



*Opções de Mitigação de Emissões  
de Gases de Efeito Estufa em  
Setores-Chave do Brasil*

# MODELAGEM DE CUSTOS DE ABATIMENTO E DE CURVAS DE APRENDIZAGEM TECNOLÓGICA

## AGRICULTURA, FLORESTAS E OUTROS USOS DO SOLO

Juliana Davis

Outubro de 2015



*Esse material objetiva a capacitação acerca das metodologias empregadas no projeto “Opções de mitigação de emissões de GEE em setores-chave do Brasil”. Portanto, seu conteúdo não expressa resultados do projeto.*

# Conteúdo



Opções de Mitigação de Emissões  
de Gases de Efeito Estufa em  
Setores-Chave do Brasil

1) Projeções – para quê e como?

2) Cenários

-O que são cenários?

-Uso de cenários

-Função dos cenários

-Poder dos cenários

-Tipos de cenários

- Dentro do nosso contexto

3) Construção de cenários

- Etapas para construção

4) Setor LULUCF (AFOLU)

5) Variáveis chave para projeção de atividades, elaboração de cenários e cálculo de emissões

6) Medidas de mitigação

-AFOLU

-Consumo energético

-Agricultura

-Pecuária

-Mudança de uso do solo

-Demanda energética

7) Curva de custo marginal de abatimento

8) Curva de aprendizagem tecnológica



# Projeções- para quê e como?

- Necessidade e importância de se “projetar o futuro”

Antecipação

Planejamento

Organização

- Que futuro?

Infinidade de possibilidades



# Projeções- para quê e como?

/// Com relação ao futuro:

/// Projeção: descrição ou “caminho” para o futuro

/// Previsão: projeção mais provável

/// Inferência estatística, nível de confiança, risco, incerteza

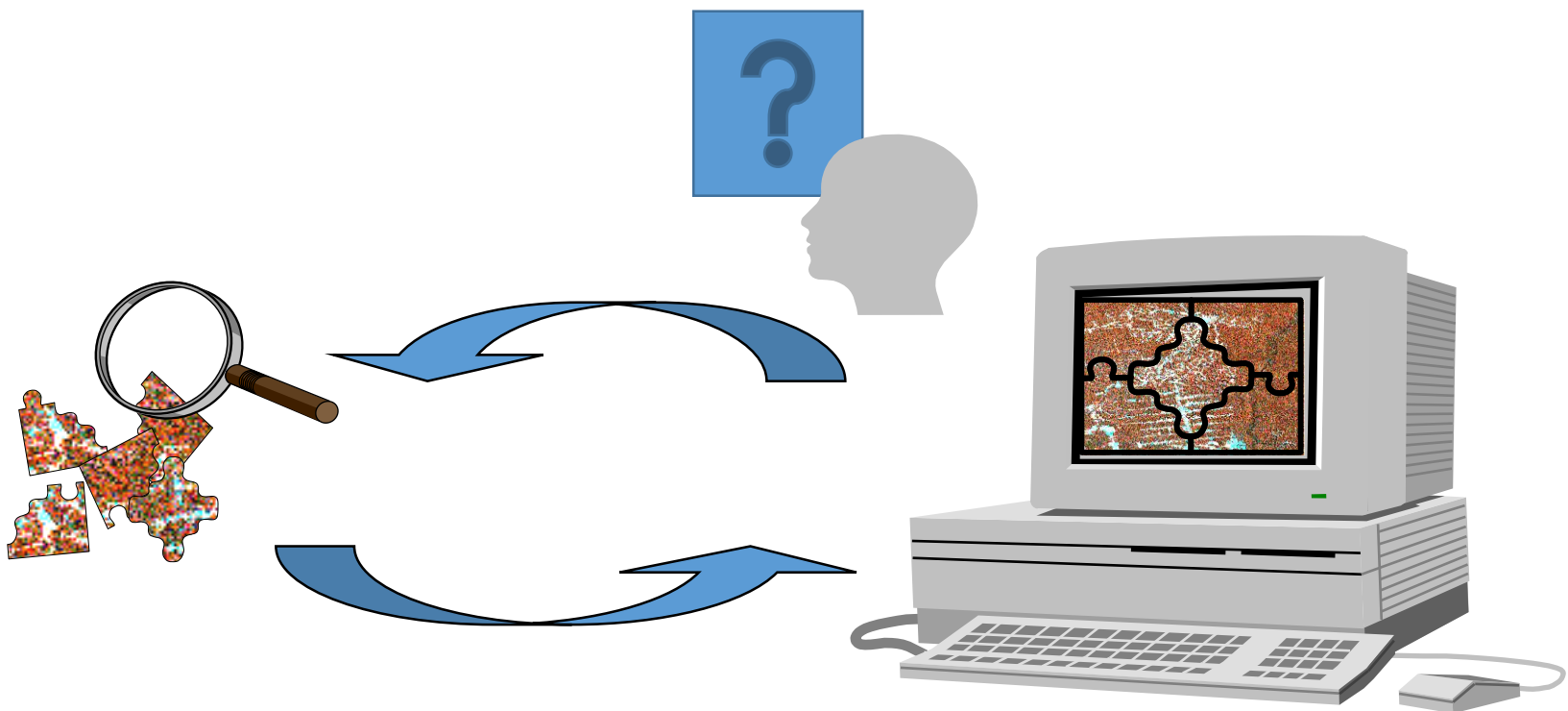
/// Predição: processo subjetivo

/// Experiência





# Projeções- para quê e como?





# Cenários

## • O que são cenários?

Tourki et al, 2013

- “...an internally consistent view of what the future might turn out to be—not a forecast, but one possible future outcome” (Porter 1985)
- “...a tool for ordering one’s perceptions about alternative future environments in which one’s decisions might be played out” (Schwartz 1996)
- “Scenarios are stories. They are Works of art, rather than scientific analyses. The reliability of (their content) is less importante than types of conversations and decisions they spark” Arie de Geus
- “...a set of reasonably plausible, but structurally different futures” (Van der Heijden 1996)
- “a complete combination of levels of impact factors for all factors. Thus, a scenario is a vector.” (Scholz and Tietje 2002).
- “Scenarios are consistent and coherent descriptions of alternative hypothetical futures that reflect different perspectives on past, present, and future developments, which can serve as a basis for action.” (Van Notten, 2005)

## • Uso de cenários

- Defesa – Estados Unidos – Planejamento militar – Anos 50- Herman Kahn
- Política Pública – França – Cenários normativos para Política pública – Anos 50 - Gaston Berger
- Empresarial - Estados Unidos - Planejamento empresarial – Anos 70 – Shell



# Cenários

- **Função** O'Brien e Meadows, 2013
  - Conhecimento dos sistemas
  - Avaliação estratégias
  - Planejamento
  - Tomada de decisão – Políticas públicas
  - Interação dos atores envolvidos
- **O poder dos cenários** Roxburgh, 2009

Scenarios expand your thinking

Scenarios uncover inevitable or near-inevitable futures

Scenarios allow people to challenge conventional wisdom





# Cenários

- Tipos de cenários

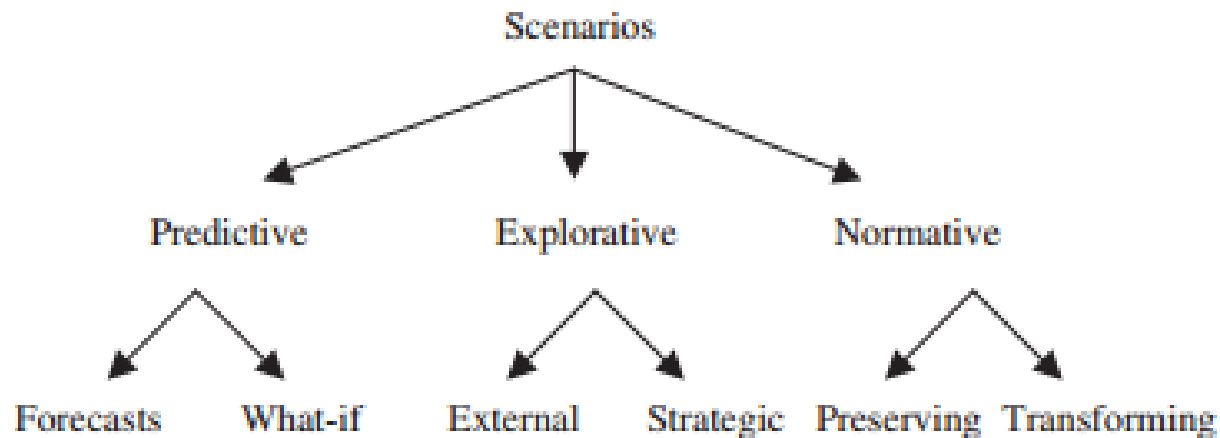


Fig. 1. Scenario typology with three categories and six types.

Borjeson et al., 2006

- i) Projetar tendências futuras ,
- ii) Explorar o futuro, e
- iii) Avaliar a probabilidade de futuros desejados  
(Hourcade et. al. 1996)

# Cenários

- **Dentro do nosso contexto:**
  - /// Cenário: análise dos efeitos de estados futuros possíveis
    - /// Estado: Consumo energético, emissões, perfil de consumo consumo
  - /// Inerentemente relacionado à conjunto de premissas premissas
    - /// “Futuros possíveis”
  - /// Conjunto de cenários podem avaliar incertezas no presente
    - /// Exemplo: novas políticas, novas tecnologias



# Cenários

<b>Base</b>	Cenário em relação a qual os cenários alternativos serão confrontados.
<b>Tendencial</b>	<i>Business-as-usual</i> . Considera que as projeções seguirão as tendências técnicas, econômicas e de mercado atuais, incluindo políticas já em andamento.
<b>Alternativo</b>	Cenário gerado a partir de perturbações impostas pelo analista (expl.: subsídio a determinada fonte/tecnologia, taxa de carbono, forçamento tecnológico, etc).
<b>Baixo Carbono</b>	Cenário em que se efetua o potencial de redução de emissão a um determinado nível (US\$/tCO <sub>2</sub> e), reduzindo as emissões em relação ao cenário base. O potencial é obtido com base em BAT.
<b>Baixo Carbono com Inovação</b>	Idem anterior, porém, para a obtenção do potencial, são consideradas também tecnologias ainda não disponíveis e/ou em desenvolvimento.

# Construção de cenários

Opções de Mitigação de Emissões de Gases de Efeito Estufa em Setores-Chave do Brasil

- **Aspectos importantes:**

- **Escopo**- o que modelar e limites dos modelos

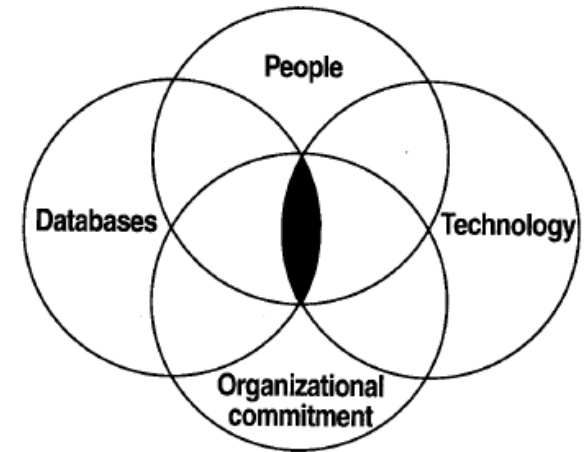
- Avaliação dos dados, nível técnico e tecnológico disponíveis

- Participação de atores

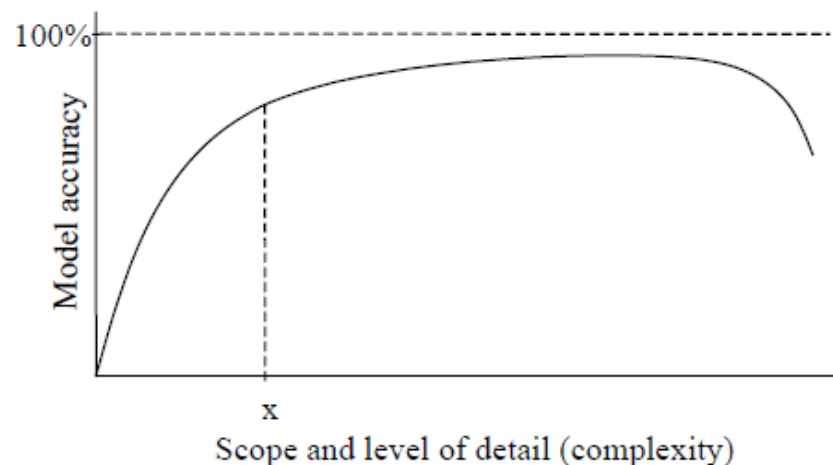
- **Abrangência, nível de aprofundamento e incertezas**

- **Premissas**- Feitas a partir de crenças ou incertezas sobre o objeto modelado

- **Escala geográfica**



Bettinger e Boston, 2001



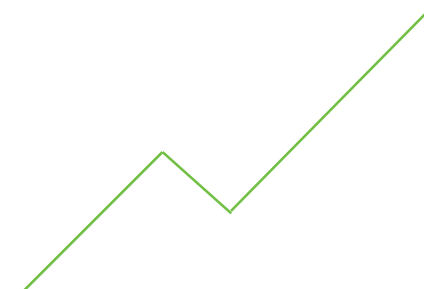
Robinson et al., 2012

# Construção de Cenários

- Etapas para construção

/// Modelos Matemáticos (quantitativos)

- 1) Determinar escopo do problema e objetivo da análise
- 2) Definir premissas do cenário referencial
- 3) Quantificar o cenário referencial
- 4) Definir premissas do cenário alternativo
- 5) Quantificar o cenário alternativo
- 6) Comparar resultados e extrair conclusões





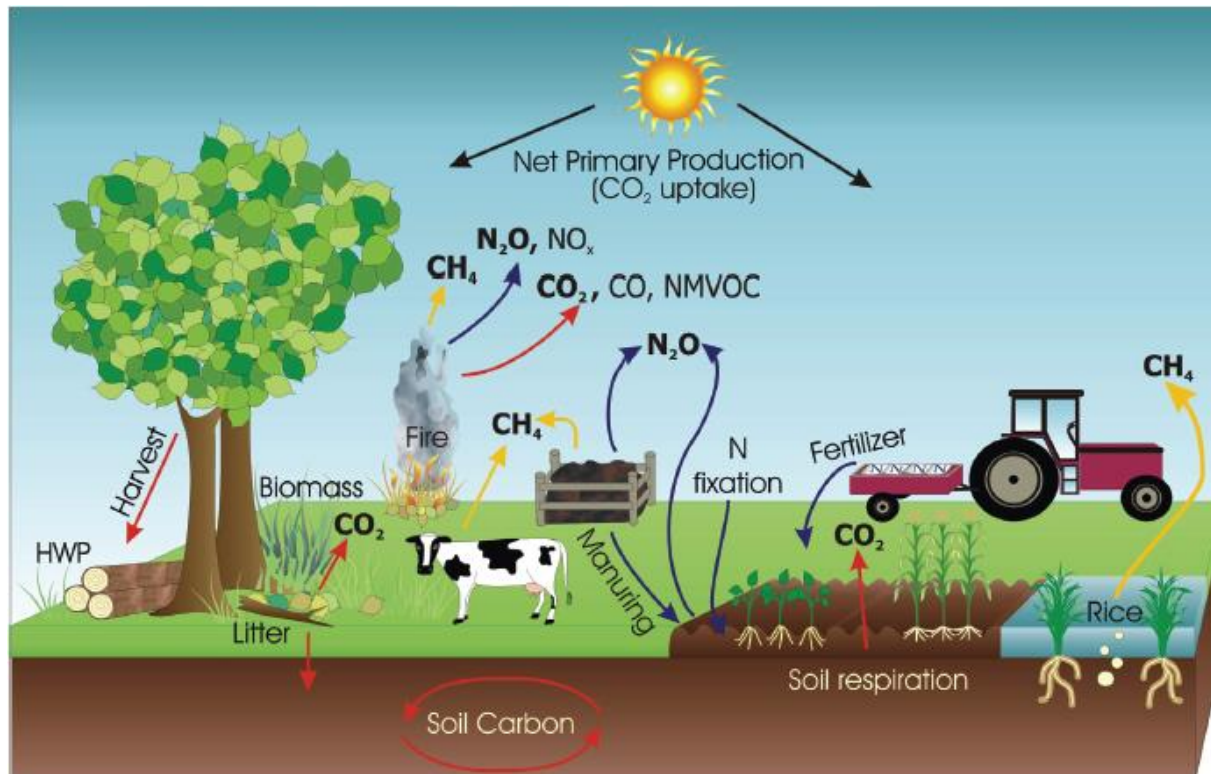
IPCC 1996

Agricultura

Uso do solo Mudanças de uso do solo e Florestas

IPCC 2006

Agricultura Florestas e Outros usos do solo

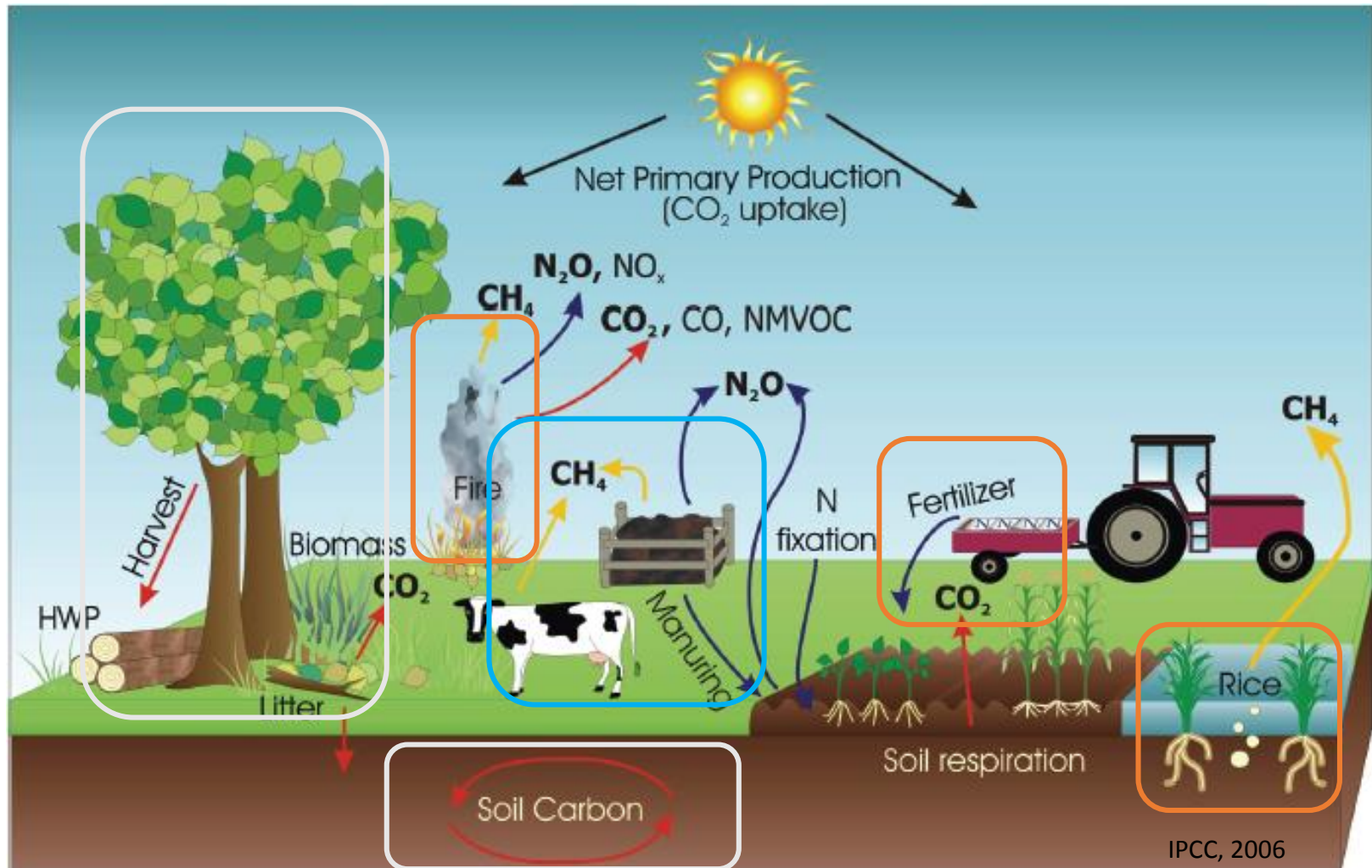


# Variáveis Chave

Projeção de atividades  
Elaboração de cenários  
Cálculo de emissões



Opções de Mitigação de Emissões  
de Gases de Efeito Estufa em  
Setores-Chave do Brasil



# Variáveis Chave

Projeção de atividades  
Elaboração de cenários  
Cálculo de emissões

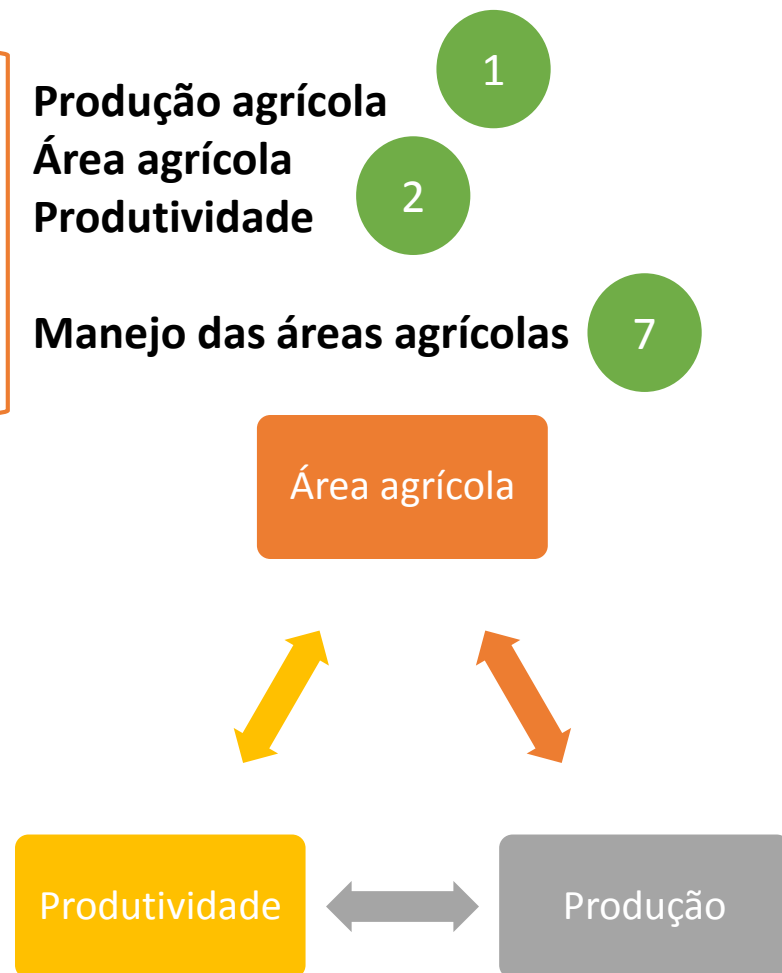
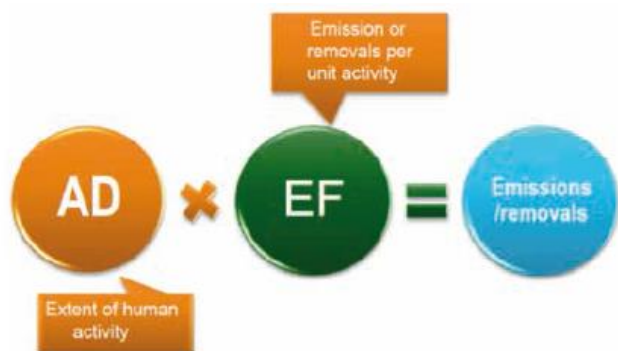
## • Agricultura – Emissões de GEE

- Cultivo de Arroz (3)
- Queima de resíduos (4)
- Fertilizantes (5)
- Decomposição de resíduos (6)

Produção agrícola (1)  
Área agrícola (2)  
Produtividade

Manejo das áreas agrícolas (7)

Emissões





# Variáveis Chave

Projeção de atividades  
Elaboração de cenários  
Cálculo de emissões



Opções de Mitigação de Emissões  
de Gases de Efeito Estufa em  
Setores-Chave do Brasil

## ❖ Projeções de produção e área agrícola

Linha de Base

### Formas de projeção:

- Tendências históricas
- Modelos fisiológicos
- Atendimento a demanda específica
- MEGC - Cenário macroeconômico (população, pib, consumo)

### Aspectos importantes:

- Cenários de mudanças climáticas
- Demanda por terra
- Favorabilidade Climática
- Demanda por biocombustíveis

Baixo Carbono e Baixo Carbono  
com inovação

### Possíveis alterações:

- Demanda por biocombustíveis (BC)
- Consumo dos produtos (BCI)

# Variáveis Chave

Projeção de atividades  
Elaboração de cenários  
Cálculo de emissões



Opções de Mitigação de Emissões  
de Gases de Efeito Estufa em  
Setores-Chave do Brasil

## ❖ Projeções de Produtividade

Linha de Base

Baixo Carbono e Baixo Carbono  
com inovação

### Formas de projeção:

- Tendências históricas
- Modelos fisiológicos

### Aspectos importantes:

- Cenários de mudanças climáticas
- Demanda por terra
- Limite fisiológico

### Possíveis alterações

- Aumento de produtividade em relação ao LB (BCI)
- Crença na segunda revolução verde
- Limites fisiológicos
- Yield gap

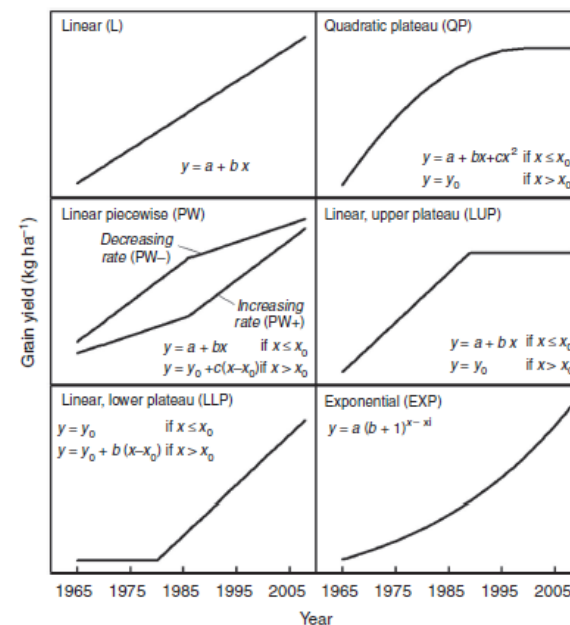


Figure 3 | Six statistical models evaluated for their performance to fit observed crop yield trends. For piecewise and linear-plateau models,  $x_0$  is the breakpoint year and  $y_0$  is the yield value of the upper (LUP) or lower plateau (LLP), or in the breakpoint year of the PW model.

# Variáveis Chave

Projeção de atividades  
Elaboração de cenários  
Cálculo de emissões



Opções de Mitigação de Emissões  
de Gases de Efeito Estufa em  
Setores-Chave do Brasil

## ❖ Cultivo de arroz

Linha de Base

### Formas de projeção:

- Tendências históricas
- Modelos fisiológicos
- Atendimento a demanda específica
- MEGC - Cenário macroeconômico (população, pib, consumo)

### Aspectos importantes:

- Brasil : manutenção da área de cultivo
- Importância da desagregação regional
- Investigação dos Sistemas de manejo

Baixo Carbono e Baixo Carbono  
com inovação

### Possíveis alterações

- Sistema de Plantio Direto (BC)
- Aumento de produtividade – Diminuição da área plantada – Diminuição da intensidade de emissões (BCI)

# Variáveis Chave

Projeção de atividades  
Elaboração de cenários  
Cálculo de emissões



Opções de Mitigação de Emissões  
de Gases de Efeito Estufa em  
Setores-Chave do Brasil

## ❖ Queima de resíduos agrícolas / Decomposição de resíduos agrícolas

### Linha de Base

Queima de resíduos agrícolas

#### Aspectos importantes:

- Brasil : cultivo de cana de açúcar
- Legislação – Lei da queima

Decomposição de resíduos agrícolas

#### Forma de projeção:

- Ligada a produção e destinação dos resíduos

### Baixo Carbono e Baixo Carbono com inovação

#### Possíveis alterações

Queima de resíduos agrícolas

- Projeção de mudança comportamental (BC)
- Análise de relevo para projeção de expansão da mecanização

Decomposição de resíduos agrícolas

- Aproveitamento dos resíduos para geração de energia (BC)
- Importante descontar essa quantidade para cálculos de N no solo
- Aproveitamento de resíduos x Plantio Direto

# Variáveis Chave

Projeção de atividades  
Elaboração de cenários  
Cálculo de emissões



Opções de Mitigação de Emissões  
de Gases de Efeito Estufa em  
Setores-Chave do Brasil

## ❖ Fertilizantes

Linha de Base

**Formas de projeção:** tendências, modelos macroeconômicos e regressão

- Relação com produtividade

**Aspectos importantes:**

- Fertilização de pastagens:

Reforma

Adubação

- Fertilização de florestas plantadas
- Verificação da disponibilidade de insumos para produção

Baixo Carbono e Baixo Carbono  
com inovação

### Possíveis alterações

- Melhoria na eficiência da fertilização
- Fertilização biológica de nitrogênio:  
Desenvolvimento de novos inoculantes

# Variáveis Chave

Projeção de atividades  
Elaboração de cenários  
Cálculo de emissões



Opções de Mitigação de Emissões  
de Gases de Efeito Estufa em  
Setores-Chave do Brasil

## ❖ Manejo das áreas agrícolas

### Linha de Base

#### Aspectos importantes:

- Tipos de plantio: plantio convencional e plantio direto
  - SPD atualmente 80% das safras de: soja, milho, feijão, algodão e arroz já utilizam o sistema
  - Segunda safra atualmente 50% das safras de milho e feijão
  - Sistemas integrados
  - Culturas de cobertura e Rotação de cultivos
- Poucos dados disponíveis a nível nacional , mas em projetos detalhadas podem ser importante para se avaliar estoque de carbono no solo

### Baixo Carbono e Baixo Carbono com inovação

#### Possíveis alterações:

- Aumento dos Sistemas Conservacionistas:  
SPD – Importante se certificar da adicionalidade
- Sistemas Conservacionistas - Estratégia inovadora de lenta aplicação (pecuaristas x agricultores). Necessidade de fatores de mudança de estoque de carbono no solo específicos
- Aumento da produção por segunda safra

# Variáveis Chave

Projeção de atividades  
Elaboração de cenários  
Cálculo de emissões



*Opções de Mitigação de Emissões  
de Gases de Efeito Estufa em  
Setores-Chave do Brasil*

- **Pecuária – Emissões de GEE**

- Fermentação entérica

Rebanho  
Dieta  
Condições climáticas

- Manejo de dejetos

Rebanho  
Sistema de manejo de dejetos  
Condições climáticas

# Variáveis Chave

Projeção de atividades  
Elaboração de cenários  
Cálculo de emissões



Opções de Mitigação de Emissões  
de Gases de Efeito Estufa em  
Setores-Chave do Brasil

## ❖ Pecuária

### Linha de Base

**Formas de projeção:** Tendência, modelos macroeconômicos, modelos de crescimento do rebanho

**Aspetos Importantes:**

- Classificação da qualidade das pastagens: Ponto importante para cálculo de projeção do rebanho, capacidades de lotação específicas, definições do estado da pastagem
- Rebanho de corte x rebanho de leite
- Desagregação do rebanho em categorias
- Classificação dos sistemas de produção: extensivo, intensivo, semi-intensivo
- Manejo dos resíduos: maior parte depositada em pastagens  
crescimento do uso de biodigestores



# Variáveis Chave

Projeção de atividades  
Elaboração de cenários  
Cálculo de emissões



Opções de Mitigação de Emissões  
de Gases de Efeito Estufa em  
Setores-Chave do Brasil

## ❖ Pecuária

Baixo Carbono e Baixo Carbono com inovação

### **Possíveis alterações:**

Intensificação – aumento do confinamento:

-Suplementação alimentar

Diminuição da Idade de abate (taxa de engorda)

- Melhoria da qualidade das pastagens Reforma x Adubação de pastagens

Adoção de Sistemas Integrados

Capacidade e tempo do produtor para absorção/mudança de tecnologia (barreiras culturais e financeiras)

Manejo de dejetos

- Maior uso de biodigestores (financiamento)

Mudança no consumo de carne (BCI)

# Variáveis Chave

Projeção de atividades  
Elaboração de cenários  
Cálculo de emissões



*Opções de Mitigação de Emissões  
de Gases de Efeito Estufa em  
Setores-Chave do Brasil*

## • Mudanças de uso do solo – Emissões de GEE

Mudanças de uso do solo:

- Emissões
- Remoções

Alterações no estoque de carbono:

- Biomassa
- Solos

# Variáveis Chave

Projeção de atividades  
Elaboração de cenários  
Cálculo de emissões



Opções de Mitigação de Emissões  
de Gases de Efeito Estufa em  
Setores-Chave do Brasil

## ❖ Mudanças de uso do solo

Linha de Base

### Formas de projeção:

Quantidade de mudança - endógenas/exógenas

- Expansão dos cultivos agrícolas,
- Expansão/retração das áreas de pastagens,
- Expansão das florestas plantadas
- Taxa de desmatamento,
- Taxas de regeneração

### Espacialidade das mudanças:

- Substituição entre as categorias,
- Modelos não espaciais/modelos espacialmente explícitos

# Variáveis Chave

Projeção de atividades  
Elaboração de cenários  
Cálculo de emissões



Opções de Mitigação de Emissões  
de Gases de Efeito Estufa em  
Setores-Chave do Brasil

## ❖ Mudanças de uso do solo

### Linha de Base

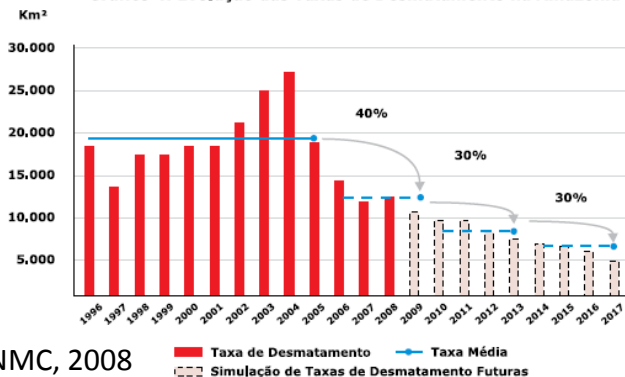
#### Formas de projeção:

Quantidade de mudança - endógenas/exógenas

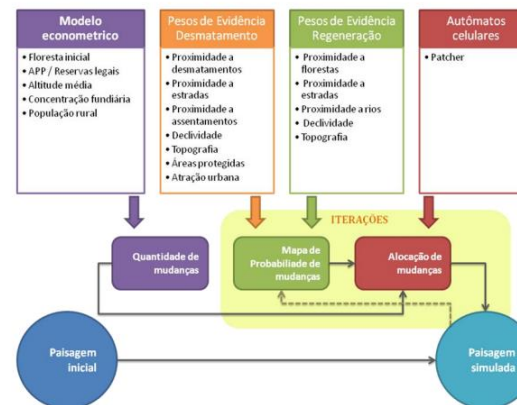
- Expansão dos cultivos agrícolas
- Expansão/retração das áreas de pastagens,
- Expansão das florestas plantadas
- Taxa de desmatamento,
- Taxas de regeneração

Tendências,  
Médias,  
Modelos econométricos,  
Modelos macroeconômicos,  
Modelos integrados

Gráfico 4: Evolução das Taxas de Desmatamento na Amazônia



PNMC, 2008



Guillen-Lima, 2012

# Variáveis Chave

Projeção de atividades  
Elaboração de cenários  
Cálculo de emissões



Opções de Mitigação de Emissões  
de Gases de Efeito Estufa em  
Setores-Chave do Brasil

## ❖ Mudanças de uso do solo

Linha de Base

### Espacialidade das mudanças:

- Substituição entre as categorias,
- Modelos não espaciais/modelos espacialmente explícitos

**TABLE 2.3.1**  
EXAMPLE OF APPROACH 1:  
AVAILABLE LAND-USE DATA WITH COMPLETE TERRITORIAL COVERAGE

Time 1		Time 2		Land-Use Change between Time 1 and Time 2	
F	= 18	F	= 19	Forest	= +1
G	= 84	G	= 82	Grassland	= -2
C	= 31	C	= 29	Cropland	= -2
W	= 0	W	= 0	Wetlands	= 0
S	= 5	S	= 8	Settlements	= +3
O	= 2	O	= 2	Other land	= 0
<i>Sum</i>	= 140	<i>Sum</i>	= 140	<i>Sum</i>	= 0

Note: F = Forest land, G = Grassland, C = Cropland, W = Wetlands, S = Settlements, O = Other land. Numbers represent area units (Mha in this example).

**TABLE 2.3.4**  
ILLUSTRATIVE EXAMPLE OF APPROACH 2 DATA IN A LUC MATRIX WITH CATEGORY SUBDIVISIONS

Final \ Initial	Forest land (Unmanaged)	Forest land (Managed)	Grassland (Rough grazing)	Grassland (Improved)	Cropland	Wetlands	Settlements	Other land	Final area
Forest land (Unmanaged)	5								5
Forest land (Managed)		10	1	2	1				14
Grassland (Rough grazing)		2	56						58
Grassland (Improved)			2	22					24
Cropland					29				29
Wetlands						0			0
Settlements		1	1		1		5		8
Other land								2	2
<b>Initial area</b>	5	13	60	24	31	0	5	2	140
<b>NET change</b>	0	+1	-2	0	-2	0	+3	0	0

Note: Column and row totals show net changes in land use as presented in Table 2.3.2 but subdivided into national subcategories as in Table 2.3.3. "Initial" indicates the category at a time previous to the date for which the assessment is made and "Final" the category at the date of assessment. Net changes (bottom row) are the final area minus the initial area for each of the (sub) categories shown at the head of the corresponding column. Blank entry indicates no land-use change for this transition.



# Variáveis Chave

Projeção de atividades  
Elaboração de cenários  
Cálculo de emissões



Opções de Mitigação de Emissões  
de Gases de Efeito Estufa em  
Setores-Chave do Brasil

## ❖ Mudanças de uso do solo

Linha de Base

### Espacialidade das mudanças:

-Substituição entre as categorias,

-Modelos não espaciais/modelos espacialmente explícitos

Formas de projeção: pressupostos, favorabilidade, rentabilidade  
observação de tendências passadas

Land-cover model explicitly deals with four land-cover transitions:

1. natural vegetation to agricultural land (either cropland or pasture) because of the need for additional agricultural land;
2. agricultural land to other land-cover types because of the abandonment or unsuitability (under climate change) of agricultural land;
3. forests to 'regrowth forests' because of timber and fuelwood extraction;
4. one type of natural vegetation to another because of climate change and/or increased water use efficiency.

Hoogwijk,2004

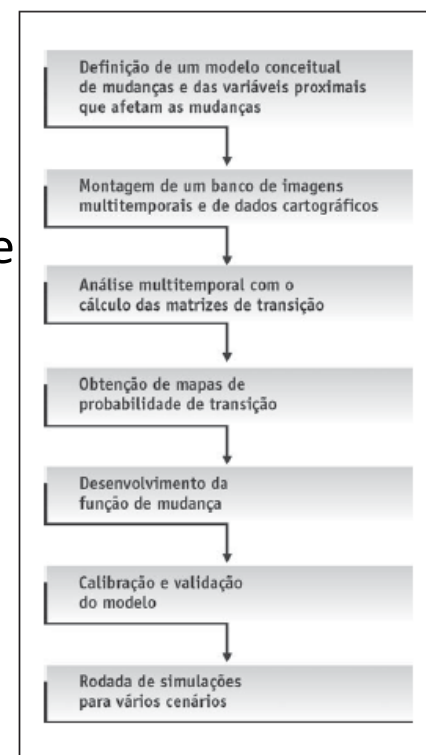


FIGURA 2 – Fluxograma de desenvolvimento e aplicação de um modelo de simulação.

Soares Filho et. al, 2007

# Variáveis Chave

Projeção de atividades  
Elaboração de cenários  
Cálculo de emissões

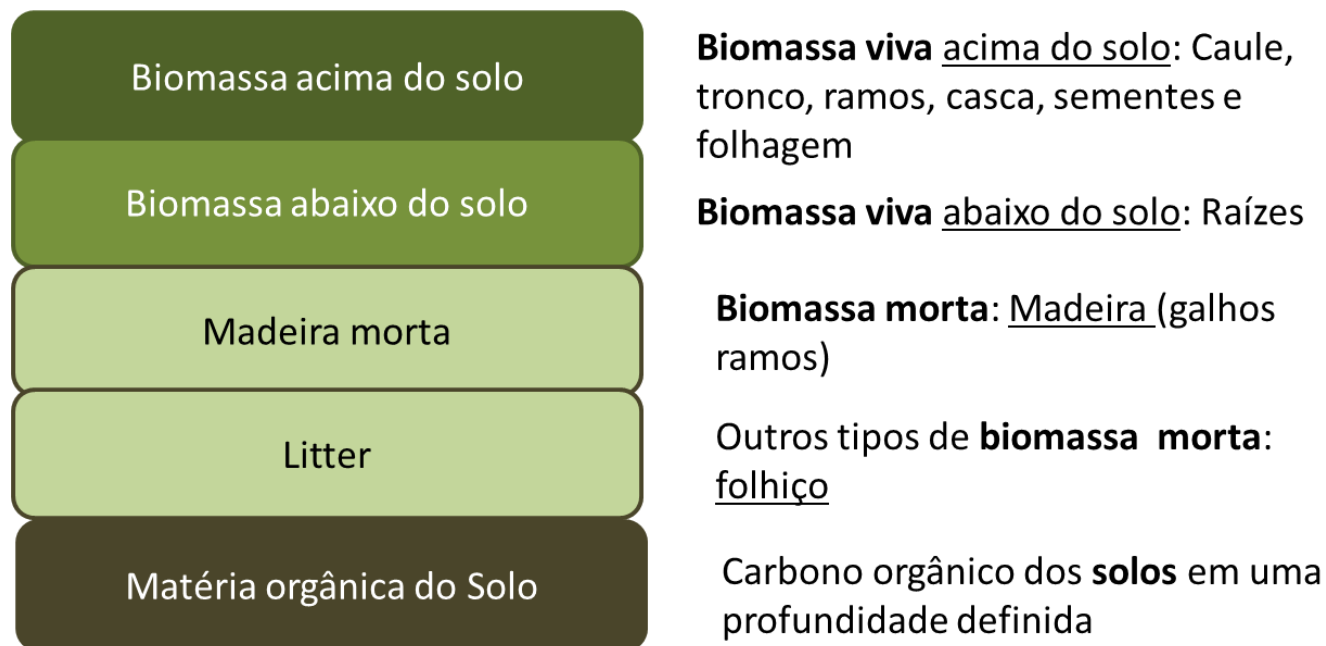


Opções de Mitigação de Emissões  
de Gases de Efeito Estufa em  
Setores-Chave do Brasil

## ❖ Mudanças de uso do solo

Linha de Base

### Aspectos importantes: Reservatórios de carbono





# Variáveis Chave

Projeção de atividades  
Elaboração de cenários  
Cálculo de emissões



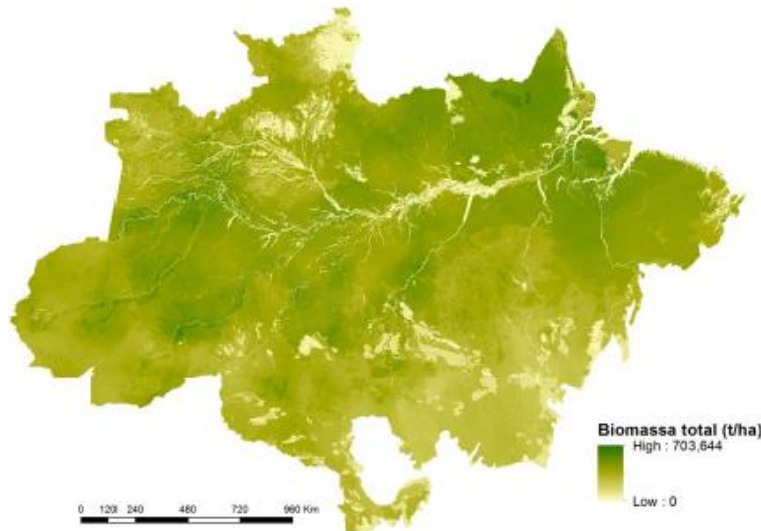
Opções de Mitigação de Emissões  
de Gases de Efeito Estufa em  
Setores-Chave do Brasil

## ❖ Mudanças de uso do solo

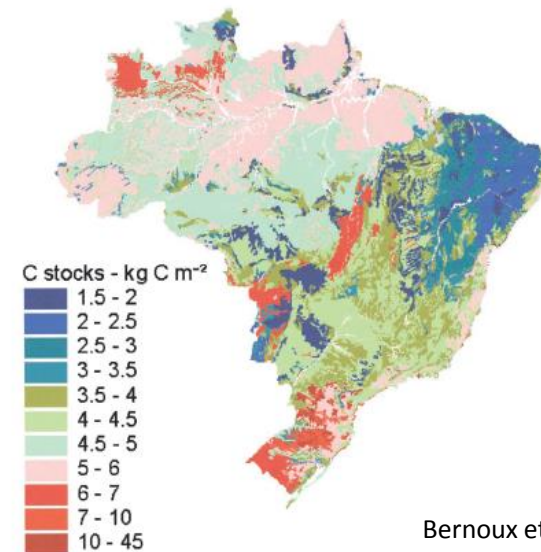
Linha de Base

### Aspectos importantes: Reservatórios de carbono

- Modelo não espacial: média de carbono das categorias de uso do solo (Pesquisa bibliográfica)
- Modelo espacial: Mapa de biomassa e estoque de carbono do solo



MCTI, 2014



Bernoux et al., 2002

# Variáveis Chave

Projeção de atividades  
Elaboração de cenários  
Cálculo de emissões



Opções de Mitigação de Emissões  
de Gases de Efeito Estufa em  
Setores-Chave do Brasil

## ❖ Mudanças de uso do solo

Linha de Base

### **Aspectos importantes:** Regeneração

- Especificidade para forma de recuperação da vegetação:
- Estabelecimento de taxa de recuperação ou função linear
- Idealmente Função logística
- Limite: vegetação primária ou porcentagem da vegetação primária

# Variáveis Chave

Projeção de atividades  
Elaboração de cenários  
Cálculo de emissões



*Opções de Mitigação de Emissões  
de Gases de Efeito Estufa em  
Setores-Chave do Brasil*

## ❖ Mudanças de uso do solo

Linha de Base

### **Aspectos importantes:** Florestas Plantadas

- Principais segmentos: celulose e papel, madeira serrada, painéis, carvão e lenha
- Interação com outros setores: industrial, residencial e agropecuário
- Suprimento de madeira: Uso de Nativas X Plantada

# Variáveis Chave

Projeção de atividades  
Elaboração de cenários  
Cálculo de emissões



Opções de Mitigação de Emissões  
de Gases de Efeito Estufa em  
Setores-Chave do Brasil

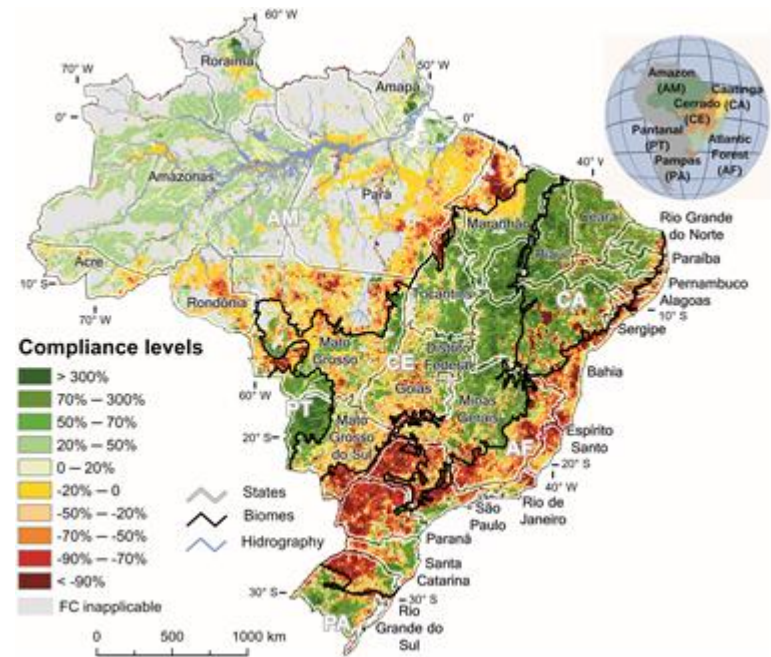
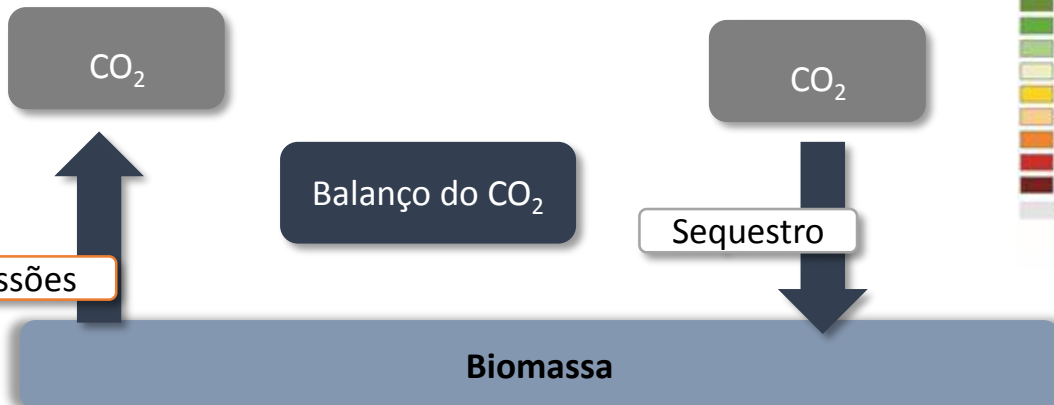
## ❖ Mudanças de uso do solo

Baixo Carbono

### Possíveis alterações:

Desmatamento

- Diminuição do desmatamento
- Desmatamento legal
- Desmatamento líquido zero
- Desmatamento zero



# Variáveis Chave

Projeção de atividades  
Elaboração de cenários  
Cálculo de emissões



Opções de Mitigação de Emissões  
de Gases de Efeito Estufa em  
Setores-Chave do Brasil

## ❖ Mudanças de uso do solo

Baixo Carbono

### Possíveis alterações:

Regeneração Florestal

- Regeneração Natural
- Sistemas agroflorestais
- Plantios mistos (nativas e exóticas – 50%)
- Plantio de nativas

Técnicas para restauração florestal

- Condução da Regeneração Natural
- Plantio de mudas em linhas ou ilhas (nucleação)
- Plantio com sementes ou semeadura direta
- Enriquecimento
- Adensamento
- Sistemas agroflorestais

# Variáveis Chave

Projeção de atividades  
Elaboração de cenários  
Cálculo de emissões



Opções de Mitigação de Emissões  
de Gases de Efeito Estufa em  
Setores-Chave do Brasil

- Energia setor agropecuário

## Linha de Base

**Formas de projeção:** modelos top- down e bottom up

**Aspectos Importantes:** Principais vetores energéticos: Diesel, eletricidade, lenha, GLP:

-Diesel: agricultura mecanizada (incluindo a produção de forrageiras para a pecuária) produção de leite e a pecuária intensiva. Atenção para estratégias de manejo como: recuperação de pastagens degradadas e adubação de pastagens

-Eletricidade: irrigação (incluindo a produção de forrageiras para a pecuária), pecuária (avicultura, leiteira e intensiva) e secagem de grãos (força motriz para ventiladores)

-Lenha: geração de calor nos subsetores de secagem de grãos e pecuária (principalmente na avicultura)

-GLP: geração de calor nos subsetores de secagem de grãos e pecuária (principalmente na avicultura)

# Variáveis Chave

Projeção de atividades  
Elaboração de cenários  
Cálculo de emissões



*Opções de Mitigação de Emissões  
de Gases de Efeito Estufa em  
Setores-Chave do Brasil*

- Energia setor agropecuário

Baixo Carbono

## **Possíveis alterações:**

Máquinas agrícolas: Substituição de combustíveis

Avicultura: Otimização de iluminação dos aviários

Secagem de grãos: aumento na eficiência dos secadores de grãos a lenha

Irrigação: aumento na eficiência energética na irrigação

# Medidas de mitigação



Opções de Mitigação de Emissões  
de Gases de Efeito Estufa em  
Setores-Chave do Brasil

- Agropecuária

## Baixo Carbono

### Plantio Direto

Processos tecnológicos destinados à exploração de sistemas agrícolas produtivos, compreendendo mobilização de solo apenas na linha ou cova de semeadura, manutenção permanente da cobertura do solo, diversificação de espécies e minimização ou supressão do intervalo de tempo entre colheita e semeadura.

Contribui para:

- Conservação do solo e da água,
- Aumento da eficiência da adubação,
- **Incremento do conteúdo de matéria orgânica do solo (carbono),**
- **Redução do consumo de energia fóssil e do uso de agrotóxicos,**

(BRASIL, 2012)

Custos associados: uso de maquinário , herbicidas , sementes, fertilizantes



# Medidas de mitigação



Opções de Mitigação de Emissões  
de Gases de Efeito Estufa em  
Setores-Chave do Brasil

- Agropecuária

## Baixo Carbono

### **Recuperação de pastagens degradadas**

A degradação das pastagens é um dos maiores problemas da pecuária brasileira que influenciam diretamente na sustentabilidade do sistema produtivo. A degradação de pastagens culmina em perda de: vigor, produtividade, cobertura vegetal, teor de matéria orgânica do solo, capacidade de recuperação natural para sustentar os níveis de produção e qualidade exigida pelos animais e capacidade do sistema de produção em superar os efeitos nocivos de pragas, doenças e invasoras.

A correção e adubação do solo proporciona:

- **Recuperação e conservação no estoque de carbono no solo**
- Maior produção de forragem ofertada ao bovino em quantidade e qualidade
- **Maior taxa de lotação nas pastagens, e, conseqüentemente, maior produção de kg de carne/ha/ano**

Custos envolvidos:

Reforma de pastagens: operação de maquinário (gradagem, nivelamento e distribuição das sementes, calcário e adubo), sementes, calcário, adubo, cercamento e bebedouro para o gado

Recuperação de pastagens: operação de maquinário (distribuição do adubo), adubo

# Medidas de mitigação



Opções de Mitigação de Emissões  
de Gases de Efeito Estufa em  
Setores-Chave do Brasil

- Agropecuária

## Baixo Carbono

### Sistemas Integrados

Integração Lavoura-Pecuária (Agropastoril), Lavoura-Pecuária-Floresta (Agrossilvipastoril), Pecuária-Floresta (Silvipastoril) e Lavoura-Floresta (Silviagrícola)

Estratégia de produção sustentável que integra atividades agrícolas, pecuárias e/ou florestais realizadas na mesma área, em cultivo consorciado, em sucessão ou rotacionado, e busca efeitos sinérgicos entre os componentes do agroecossistema

Contribui para:

- Recuperação de áreas degradadas
- Manutenção das propriedades físicas químicas do solo
- Manutenção e reconstituição da cobertura florestal,
- Adoção de boas práticas agropecuárias,
- Adequação da unidade produtiva à legislação ambiental
- Valorização de serviços ambientais oferecidos pelos agroecossistemas

# Medidas de mitigação



Opções de Mitigação de Emissões  
de Gases de Efeito Estufa em  
Setores-Chave do Brasil

- Agropecuária

## Baixo Carbono

### Sistemas Integrados

#### Resultados:

#### **Recuperação e conservação no estoque de carbono no solo**

Maior produção de forragem ofertada ao bovino em quantidade e qualidade

#### **Aumento da taxa de lotação animal**

Melhoria na fertilidade e produtividade do solo,

#### **Redução do uso de defensivos agrícolas**

Diminuição da erosão proporcionando assim um menor assoreamento dos mananciais hídricos

- Custos associados: maquinário, sementes, mudas, fertilizantes

# Medidas de mitigação



Opções de Mitigação de Emissões  
de Gases de Efeito Estufa em  
Setores-Chave do Brasil

- Agropecuária

## Baixo Carbono

### **Semi Confinamento e Confinamento**

- Semiconfinamento: fornecimento de concentrado para animais que estão em pastagens onde será acumulada uma quantidade de forragem suficiente para os animais pastejarem por certo período da seca. Esta técnica baseia-se na alimentação do animal no pasto e no cocho (ração concentrada).
- Confinamento: fornecimento total da dieta do animal no cocho

Proporcionam:

- Melhor desempenho animal
- Retirada de uma categoria (novilha de 2 a 3 anos, garrotes de 2 a 3 anos, ou bois de 3 a 4 anos) do Sistema – Menor idade de abate – Menores emissões de GEE**
- Aumento na produtividade anual – arrobas produzidas/hectare/ano

Custos associados:

- Investimento na estrutura: curral, fabrica de ração, maquinário(distribuição da ração e corte da silagem)
- Dieta

# Medidas de mitigação



Opções de Mitigação de Emissões  
de Gases de Efeito Estufa em  
Setores-Chave do Brasil

- Agropecuária

## Baixo Carbono

### **Fertilização Biológica de Nitrogênio**

Processo biológico mediado por bactérias que possuem um complexo enzimático que transformam o nitrogênio do ar ( $N_2$ ) – forma quimicamente estável do nitrogênio (N) – em estruturas assimiláveis por outros organismos, especialmente os vegetais.

Proporcionam:

**Menor uso de fertilizantes**

Custos associados: inoculante, economia com fertilizantes

# Medidas de mitigação



Opções de Mitigação de Emissões  
de Gases de Efeito Estufa em  
Setores-Chave do Brasil

- Mudanças de uso do solo

## Baixo Carbono

### **Regeneração Florestal**

Recuperação da vegetação nativa em áreas de Áreas de Preservação Permanente (APPs), Reserva Legal (RL) e de terras degradadas e com baixa produtividade

Contribui para:

- Abrigar espécies da flora e da fauna silvestres ameaçadas de extinção,
- Proteção de mananciais e recarga de aquíferos
- Formação de corredores ecológicos
- Proteção o entorno de unidades de conservação ou se situar em áreas prioritárias para a criação delas
- Mitigação e adaptação às mudanças climáticas**

# Variáveis Chave

Projeção de atividades  
Elaboração de cenários  
Cálculo de emissões



Opções de Mitigação de Emissões  
de Gases de Efeito Estufa em  
Setores-Chave do Brasil

- Mudanças de uso do solo

## Baixo Carbono

### Regeneração Florestal – Recomendações para regeneração

PROCESSO DE PERTURBAÇÃO	CERRADO		FLORESTA	
	Potencial de regeneração natural	Técnica de recuperação	Potencial de regeneração natural	Técnica de recuperação
Desmatamento	muito alto	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Controle de incêndios e de espécies invasoras (gramíneas exóticas)</li> </ul>	alto	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Supressão total do fogo</li> <li>➤ Controle de espécies invasoras</li> <li>➤ Controle de cipós</li> </ul>
Reflorestamento (exóticas)	muito alto	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Eliminação das árvores exóticas</li> <li>➤ Controle de incêndios e de espécies invasoras (gramíneas exóticas)</li> </ul>	médio a alto	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Supressão total do fogo</li> <li>➤ Eliminação das árvores exóticas</li> <li>➤ Controle de cipós</li> <li>➤ Controle de espécies invasoras</li> </ul>
Fogo	muito alto	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Controle de incêndios e de espécies invasoras (gramíneas exóticas)</li> </ul>	médio	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Supressão total do fogo</li> <li>➤ Controle de cipós</li> <li>➤ Controle de espécies invasoras</li> <li>➤ Plantio de enriquecimento</li> </ul>
Pastoreio	alto a baixo	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Suspensão de roçadas</li> <li>➤ Controle de incêndios e gramíneas exóticas</li> <li>➤ Plantio de espécies lenhosas longevas (área total ou só enriquecimento)</li> </ul>	muito baixo	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Supressão total do fogo</li> <li>➤ Eliminação de gramíneas</li> <li>➤ Descompactação do solo</li> <li>➤ Plantio: pioneiras + não pioneiras</li> </ul>
Agricultura	baixo a muito baixo	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Plantio de espécies lenhosas longevas</li> <li>➤ Controle de espécies invasoras</li> </ul>	muito baixo	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Controle de plantas invasoras</li> <li>➤ Plantio: pioneiras + não pioneiras</li> <li>➤ Alternativa: agrossilvicultura</li> </ul>
Cortes (retirada de terra)	médio	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Regeneração natural (lenta)</li> <li>➤ Opcional: plantio de enriquecimento com espécies tolerantes a ambiente inóspito)</li> </ul>	nulo	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Recuperação do solo (estrutura e microrganismos)</li> <li>➤ Plantio de espécies tolerantes a ambientes inóspitos</li> </ul>
Aterros e mineração	nulo	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Recuperação do solo (estrutura e microrganismos) + plantio de espécies tolerantes a ambientes inóspitos</li> </ul>	nulo	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Recuperação do solo (estrutura e microrganismos)</li> <li>➤ Plantio de espécies tolerantes a ambientes inóspitos</li> </ul>

Durigan (2011)

# Variáveis Chave

Projeção de atividades  
Elaboração de cenários  
Cálculo de emissões



Opções de Mitigação de Emissões  
de Gases de Efeito Estufa em  
Setores-Chave do Brasil

- Mudanças de uso do solo

## Baixo Carbono

### Regeneração Florestal – Recomendações para regeneração

Situação Ambiental	1º ano	2º ano
Culturas agrícolas com floresta nativa matriz na vizinhança	Isolamento dos fatores de degradação (fogo, gado, etc) através do cercamento e construção de aceiros	Condução da regeneração natural
Culturas agrícolas sem floresta nativa matriz na vizinhança.	Isolamento dos fatores de degradação (fogo, gado, etc) através do cercamento e construção de aceiros	Plantio em área total e/ou implantação de núcleos de vegetação
Capoeira com regeneração de espécies herbácea/arbustiva e poucas de porte arbóreo com floresta nativa matriz na vizinhança.	Isolamento dos fatores de degradação (fogo, gado, etc) através do cercamento e construção de aceiros	Condução da regeneração natural
Capoeira com regeneração de espécies herbácea/arbustiva e poucas de porte arbóreo sem floresta nativa matriz na vizinhança.	Isolamento dos fatores de degradação (fogo, gado, etc) através do cercamento e construção de aceiros	Enriquecimento através de semeadura direta e plantio de muda de espécies pioneiras.

Venâncio et al (2015)



# Medidas de mitigação



Opções de Mitigação de Emissões  
de Gases de Efeito Estufa em  
Setores-Chave do Brasil

- Mudanças de uso do solo

## Baixo Carbono

### Regeneração Florestal

#### Atividades e custos associados

- 1. Isolamento da área
- 2. Roçada manual
- 3. Controle de formigas
- 4. Capina química e manual (coroamento)
- 5. Coveamento manual e mecanizado
- 6. Subsolação mecanizada
- 7. Adubação manual de base
- 8. Plantio com gel hidratado
- 9. Irrigação manual
- 10. Condução da regeneração natural
- 11. Controle de invasoras
- 12. Replantio com gel
- 13. Plantio de enriquecimento
- Outras...

# Medidas de mitigação



Opções de Mitigação de Emissões  
de Gases de Efeito Estufa em  
Setores-Chave do Brasil

- Mudanças de uso do solo

## Baixo Carbono

### **Diminuição do desmatamento**

Conservação da vegetação nativa

Contribui para:

- Conservação da biodiversidade,
- Proteção de mananciais e recarga de aquíferos
- Manutenção do clima e regime de chuvas
- Conservação das propriedades do solo
- Mitigação e adaptação às mudanças climáticas**

Custos associados: criação de unidades de conservação, sistemas de monitoramento e fiscalização, pagamento por serviços ambientais e subsidio a sistemas de produção sustentável

# Medidas de mitigação



Opções de Mitigação de Emissões  
de Gases de Efeito Estufa em  
Setores-Chave do Brasil

- Energia setor agropecuário

## Baixo Carbono

**Máquinas agrícolas:** Uso de Biodiesel (substituição do diesel)

Contribuição: redução das emissões na queima do combustível

Observação importante: custo de transporte (localização das regiões produtoras)

Custos associados: plantas de biodiesel e custo do combustível

**Avicultura:** Otimização de iluminação dos aviários

Substituição das lâmpadas LFCs por lâmpadas LED

Contribuição: minimizar o consumo de eletricidade e conseqüentemente emissões de GEE

Custos associados: Lâmpadas, custo de mão-de-obra especializada para a implementação do método dos lumens e manutenção do sistema de iluminação, custo com energia.

**Secagem de grãos:** aumento na eficiência média dos secadores de grãos a lenha

Contribuição: redução do consumo de lenha conseqüentemente emissões de GEE (origem desmatamento)

Custos associados: investimento secadores mais eficientes, custo com a lenha

**Irrigação:** aumento na eficiência energética na irrigação

Contribuição: redução no consumo de eletricidade.

Custos associados: pivôs, tubo, custo com energia



*Opções de Mitigação de Emissões  
de Gases de Efeito Estufa em  
Setores-Chave do Brasil*

**Obrigada!**

[julianaldavis@gmail.com](mailto:julianaldavis@gmail.com)