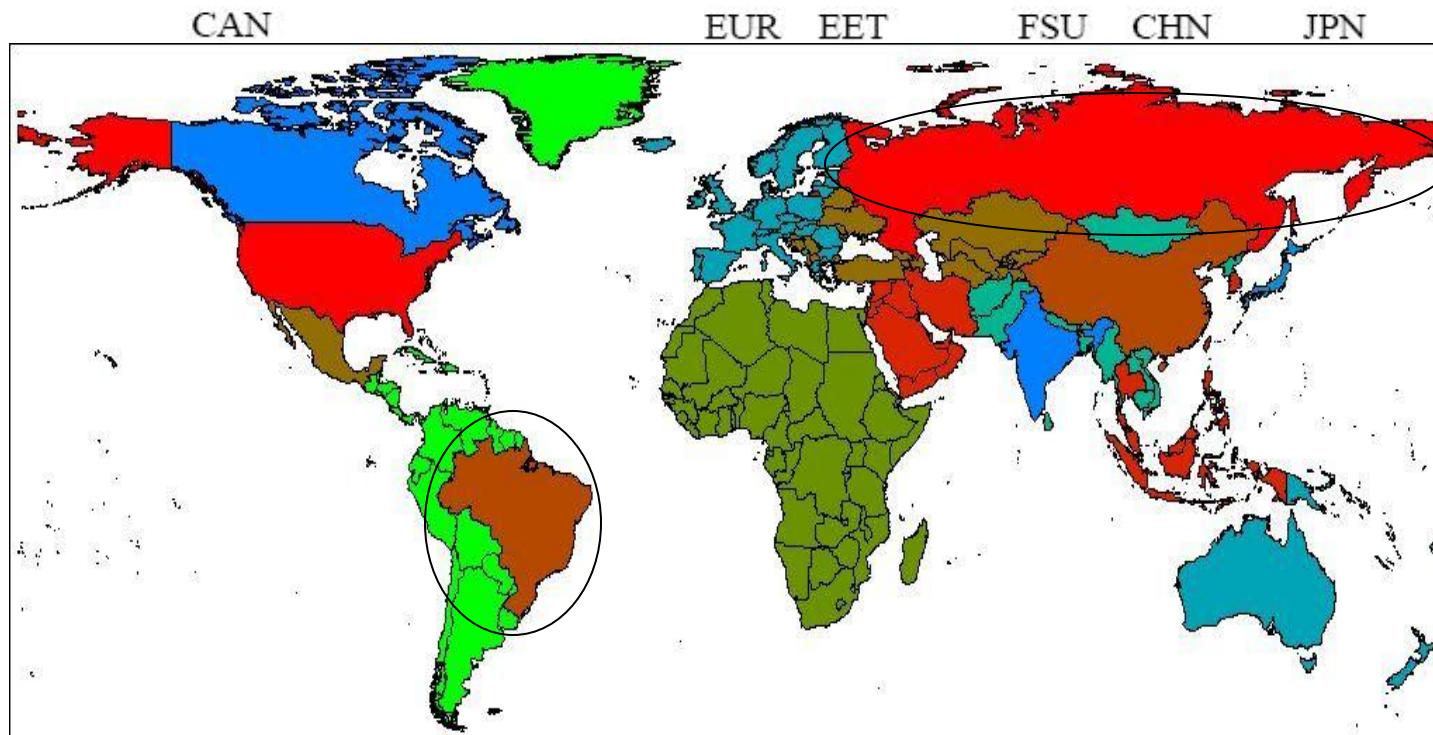
3. O modelo econômico

EPPA é um Modelo Computável de Equilíbrio Geral da Economia Global



Modelo EPPA

Países e regiões representadas



EPPA 5

Modelo EPPA

Setores Representados



Sectors

Non-Energy

Agriculture

Energy Intensive

Other Industry

Services

Industrial Transport

Household Transport

Energy

Crude oil

Refined oil

Liquid fuel from biomass

Shale oil

Coal

Natural gas

Electricity

Synthetic gas (from coal)

Crops, Livestock,
Forestry, Food

*For special
studies*

Hydrogen Cars

For special studies

Gasoline, Diesel, Refinery

Gases, Heavy Fuel Oil,

Petroleum Coke, Bitumen

Upgrading

Wind and solar

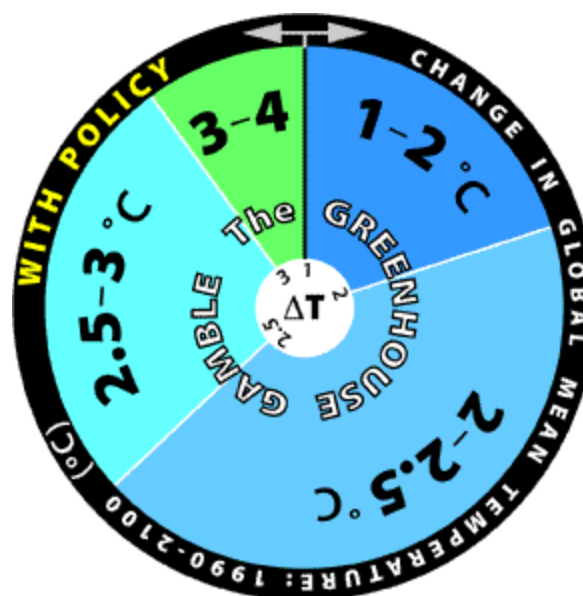
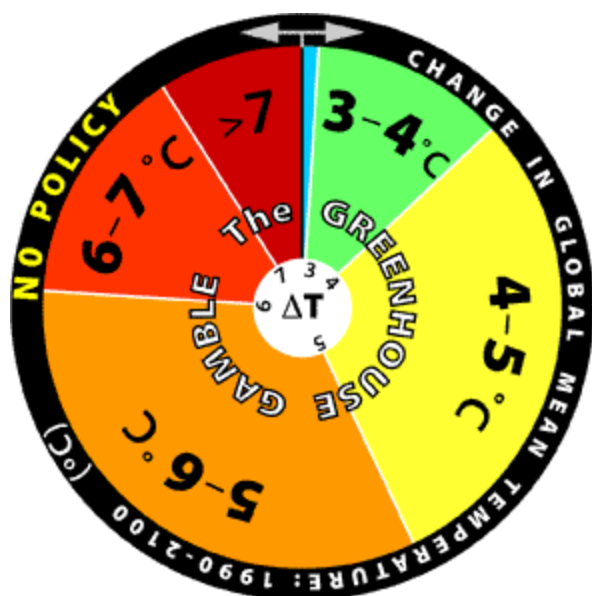
Biomass

(Baseload, Shoulder, Peaking)

4. Alguns resultados ilustrativos

A “Loteria” das Mudanças Climáticas

Estimar possíveis mudanças em temperatura e suas probabilidades em escala global, bem como as possíveis consequências e custos econômicos de tais mudanças e do controle, mitigação e adaptação

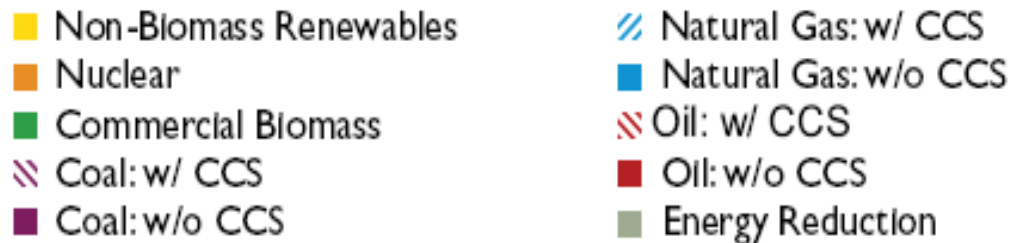


Valor presente líquido (VPL) dos custos de mitigação como % do VPL do bem-estar mundial até 2100

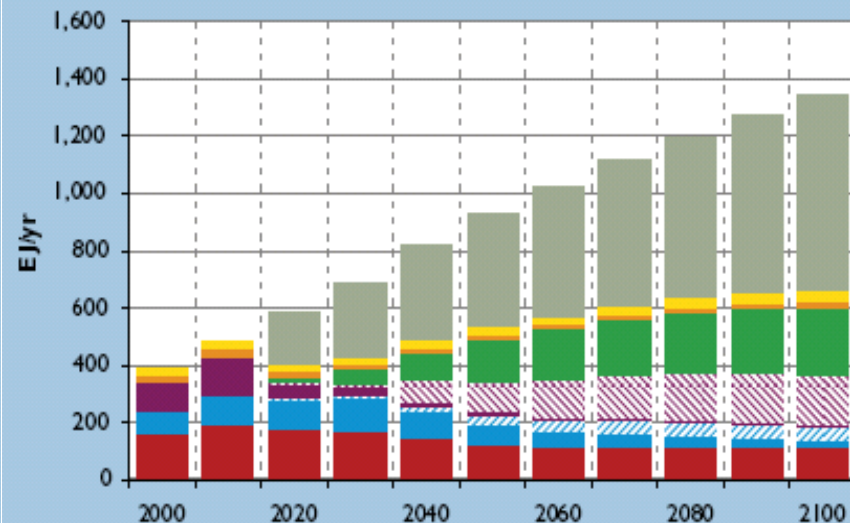
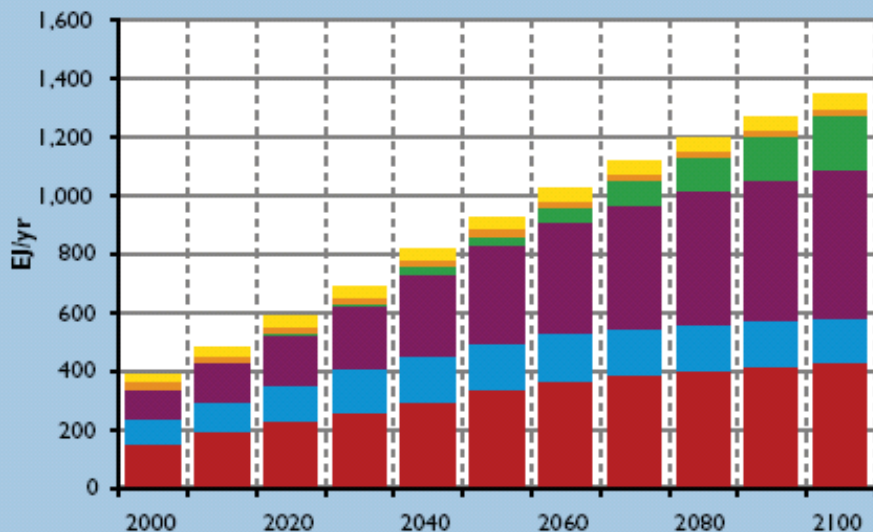
	$\Delta WL > 1\%$	$\Delta WL > 2\%$	$\Delta WL > 3\%$
No Policy			
Stabilize at 750 ppm			
Stabilize at 650 ppm			
Stabilize at 550 ppm			
Stabilize at 450 ppm			

(Associado a aumentos de temperatura próximos ou inferiores a 2° C)

O Desafio Tecnológico



IGSM

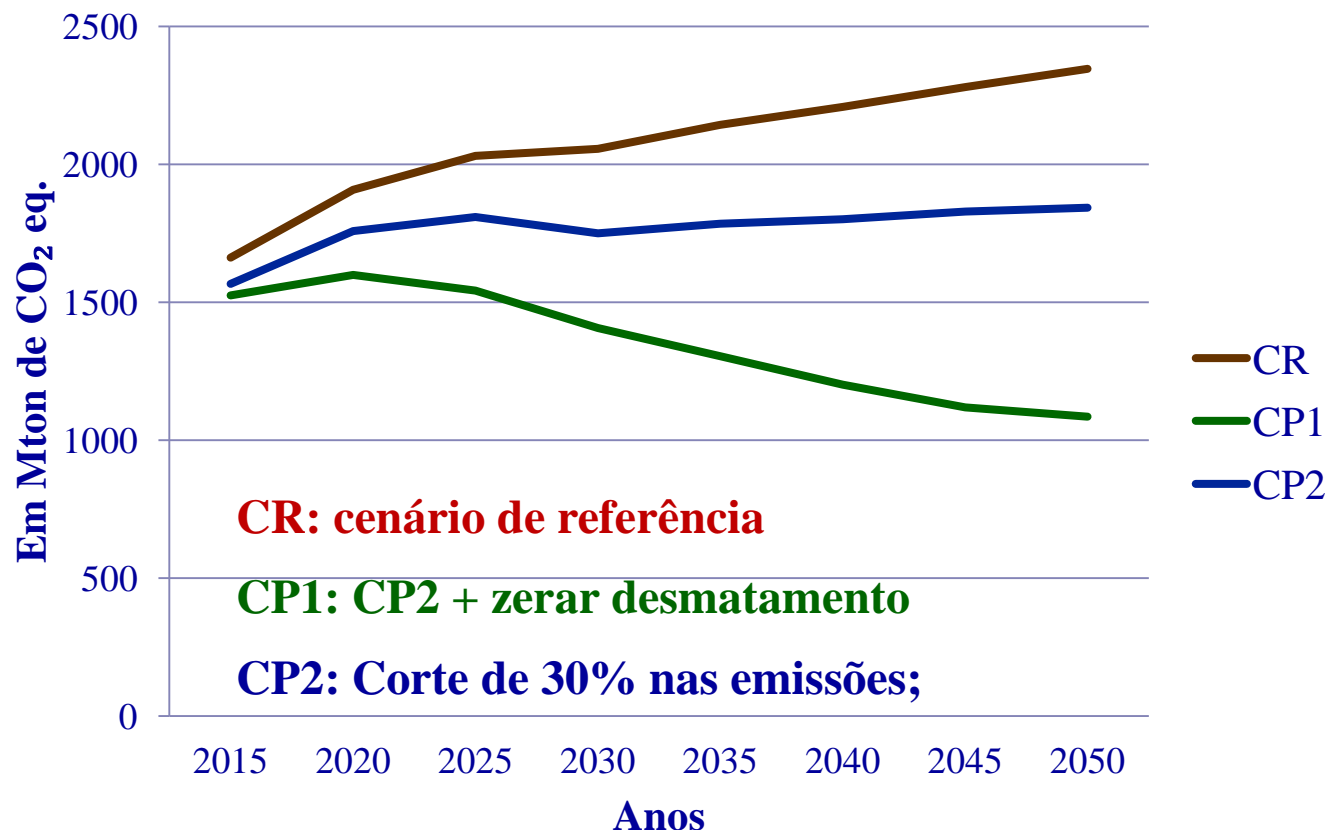


Sem controle: crescimento do uso do carvão e petróleo

450ppm CO₂: quase livre de CO₂, pouco crescimento no uso de energia, uso de biocombustíveis, energia fóssil com captura e sequestro de carbono

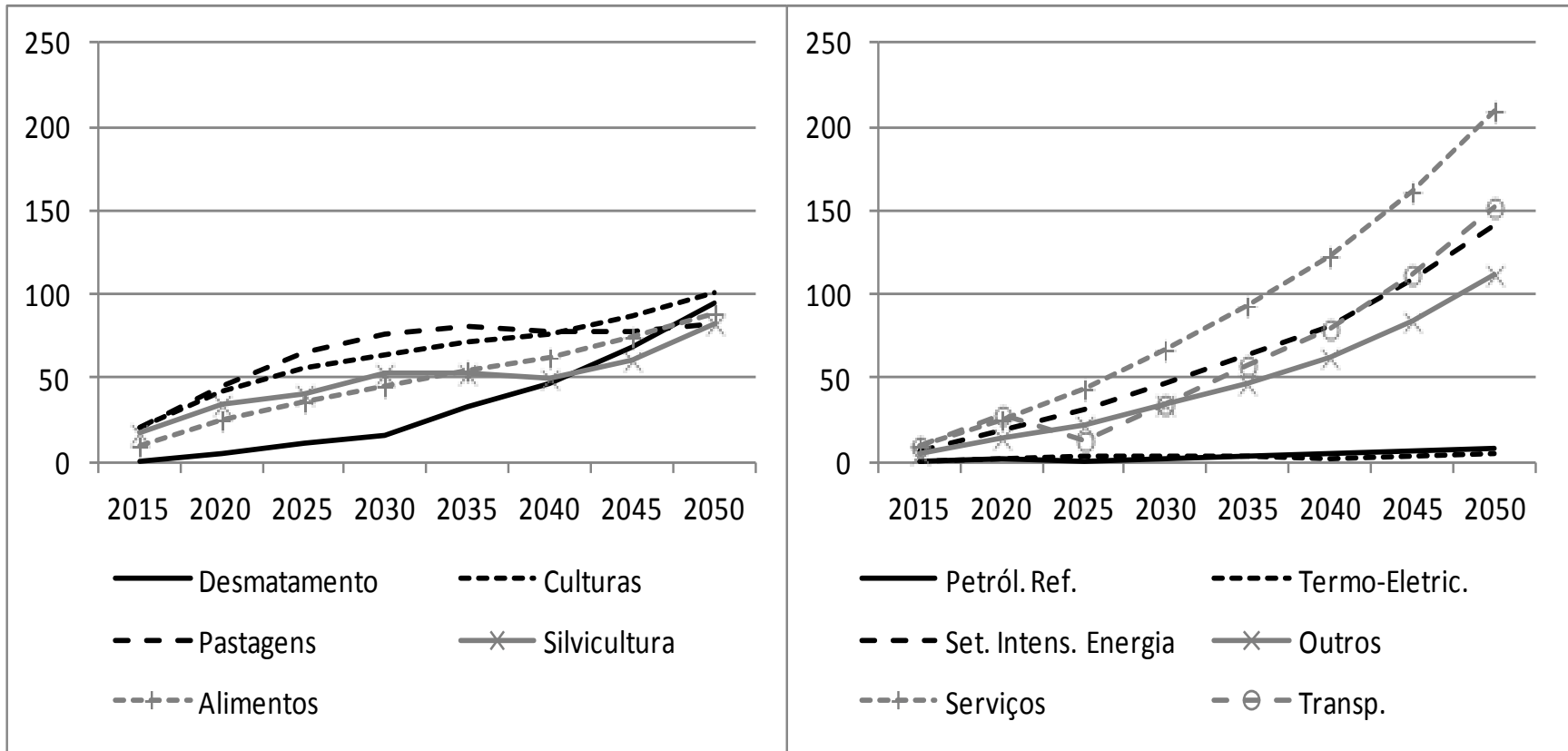
Emissões de GEEs no Brasil sob cenários de Impostos ao Carbono

Em milhões de toneladas



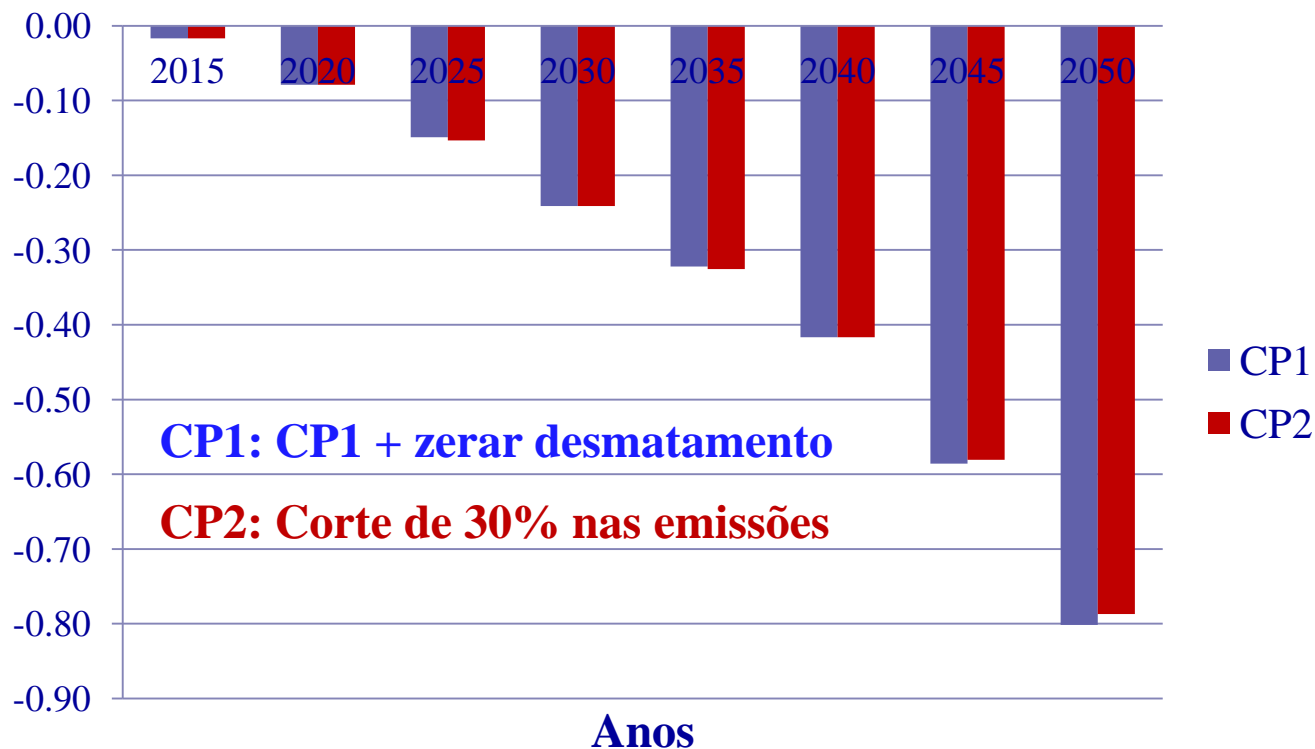
Níveis de Impostos às Emissões de GEEs no Brasil sob cenários de Impostos ao Carbono

Níveis específicos por setores (impostos em U\$/ton de CO₂-eq.)



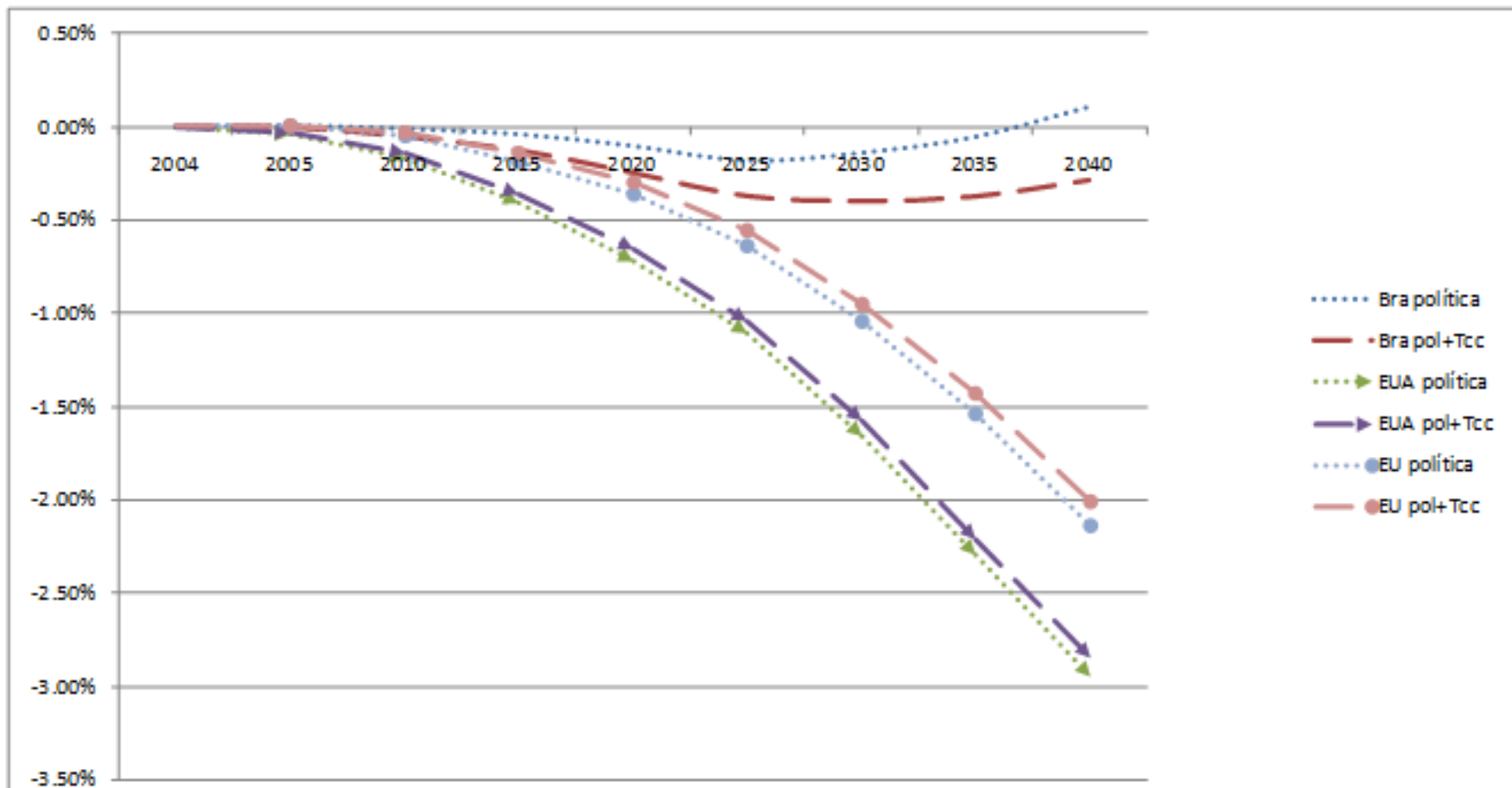
Custo Econômico da adoção de políticas de redução de emissões no Brasil

Mudanças em bem-estar



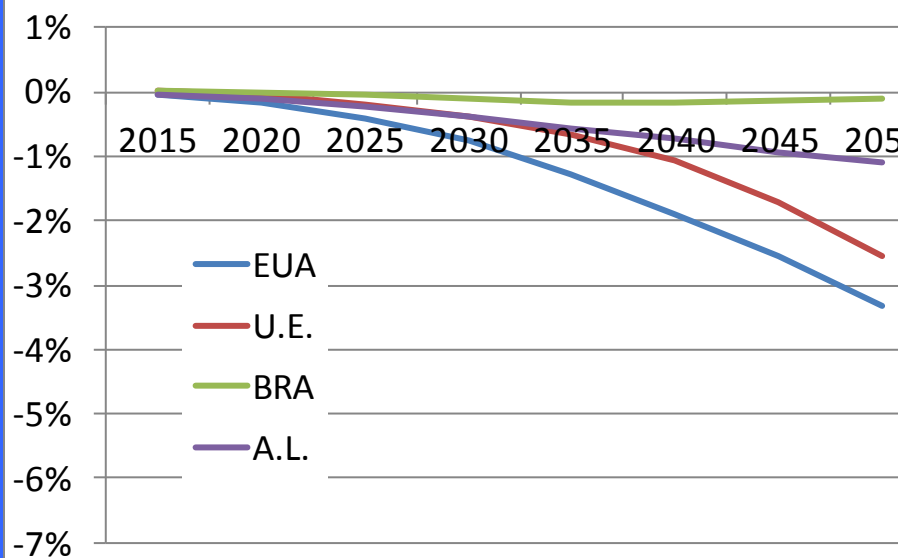
Custo Econômico da adoção de políticas de redução de emissões pelos EUA e UE

Mudanças em bem-estar com e sem a adoção de Board Carbon Adjustment Taxes nos EUA e UE

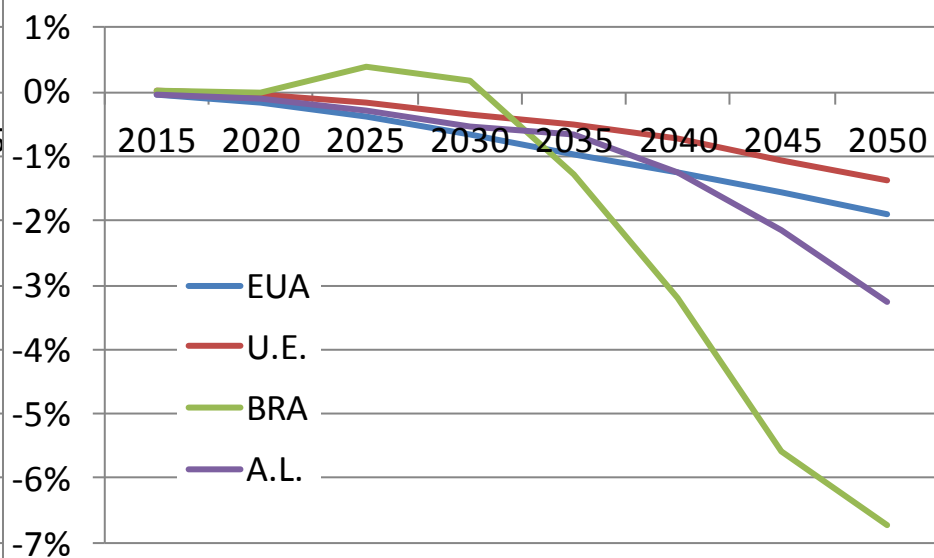


Custo Econômico da adoção de políticas de redução de emissões pelos EUA e UE (bem estar)

Ausência da tecnologia de biocombustíveis (2ª geração)



Presença da tecnologia de biocombustíveis (2ª geração)



Forte deterioração dos termos de troca e “drenagem” de recurso de outros setores econômicos!

Biocombustíveis: commodity homogênea, sem barreiras comerciais, Brasil principal fornecedor (?)

5. Políticas de Estímulo aos Biocombustíveis e Mudanças no Uso da Terra

Políticas de Estímulo aos Biocombustíveis

California Environmental Protection Agency

 Air Resources Board

Proposed Regulation to Implement the
Low Carbon Fuel Standard

Volume I

Staff Report: Initial Statement of Reasons

California Low Carbon Fuel Standard (LCFS)

Reduzir emissões de gases de efeito estufa (GHG) a partir da redução da “intensidade de carbono” nos combustíveis automotivos)

- Diminuir emissões em 16 milhões de toneladas até 2020 (10% da meta do Estado da Califórnia de redução geral nas emissões)
- **Considerar as emissões indiretas de mudanças no uso da terra**



Políticas de Estímulo aos Biocombustíveis

- **EU's Renewable Energy Directive:** 20% da energia consumida na UE em 2020 deve ser proveniente de fontes renováveis (biomassa, hidro, eólica, solar)
- No mínimo 10% do combustível para transporte deve ser proveniente de fontes renováveis (incluindo biocombustíveis)
- Inclui critérios para considerar se a produção de determinado biocombustível é ou não renovável;
- **A inclusão de emissões de mudanças no uso da terra nesses critérios está sendo analisada.**

Políticas de Estímulo aos Biocombustíveis

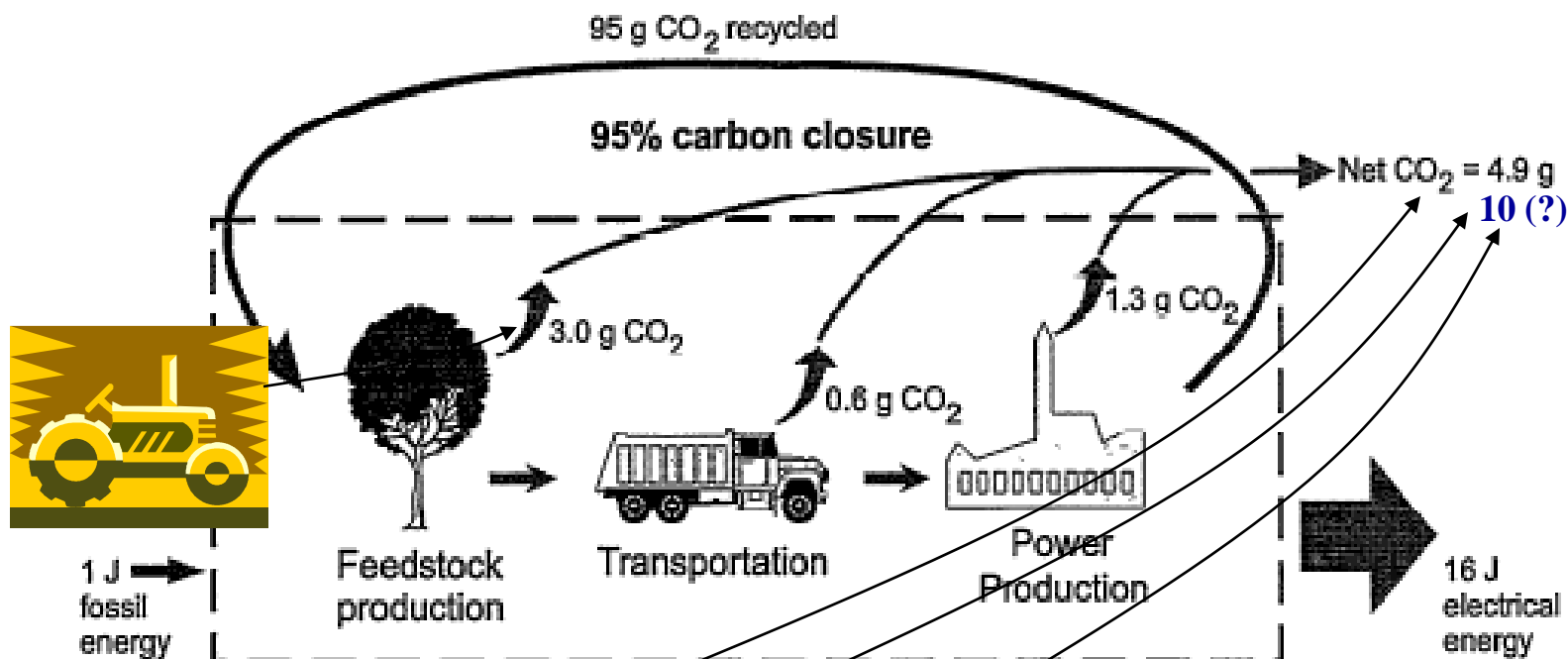
Agência de Proteção Ambiental dos EUA (EPA)

- **Renewable Fuel Standard Program:** estabelece a parcela mínima de combustível renovável a ser consumida nos EUA (36 bilhões de galões em 2022)
- Define volumes mínimos de:
 - Biocombustíveis de material celulósico;
 - Biodiesel;
 - Biocombustíveis avançados;
 - Combustíveis renováveis no total;
- Define os critérios para classificar combustíveis nas categorias acima: **considera as emissões** do ciclo de vida e **de mudanças indiretas no uso da terra**

Políticas de Estímulo aos Biocombustíveis e Mudanças no Uso da Terra

Emissões do Ciclo de vida e de Mudanças no Uso da Terra

Life Cycle Assessment Results: CO₂ & Energy



Fonte: Mann (1997)

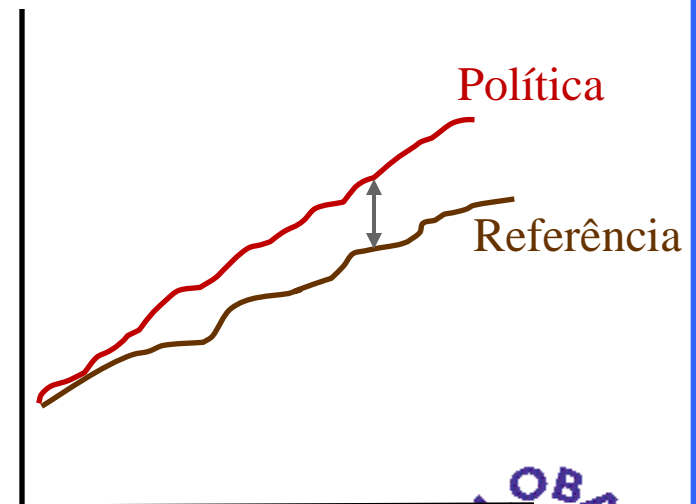
Políticas de Estímulo aos Biocombustíveis e Mudanças no Uso da Terra

■ Como mensurar as mudanças indiretas de uso da terra provocada pelas políticas de estímulo aos biocombustíveis?

■ Usar modelos econômicos para projetar o aumento da fronteira agrícola em dois cenários:

- ✓ sem a política (referência)
- ✓ com a política

Área



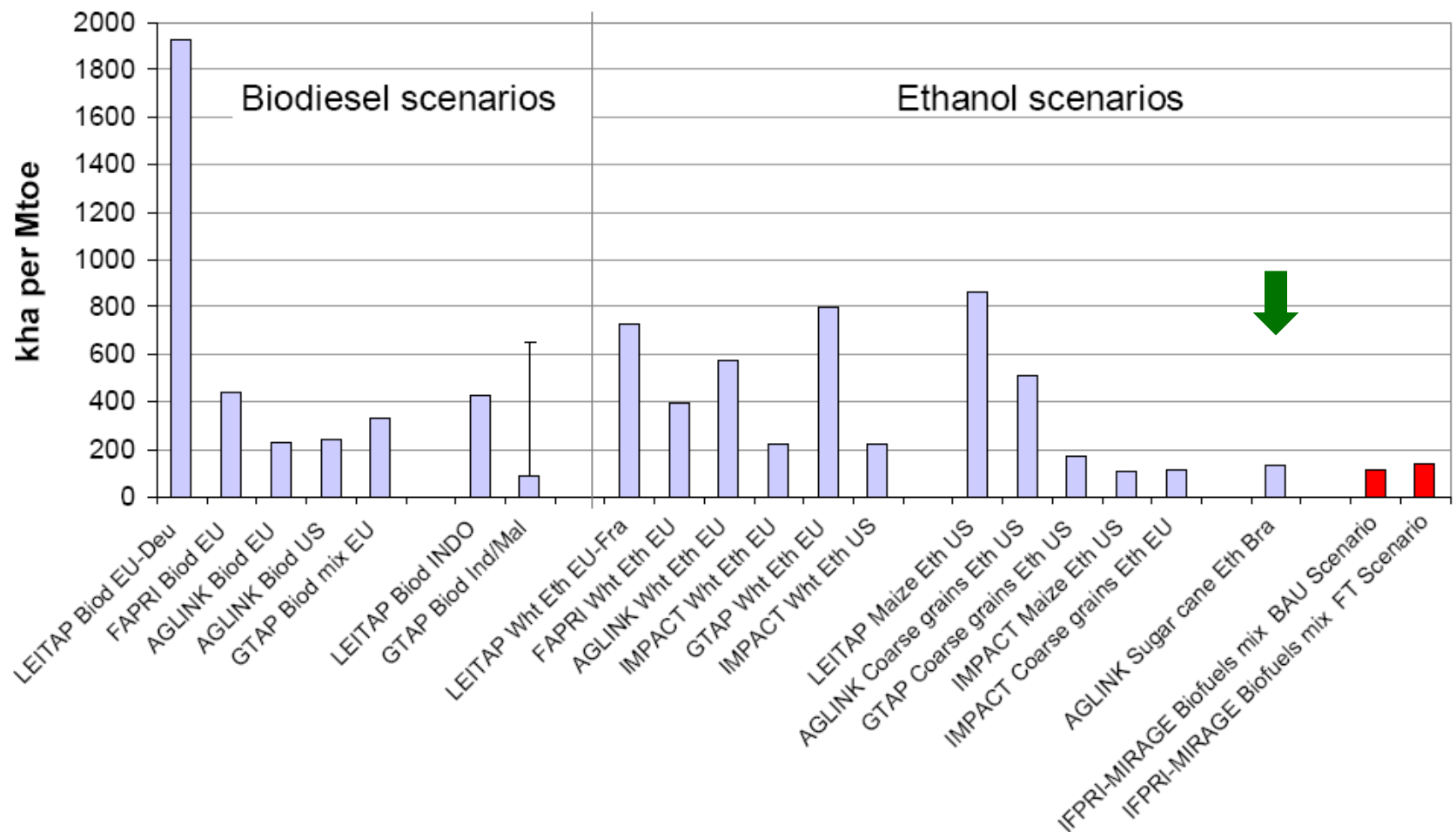
Diferença entre os dois cenários: efeito da política

Políticas de Estímulo aos Biocombustíveis e Mudanças no Uso da Terra

- Assunto controverso: a ciência seria capaz de mensurar tais emissões?
- Nos últimos 5 anos: diversos estudos procuram mensurar essas emissões, contudo, inúmeras incertezas:
 - Técnica (ou modelo) mais apropriado (EG ou EP);
 - Dados limitados sobre esse fenômeno;
 - Muitos dos parâmetros e pressuposições utilizados nos modelos são desconhecidos.

Emissões e Mudanças no Uso da Terra

Estimativas de mudanças no uso da terra causadas pela política europeia de estímulo a biocombustíveis



Emissões e Mudanças no Uso da Terra

- Por que diferentes estudos geram resultados tão diferentes?
 - Técnicas (ou modelos) diferentes;
 - Diferentes formas de aplicar o choque;
 - Diferenças importantes em parâmetros e pressuposições:
 - Efeito de mudanças na rentabilidade da terra;
 - Como aumenta a produtividade da terra ao longo do tempo;
 - Efeito de mudanças em preços sobre o consumo;
 - Efeito de mudanças em preços sobre a produtividade;
 - Produtividade de novas áreas;
 - Quantidade de carbono na vegetação e no solo;
 - Intervalo de tempo considerado;

• Etc...

Emissões e Mudanças no Uso da Terra

Emissões calculadas pelo *Low Carbon Fuel Standard* (Califórnia)

Fuel	Pathway Description	Carbon Intensity Values (gCO ₂ e/MJ)		
		Direct Emissions	Land Use or Other Effect	Total
Ethanol from Corn	Midwest average; 80% Dry Mill; 20% Wet Mill; Dry DGS	69.40	30	99.40
	California; Dry Mill; Wet DGS; NG	50.70	30	80.70
	California average; 80% Midwest Average; 20% California; Dry Mill; Wet DGS; NG	65.66	30	95.66
	Midwest; Dry Mill; Dry DGS	68.40	30	98.40
	Midwest; Wet Mill	75.10	30	105.10
	Midwest; Dry Mill; Wet DGS	60.10	30	90.10
	California; Dry Mill; Dry DGS, NG	58.90	30	88.90
	Midwest; Dry Mill; Dry DGS; 80% NG; 20% Biomass	63.60	30	93.60
	Midwest; Dry Mill; Wet DGS; 80% NG; 20% Biomass	56.80	30	86.80
	California; Dry Mill; Dry DGS; 80% NG; 20% Biomass	54.20	30	84.20
	California; Dry Mill; Wet DGS; 80% NG; 20% Biomass	47.44	30	77.40
Ethanol from Sugarcane	Brazilian sugarcane using average production processes (24% melhor que a gasolina)	27.40	46	73.40

Ciclo de vida

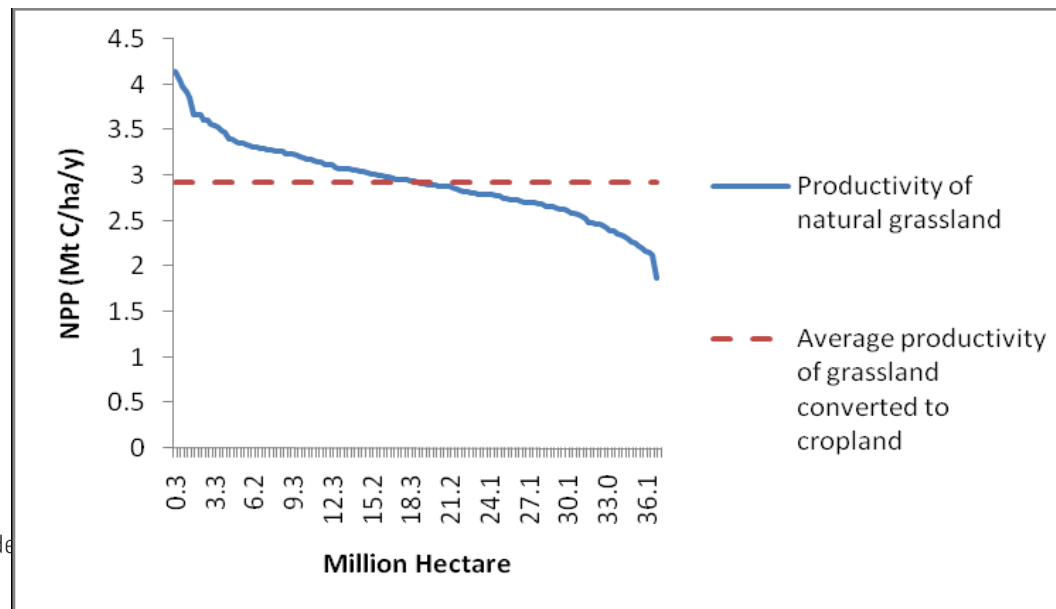
LUC

f€



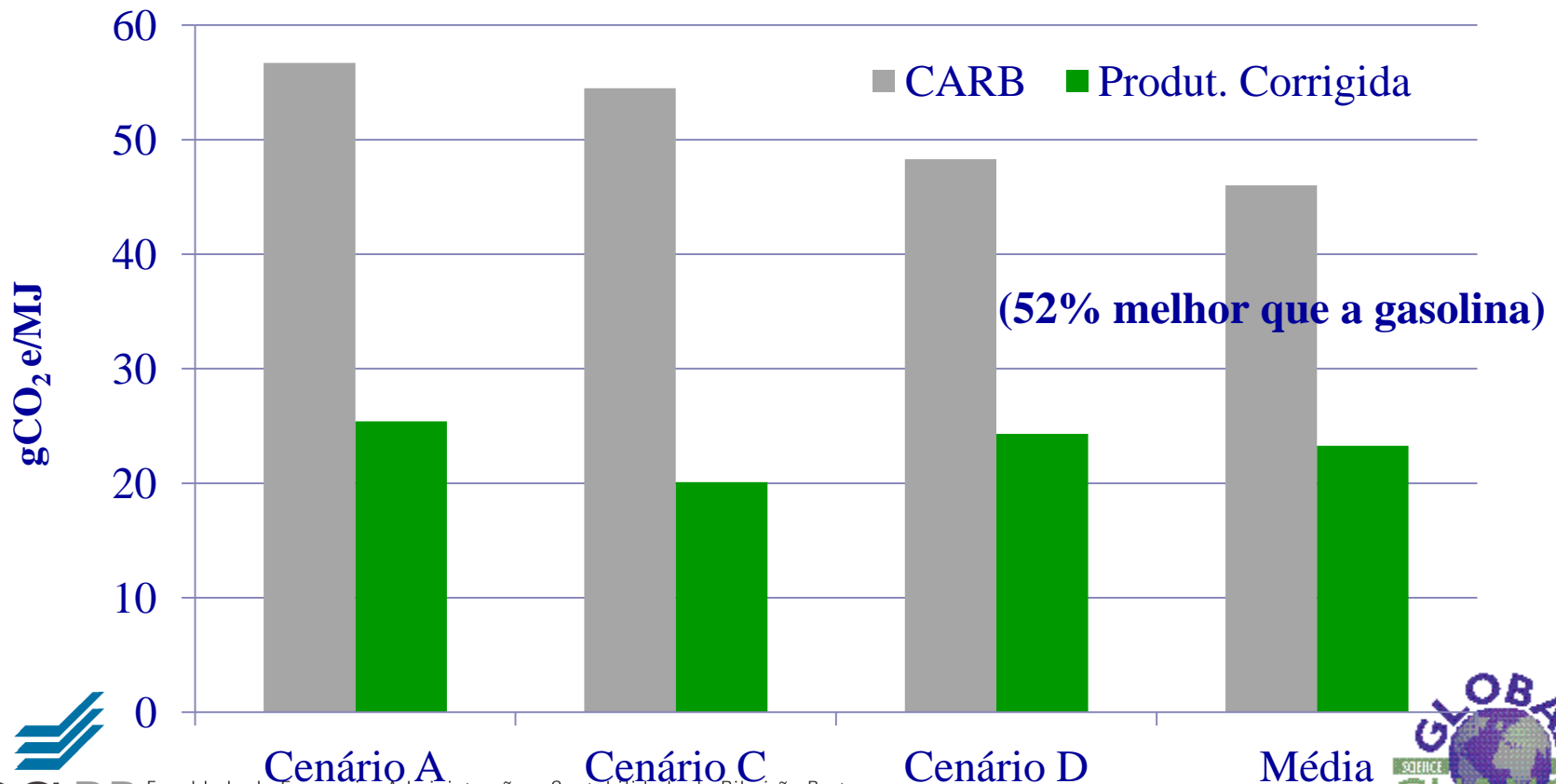
Emissões e Mudanças no Uso da Terra

- LCFS da Califórnia: assume que cada novo ha de área tem sua produtividade reduzida em 50% (global);
- **Extensa análise econométrica** para o Brasil tende a **rejeitar** a hipótese de queda na produtividade de novas áreas;
- Tyner et al. (2010) sugerem o uso de modelos de ecossistemas terrestres para estimar a produtividade de novas áreas:



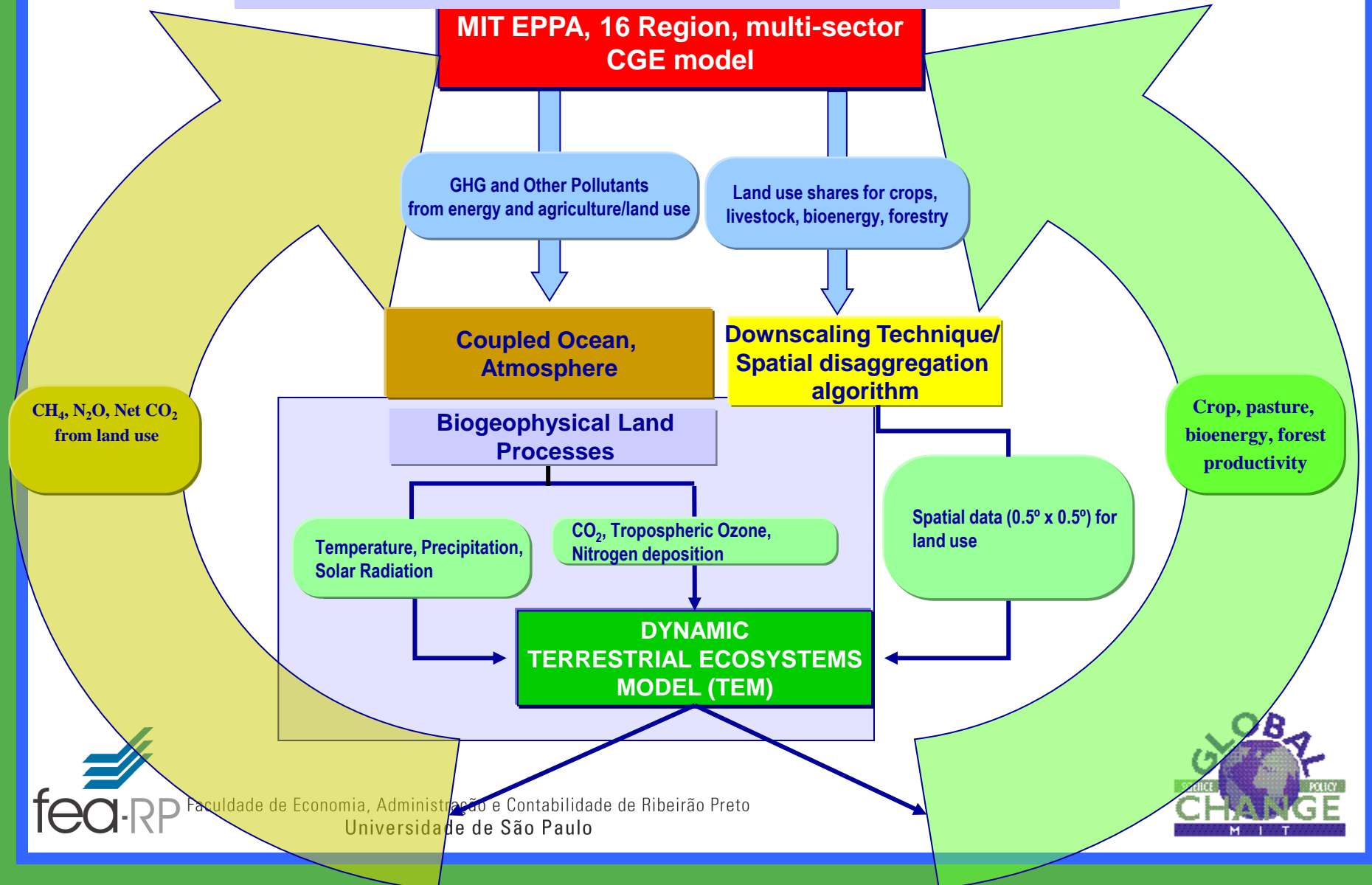
Emissões e Mudanças no Uso da Terra

- Emissões indiretas de uso da terra do etanol de cana utilizando o modelo da Califórnia (GTAP), alterando a produtividade de novas terras de acordo com Tyner et al. (2010)



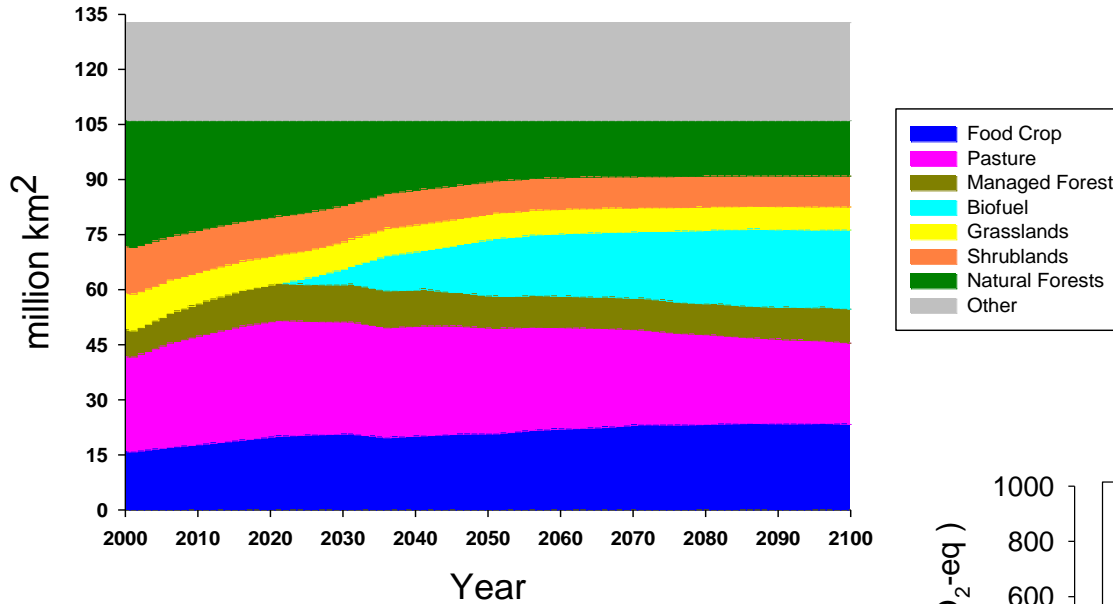
6. Exemplo de desenvolvimento da modelagem: biocombustíveis e mudanças no uso da terra

EPPA-Global Land System Interactions

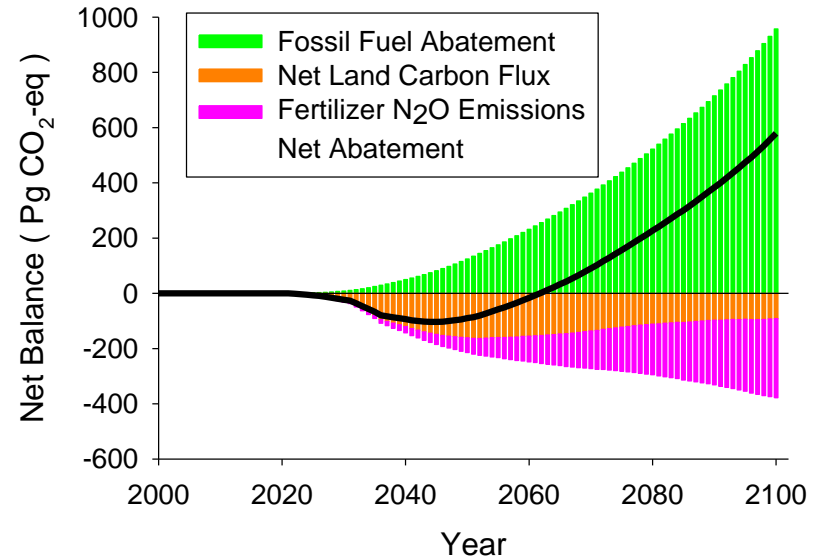


Resultados: Cenário Desmatamento

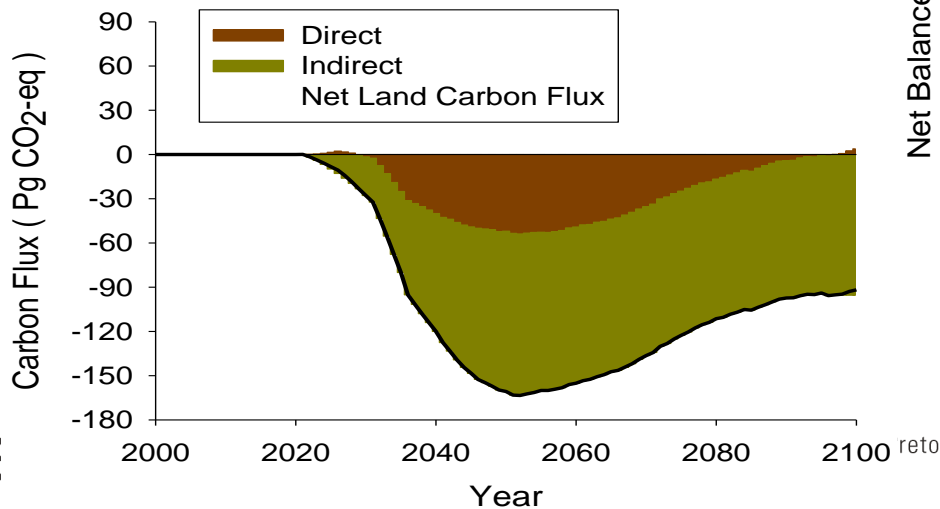
Areas of Different Land Uses



Net GHG Balance

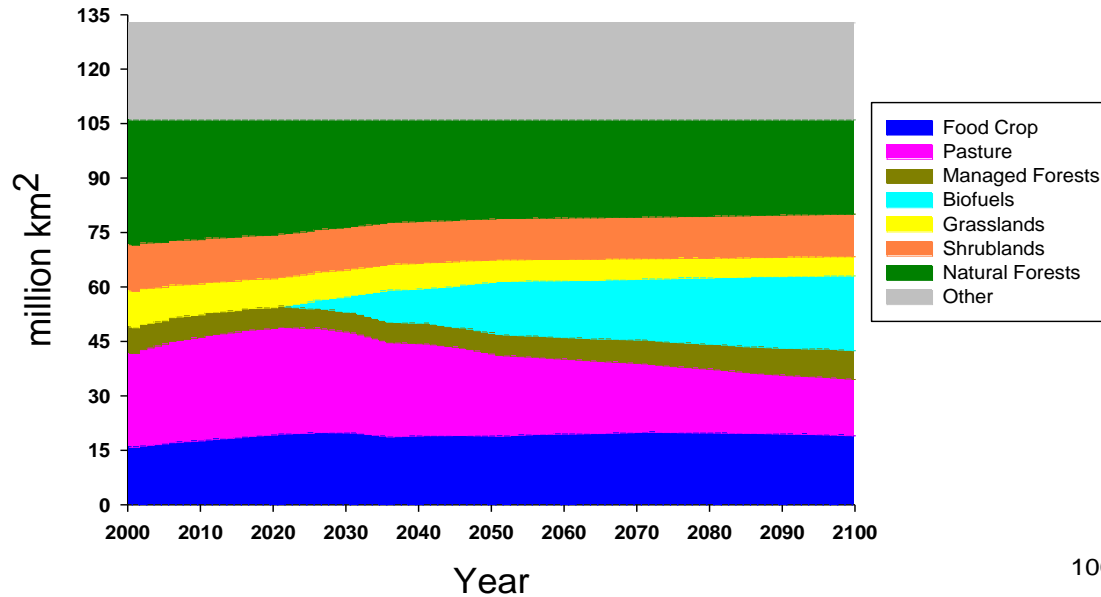


Net Land Carbon Flux

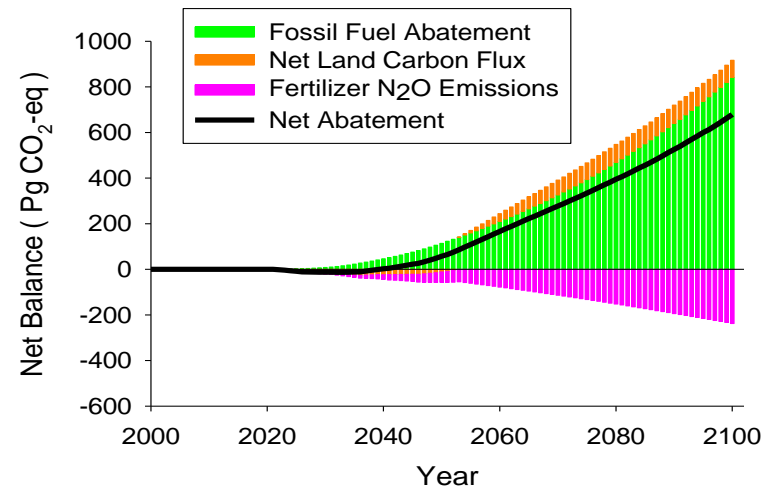


Resultados: Cenário Intensificação

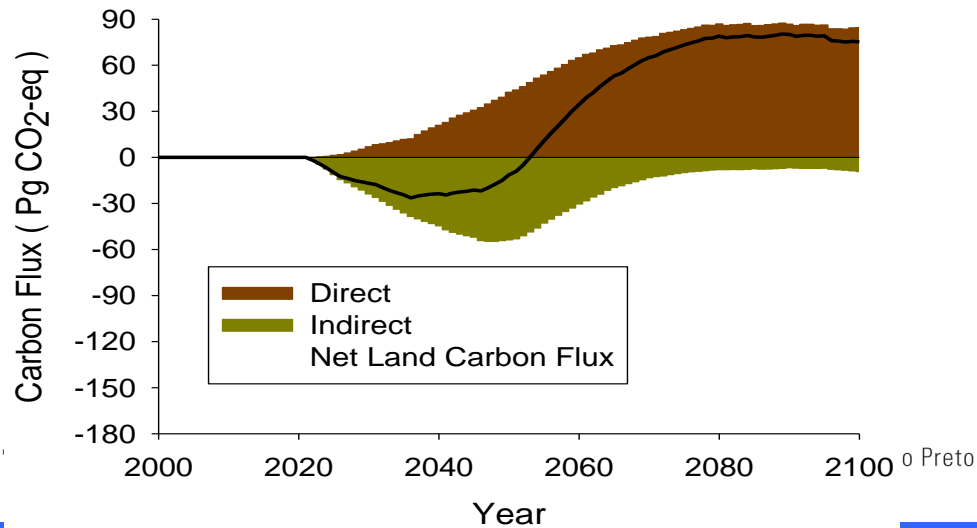
Areas of Different Land Uses



Net GHG Balance



Net Land Carbon Flux



7. Considerações finais

Considerações Finais

- Estudos econômicos sobre mudanças climáticas sugerem desafios políticos imensos e escolhas tecnológicas associadas a grandes incertezas;
- Estudo de Mudanças Climáticas requer o uso e avanço contínuo da modelagem integrada multidisciplinar:
 - Necessidade de interação entre os diferentes campos das ciências e técnicas de modelagem;
 - Grande demanda por profissionais capazes de entender e construir esses canais de interação;
 - Incertezas dentro de cada área da ciência indicam grande necessidades de avanços substanciais no conhecimento científico.

Obrigado pela atenção!

angelocg@usp.br

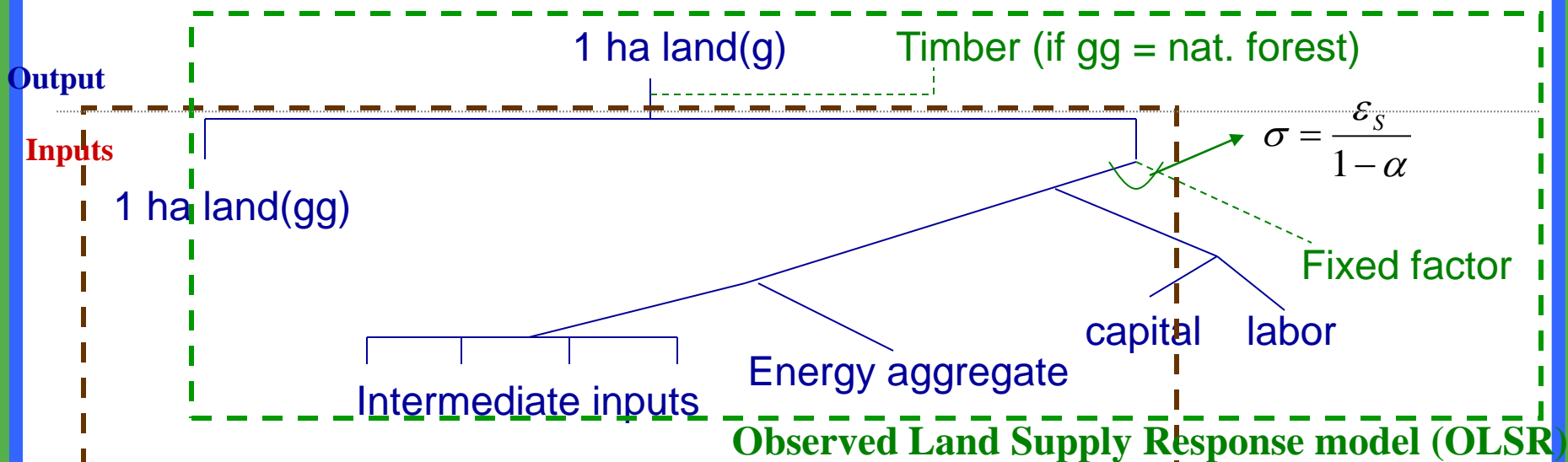


Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto
Universidade de São Paulo



Land Use Changes: Modeling Approach

Land “transformation” functions (Gurgel et al. 2007):



Pure Conversion Cost Response model (PCCR)

(“Deforestation” model)

(“Intensification” model)

$value\ land(gg) + value\ of\ other\ inputs = value\ of\ land(g)$

It gets land conversion trends close to observed data, but creates a wedge in the price of managed and unmanaged land

Giving an Economic Value to Unmanaged Land (Natural Areas) in EPPA

Endowments (income):

Labor

Capital

Natural Resources:

- fossil fuels
- managed land
- unmanaged land
("Source")

Unmanaged land value:

f€

$$NPV \text{ of } \textit{VirginForest} = X_0 + \sum_{t=1}^{\infty} \frac{X_t}{(1+r)^t}$$

↑ Timber value at time 0
→ NPV value of future harvests

Welfare Function:

