



# Tecnologias para uma Agricultura de Baixa Emissão de Carbono

**José Pereira da Silva Jr.**

Eng.Agr., D.S., Pesquisador, Embrapa Trigo

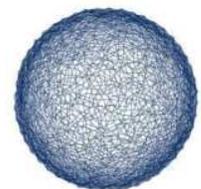
**Luiz Adriano Maia Cordeiro**

Eng.Agr., M.Sc., D.S., Pesquisador, Embrapa Sede  
Departamento de Transferência de Tecnologia (DTT)



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento





COP15  
COPENHAGEN



**COP-15**: governo brasileiro divulgou o **compromisso de redução das emissões até 2020, entre 36,1% e 38,9%**, deixando de emitir 1 bilhão de ton CO<sub>2</sub> equivalente (t CO<sub>2</sub> eq). Para tanto, será implementado um programa de **ações voluntárias**:

1) Reduzir em 80% a taxa de **desmatamento** na Amazônia e em 40% no Cerrado.

2) Adotar intensivamente na **agricultura** a recuperação de pastagens degradadas; promover integração lavoura-pecuária-floresta; ampliar sistema plantio direto e fixação biológica de nitrogênio.

3) Ampliar a **eficiência energética**, uso de bicompostíveis, oferta de hidrelétricas e fontes alternativas de biomassa, eólicas, pequenas centrais hidrelétricas, e uso de carvão de florestas plantadas na siderurgia.



Embrapa

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PAÍS RICO E PAÍS SEM POBREZA



# Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (Plano ABC)

---

## Objetivo Geral:

- Promover a mitigação da emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) na agricultura, no âmbito da Política Nacional de Mudanças Climáticas (PNMC), melhorando a eficiência no uso de recursos naturais, aumentando resiliência de sistemas produtivos e de comunidades rurais, e possibilitar a adaptação do setor agropecuário às mudanças climáticas.



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento





## Objetivos Específicos do Plano ABC

- Contribuir para a consecução dos compromissos de redução da emissão de GEE assumidos voluntariamente pelo Brasil no âmbito dos acordos climáticos internacionais e previstos na legislação;
- Garantir o aperfeiçoamento contínuo e sustentado das práticas de manejo que reduzam a emissão dos GEE e adicionalmente que aumentem a fixação atmosférica de CO<sub>2</sub> na vegetação e no solo dos setores da agricultura brasileira;
- Incentivar a adoção de Sistemas de Produção Sustentáveis que assegurem a redução de emissões de GEE, enquanto elevem simultaneamente a renda dos produtores, sobretudo com a expansão das seguintes tecnologias: (i) Recuperação de Pastagens Degradadas; (ii) Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) e Sistemas Agroflorestais (SAFs); (iii) Sistema Plantio Direto (SPD); (iv) Fixação Biológica do Nitrogênio (FBN); e, (v) Florestas Plantadas;
- Incentivar o uso de Tratamento de Dejetos Animais para geração de energia e compostagem;
- Incentivar os estudos e aplicação de técnicas de adaptação de plantas, de sistemas produtivos e de comunidades rurais aos novos cenários de aquecimento atmosférico, em especial aquelas de maior vulnerabilidade; e,
- Promover esforços para se reduzir o desmatamento de florestas decorrente dos avanços da pecuária e outros fatores, nos Biomas Amazônia e Cerrado.



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento





# Ações Previstas – Mitigação, Monitoramento e Adaptação

1. Divulgação; **Embrapa**
2. Capacitação (técnicos e produtores); **Embrapa**
3. Transferência de Tecnologia; **Embrapa**
4. Assistência Técnica e Planejamento Rural;
5. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação; **Embrapa**
6. Disponibilização de insumos;
7. Regularização fundiária e ambiental;
8. Fomento a viveiros e redes de coletas de sementes; **Embrapa**
9. Monitoramento (MRV); **Embrapa**
10. Adaptação, redução de vulnerabilidades e aumento de resiliência; **Embrapa**
11. Ações transversais (sensibilização, articulação, etc.); **Embrapa**
12. Crédito e Linhas de Financiamento (p.e. Programa ABC).



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



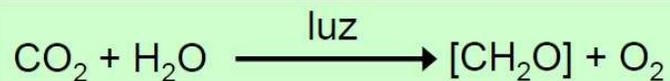
# Alternativas para Mudanças do Clima

## Mitigação

- Seqüestro de Carbono (vegetação, biomassa e solos)
- Reduzir emissões de GEE
- Adoção de Sistemas Sustentáveis

## Adaptação

- Geração de novas cultivares (melhoramento/biotecnologia) e tecnologias
- Adaptar sistemas produtivos, comunidades
- Prever e reduzir vulnerabilidades



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



# Conceito de Mitigação

Refere-se a uma intervenção antropogênica para reduzir (mitigar, minimizar, atenuar) a própria força antropogênica no sistema climático.

São estratégias para **reduzir as fontes de emissões de GEE** e para **aumentar os sumidouros de GEE**.

Fonte: IPCC



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



Existem três maneiras de **mitigação do efeito estufa** reconhecidas pelo IPCC:

- 1) Conservação dos estoques de Carbono existentes (evitar ou reduzir emissões)
- 2) Remoção por meio da ampliação dos reservatórios de Carbono (promover seqüestro de Carbono)
- 3) Substituição energética



# Conceito de Adaptação

Refere-se a às estratégias e medidas, incluindo a definição de prioridades e aceleração de cronogramas, necessárias para **redefinir ou adequar às atividades produtivas aos impactos da mudança de clima.**

De uma forma mais ampla alguns ajustes serão necessários visando **diminuir a vulnerabilidade dos produtores, das comunidades rurais e dos ecossistemas**, ampliando a **resiliência** dos sistemas produtivos e promovendo o uso sustentável da biodiversidade e dos recursos hídricos.

Fonte: Convenção-Quadro sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC)



**Embrapa**

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PAIS RICO E PAIS SEM POBREZA

Biotecnologia e transgênicos: família de genes que codificam fatores de transcrição denominados DREB (“Dehydration Responsive Element Binding protein”)



P58 (BR-16 **com** gene)  
2,5% Umidade do solo

BR-16 **sem** gene  
2,5% Umidade do solo



**Embrapa**

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PAÍS RICO E PAÍS SEM POBREZA



# Programa ABC



Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

- Programa de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (ABC): *é uma linha de crédito criada pelo MAPA.*
- Valor disponibilizado = R\$ 3,15 Bilhões (5,5% a.a.).

Finalidade: financiar investimentos fixos e semi-fixos, além do custeio (30-40%), destinados à:

- ✓ recuperação de áreas e pastagens degradadas;
- ✓ implantação de sistemas orgânicos de produção agropecuária;
- ✓ implantação e melhoramento de sistemas plantio direto;
- ✓ implantação de sistemas de integração lavoura-pecuária, lavoura-floresta, pecuária-floresta ou lavoura-pecuária-floresta;
- ✓ implantação, manutenção e manejo de florestas comerciais, inclusive aquelas destinadas ao uso industrial ou à produção de carvão vegetal;
- ✓ adequação ou regularização das propriedades rurais frente à legislação ambiental, inclusive a recuperação de reserva legal e de áreas de preservação permanente, bem como o tratamento de dejetos e resíduos, entre outros;
- ✓ implantação de planos de manejo florestal sustentável; e
- ✓ implantação e manutenção de florestas de dendezeiro, prioritariamente em áreas produtivas degradadas.

# Tecnologias para uma Agricultura de Baixa Emissão de Carbono



# Agricultura de Baixa Emissão de Carbono

---

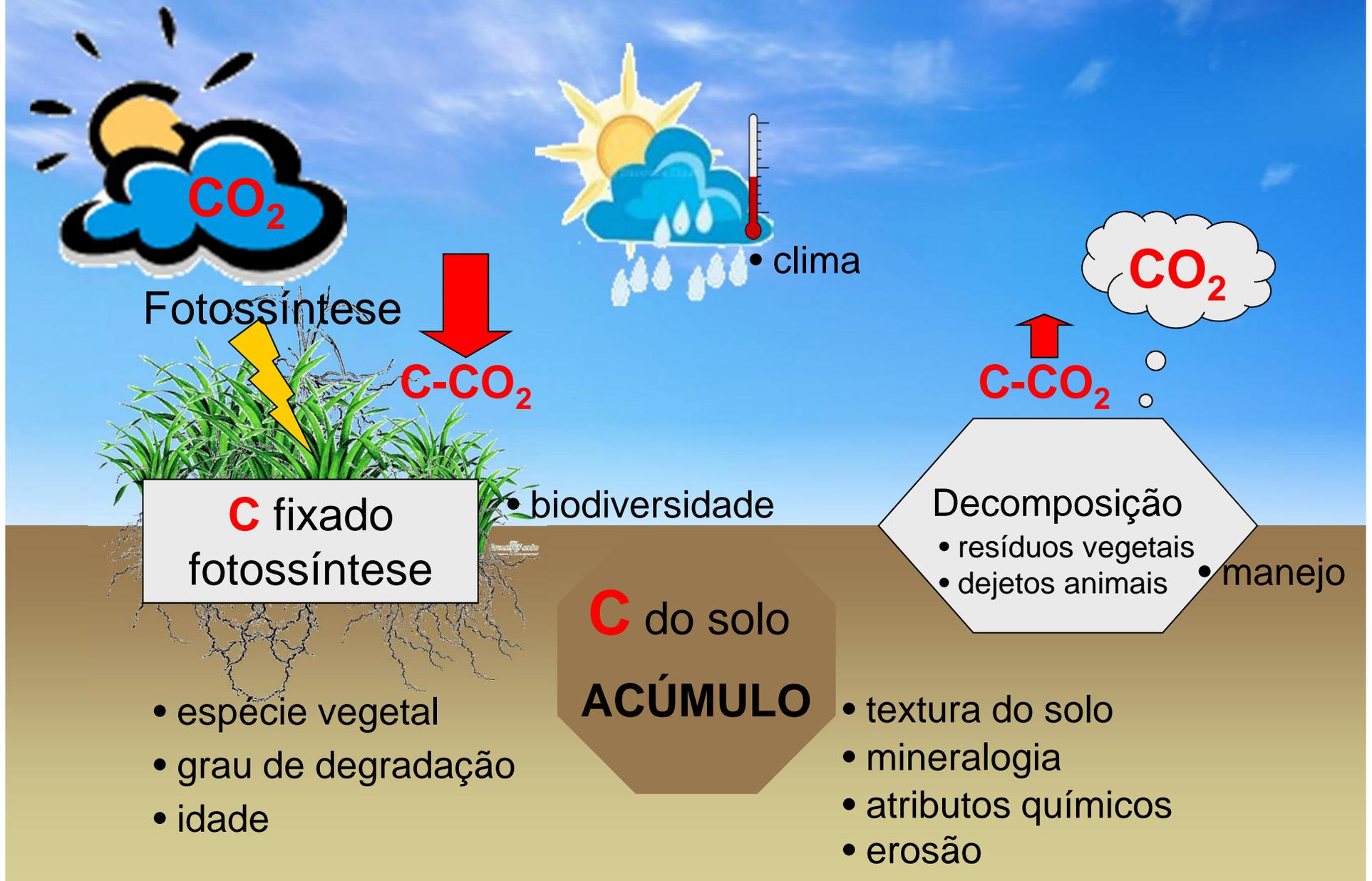
- Baseada em “**sistemas de produção sustentáveis de produção agropecuária**”, com capacidade conhecida de reduzir emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) ao mesmo tempo que promovem remoções / seqüestro de Carbono em Solo e Vegetação / Biomassa.
- Agricultura com capacidade de **produzir alimento preservando o meio ambiente** para não comprometer os recursos naturais das gerações futuras.
- Conceito complexo, pois atende a um **conjunto de variáveis interdependentes**, mas que podem ser descritos como a **capacidade de integrar as questões sociais, energéticas, econômicas e ambientais**.



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



# Estoque de C no solo e biomassa





# Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura

## Plano ABC

Tecnologias de Baixa Emissão de Carbono	Compromisso (aumento de área/uso)	Potencial de Mitigação (milhões Mg CO <sub>2</sub> eq)
Recuperação de Pastagens Degradadas <sup>1</sup>	15,0 milhões ha	83 a 104
Integração Lavoura-Pecuária-Floresta <sup>2</sup>	4,0 milhões ha	18 a 22
Sistema Plantio Direto	8,0 milhões ha	16 a 20
Fixação Biológica de Nitrogênio	5,5 milhões ha	10
Florestas Plantadas <sup>3</sup>	3,0 milhões ha	-
Tratamento de Dejetos Animais	4,4 milhões m <sup>3</sup>	6,9
<b>Total</b>		<b>133,9 a 162,9</b>

<sup>1</sup> Por meio do manejo adequado e adubação.

<sup>2</sup> Incluindo Sistemas Agroflorestais (SAFs).

<sup>3</sup> Não está computado o compromisso brasileiro relativo ao setor da siderurgia; e, não foi contabilizado o potencial de mitigação de emissão de GEE.



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento





# Programas do Plano ABC

---

1. **Recuperação de Pastagens Degradadas**
2. **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) e de Sistemas Agroflorestais (SAFs)**
3. **Sistema Plantio Direto (SPD)**
4. **Fixação Biológica do Nitrogênio (FBN)**
5. **Florestas Plantadas**
6. **Tratamento dos Dejetos Animais**
7. Adaptação às Mudanças Climáticas



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



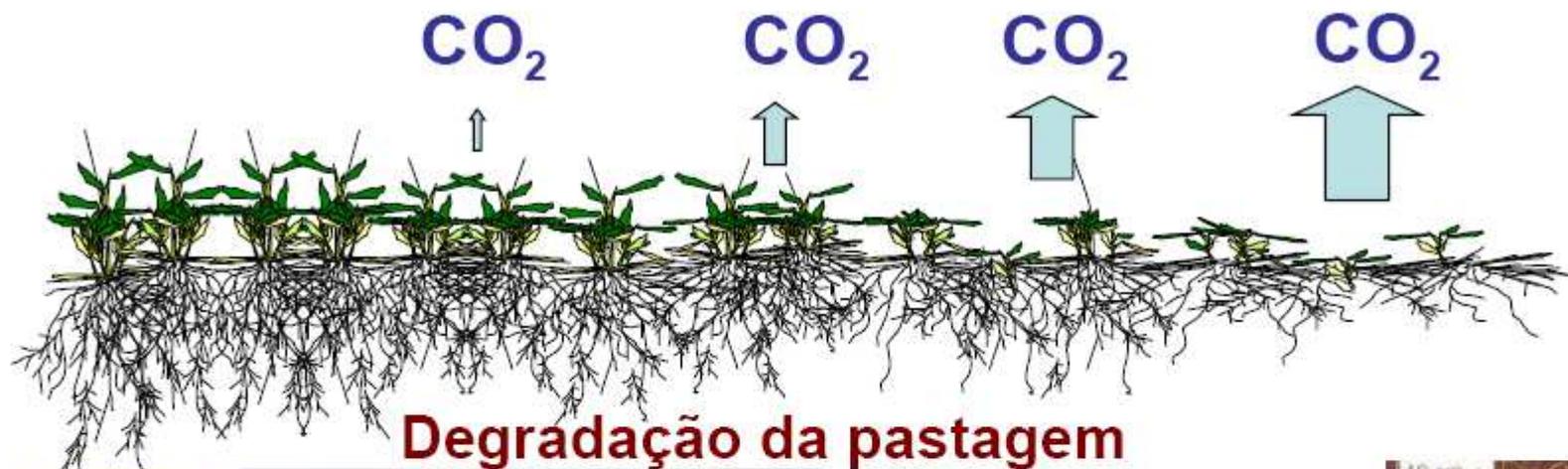
1. **Recuperação de Pastagens Degradadas**: sistemas que promovem a **recuperação da capacidade produtiva das pastagens degradadas** com o incremento na produção da biomassa vegetal das espécies forrageiras (por meio da calagem e adubação) e seu manejo racional. Existem diferentes técnicas de recuperação direta ou indireta de pastagens. Reduz a necessidade de expansão de áreas de pastagens sobre florestas. Aumenta o carbono em solo e biomassa, pois, promove maior acúmulo das forrageiras e seu uso adequado



**Embrapa**

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PAÍS RICO E PAÍS SEM POBREZA



**Recuperação/Renovação da Pastagem**

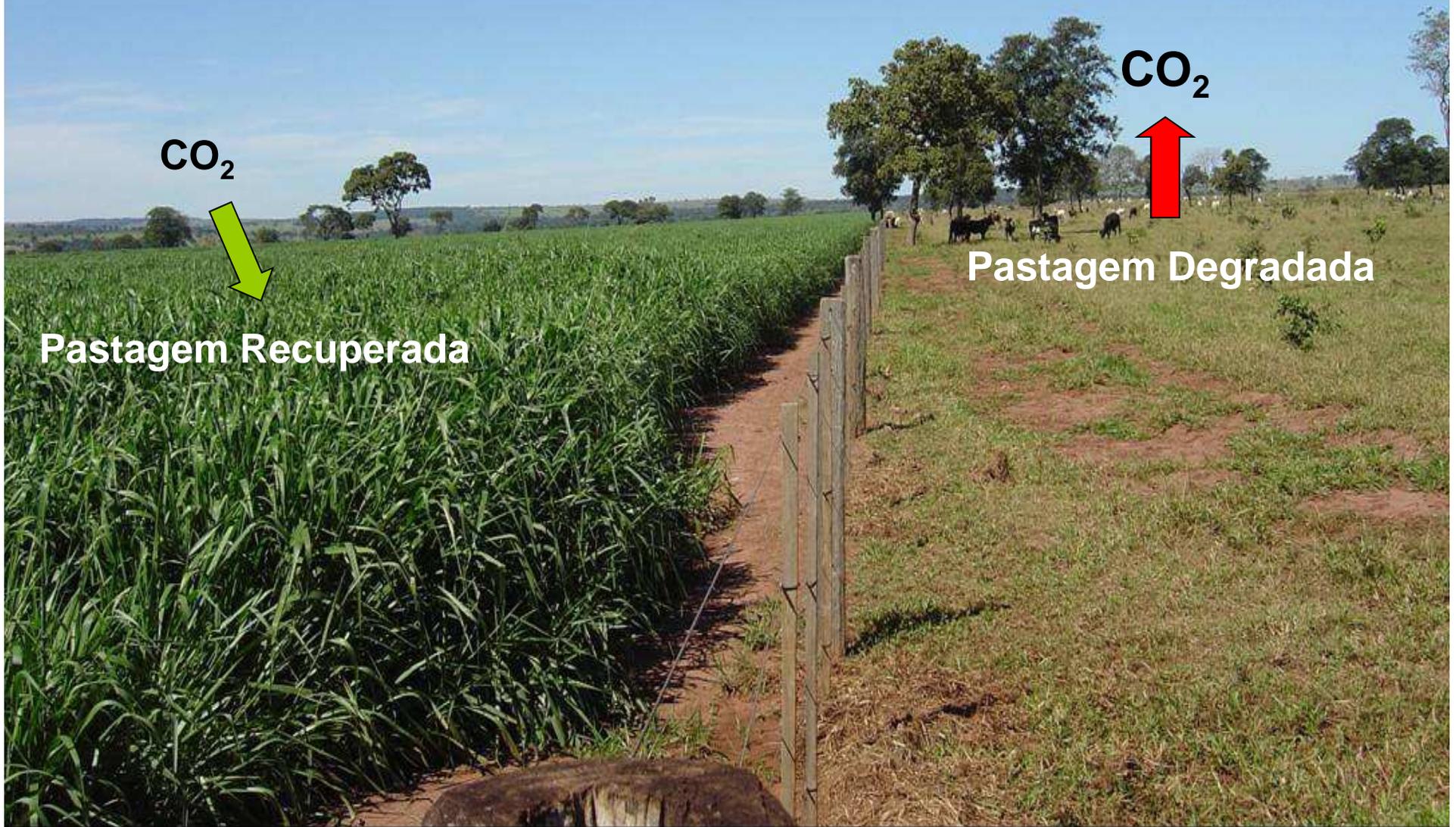


**Embrapa**

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PAÍS RICO E PAÍS SEM POBREZA

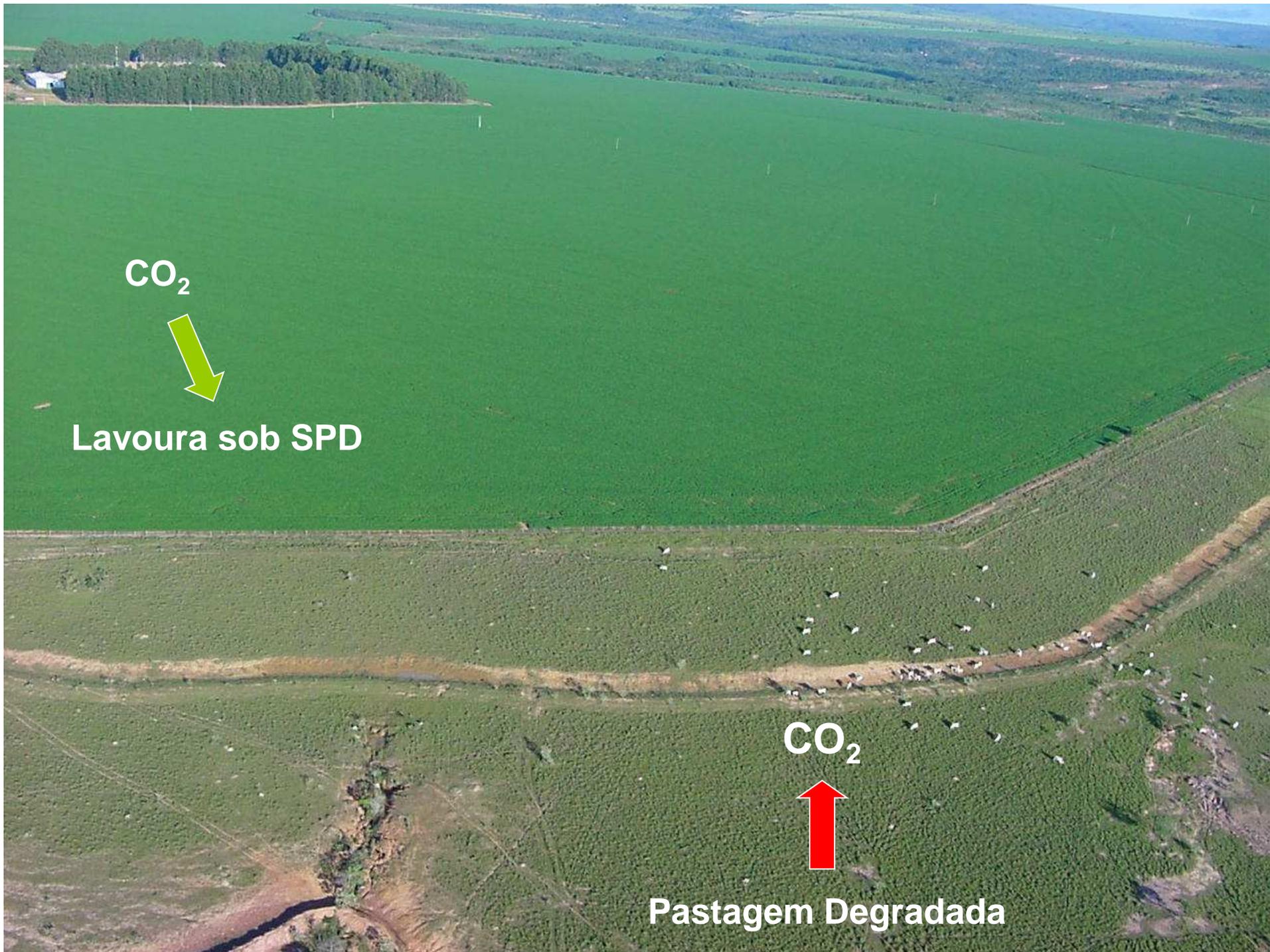
# Recuperação de Pastagens Degradadas



**Embrapa**

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PAÍS RICO E PAÍS SEM POBREZA



CO<sub>2</sub>



Lavoura sob SPD

CO<sub>2</sub>



Pastagem Degradada

**2. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF):** é uma ***estratégia de produção sustentável, que integra atividades agrícolas, pecuárias e florestais***, realizadas na mesma área em cultivo consorciado, em sucessão ou rotacionado, buscando efeitos sinérgicos entre os componentes do agroecossistema, contemplando a adequação ambiental, a valorização do homem e a viabilidade econômica. Pode ser adotada em diferentes formatos: **Integração Lavoura-Pecuária** (Agropastoril); **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta** (Agrossilvipastoril); **Integração Pecuária-Floresta** (Silvipastoril) ou **Integração Lavoura-Floresta** (Silviagrícola). Promove verticalização produtiva, incremento de renda por hectare e aumento o estoque de carbono no solo e na biomassa.



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



# Histórico



- **Integração Agropecuária:** prática histórica e antiga (principalmente, por pecuaristas).
- Desenvolvimento de **Sistemas Integrados** no Brasil:
  - **Final anos 1980:** recuperação de pastagens degradadas – pesquisas com poucos recursos.
  - **1991:** Sistema Barreirão (Embrapa Arroz e Feijão)
  - **Final dos anos 90:** hipótese de pesquisas para produção de grãos, de forragem para entressafra, de palha para Sistema Plantio Direto (rotação LAVOURA-PASTO)
  - **2001:** Conceito de Integração Lavoura-Pecuária (iLP) e Sistema Santa Fé
  - **2005:** Estratégia de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF)



## LAVOURA

## FLORESTA

## PECUÁRIA

Culturas+Árvores

Culturas+Árvores+Animais

Árvores+Animais

Sistema Silviagrícola

Sistema Agrossilvipastoril

Sistema Silvipastoril

Culturas+Animais  
Sistema Agropastoril

**Sistemas Integrados**



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



- **Espécies Madeiráveis:** Eucalipto, Pinus, Teca, Paricá, etc.
- **Espécies Forrageiras:** Braquiárias, Andropogon, etc.
- **Espécies de Plantas Anuais:** soja, milho, sorgo, arroz, feijão, etc.
- **Espécies de Animais:** bovinos de corte, bovinos de leite, ovinos, etc.



**Arroz**



**Soja**



**Milho**



**Sorgo**



**Madeira ou  
Celulose**



**Carne ou  
Leite**

- **OBS:** em prazo médio e longo quem permanece na iLPF é, normalmente, uma espécie florestal e/ou uma espécie forrageira (pastejo).

1º Ano



2º Ano



Embrapa

**ILPF**  
Integração Lavoura-Pecuária-Floresta

Embrapa

3º Ano



4º Ano





3º ano: *Eucalyptus* spp. x Soja



2º ano: *Ochroma pyramidale* x arroz



3º ano: *Tectona grandis* x Soja

## Nova Canaã do Norte - MT



1º ano: arroz + árvore

2º ano: arroz + árvore

3º ano: soja + árvore

4º ano: pasto + árvore



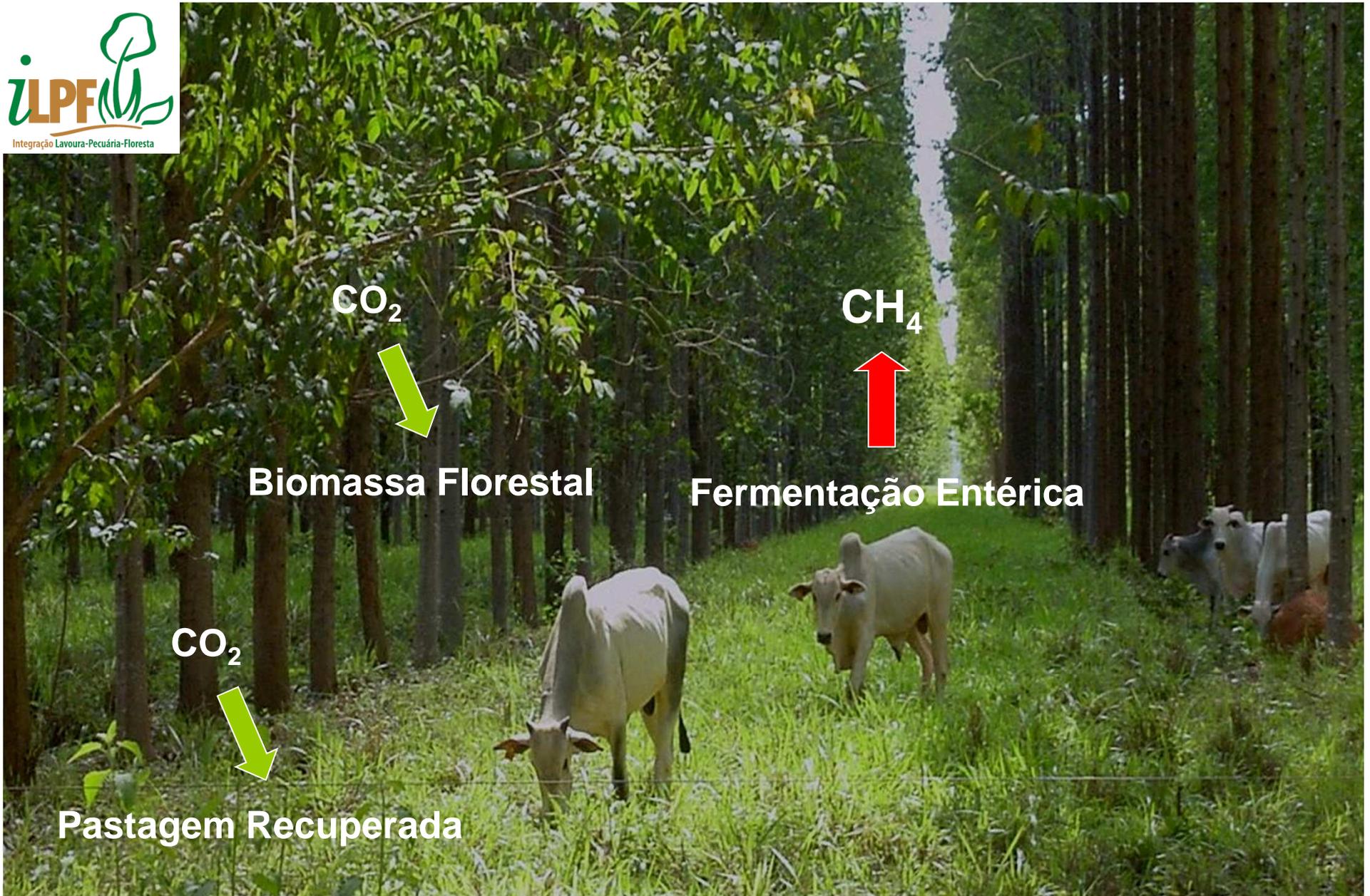


**ILPF proporciona  
bem-estar animal =  
conforto térmico**



Foto: Porfírio-da-Silva  
(EMBRAPA Florestas)



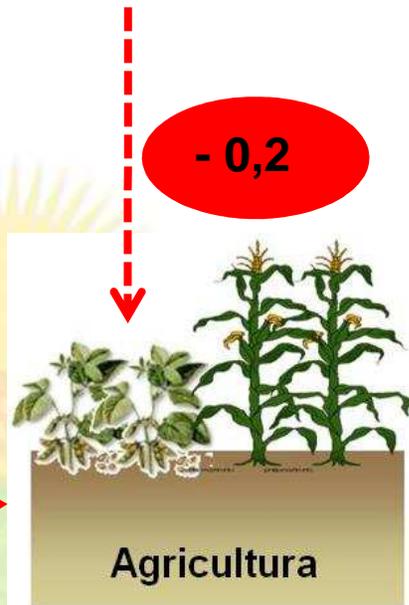
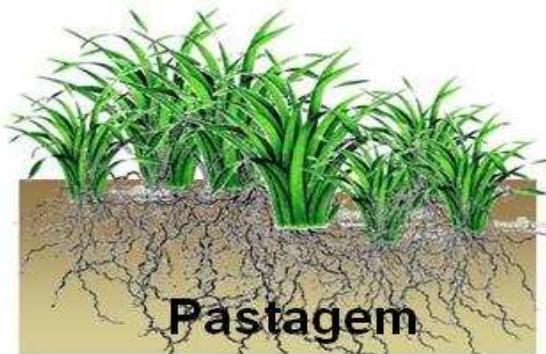


# Carbono no Solo e Biomassa

Mg de C ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>



Melhorada  
+ 0,2



Degradada  
- 0,4

- 0,2

+ 1,1

- 0,2

?



Ministério da AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO  
Fonte: Carvalho et al. (2010)  
Revisão de literatura

## Potencial de sequestro de carbono e de mitigação da emissão de GEEs do eucalipto (somente o tronco – exigências do IPCC) em sistemas de iLPF aos 16 meses

Densidade de árvores	Sequestro			PNEB* (UA/ha)
	C (kg/árvore)	C (t/ha)	CO <sub>2</sub> eq (t/ha)	
357/ha.	4,3	1,5	5,5	3,04
227/ha.	4,1	0,9	3,4	1,84

\* PNEB = Potencial de neutralização da emissão de GEEs de um bovino com 450 kg de peso vivo (~ 1,5 t/ha/ano de CO<sub>2</sub> eq.).

Fonte: Almeida et al. (2011).

19/05/2010

Foto: A. N. Kichel

• A **Embrapa e seus parceiros** atuam intensamente com Pesquisa e Transferência de Tecnologia em iLPF (todos Biomas brasileiros).

• Hoje, **33 centros de pesquisa** tem projetos com iLPF e **194 URTs** em todo o Brasil.



# Transferência de Tecnologia em iLPF

## 194 URTs coordenadas pela EMBRAPA - 2011



**3. Sistema Plantio Direto (SPD):** também chamado de “plantio direto” ou “plantio direto na palha”. É um sistema de produção baseado na ***manutenção dos resíduos vegetais (palhada) sobre a superfície do solo, eliminação das operações de preparo do solo e adoção da rotação de culturas***. Promove aumento dos teores de carbono e matéria orgânica do solo (pela decomposição e manutenção da palhada sobre o solo sem incorporá-la); melhora as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo; promove economia de tempo e combustível; e pode aumentar a produtividade das culturas.



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



**Sistema Plantio Direto (SPD)** gera vários benefícios ambientais e agronômicos:

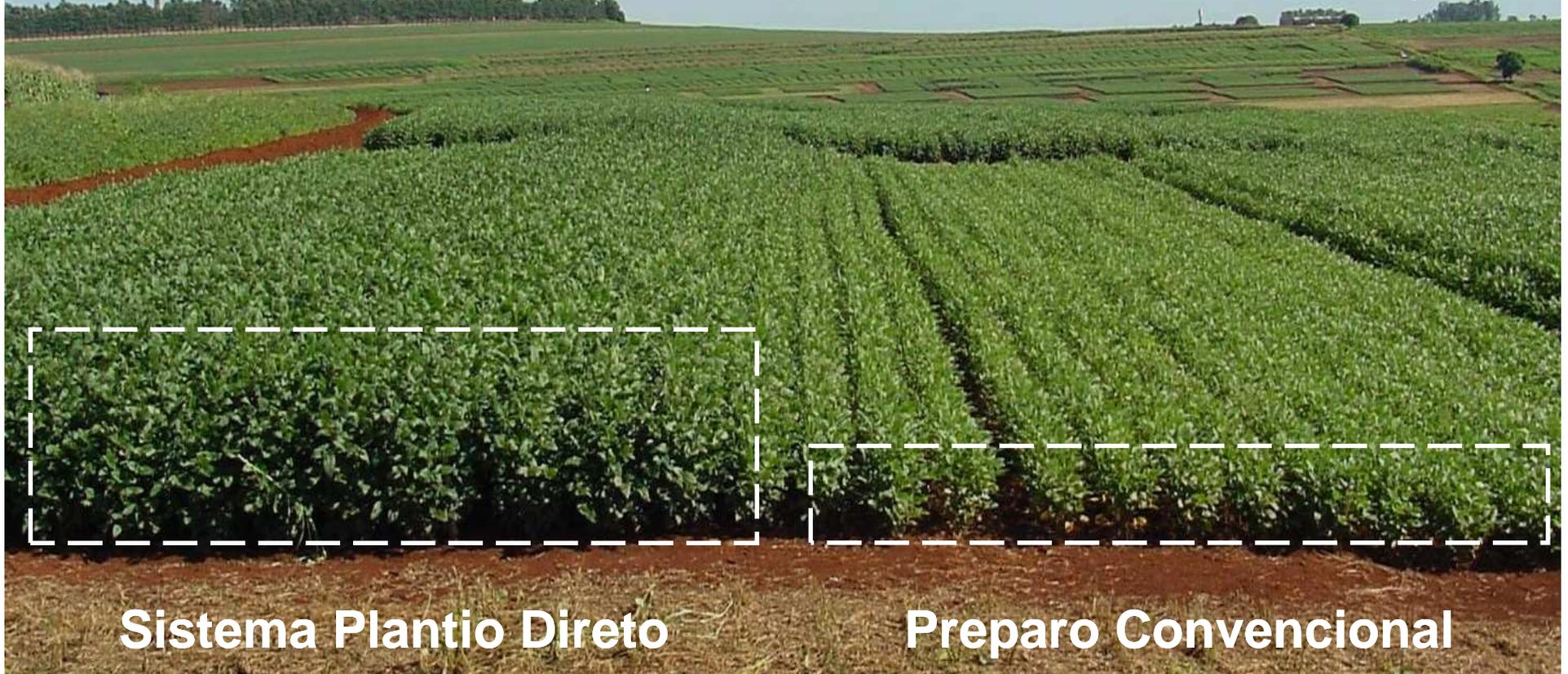
1. Ausência do revolvimento total do solo
2. Cobertura permanente do solo (palhada ou planta viva)
3. **ROTAÇÃO DE CULTURAS**



# Experimento de longo prazo comparando diferentes sistemas, Embrapa Soja, Londrina-PR

- Depois de 19 anos, o rendimento médio de soja foi **20%** superior no SPD do que no preparo convencional do solo.
- Esta performance é devida ao incrementos nos teores de **carbono do solo**.

Fonte: Franchini et al. (2007).

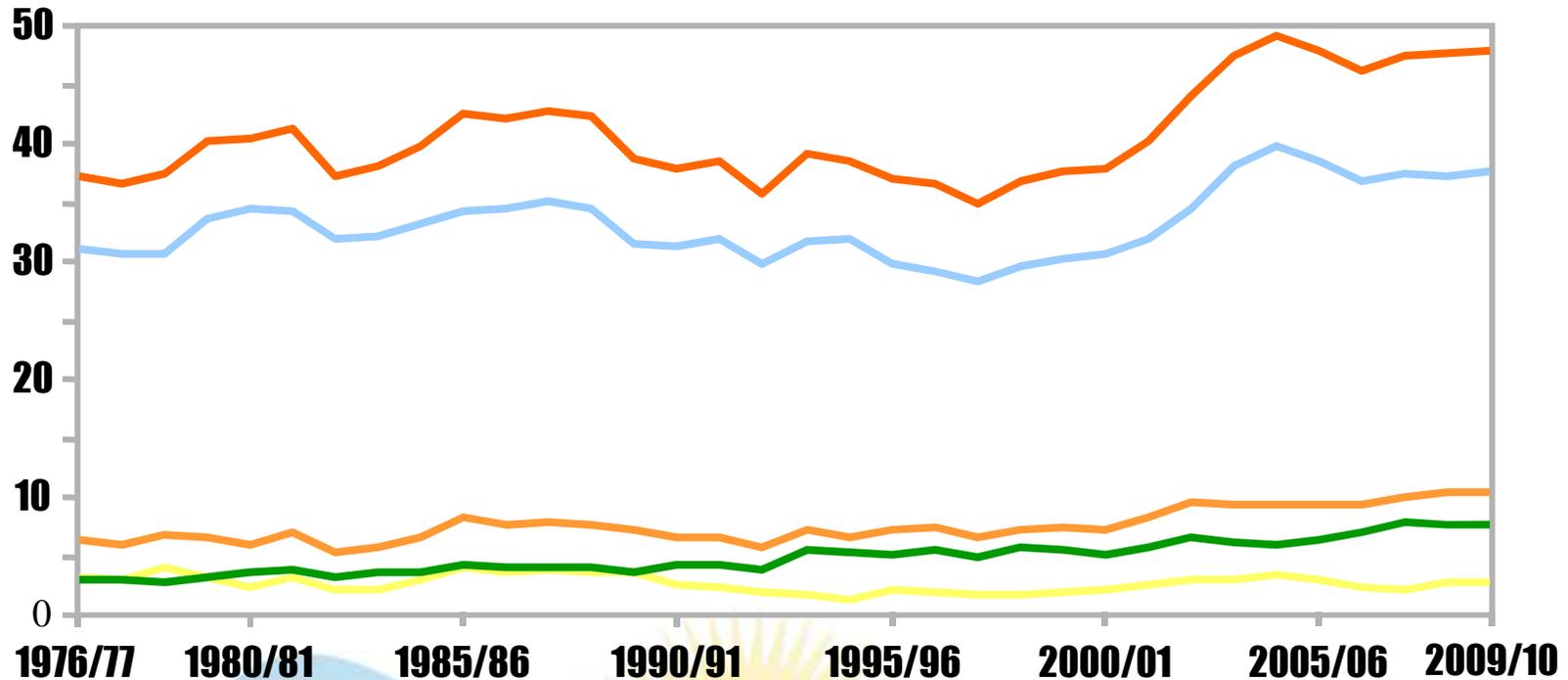


**Sistema Plantio Direto**

**Preparo Convencional**

# PRODUÇÃO DE GRÃOS NO BRASIL

Milhões de hectares



Área total com grãos - Ver + Inv = 47,9 ha

Área com espécies de primavera/verão = 37,6 ha

Área com espécies de inverno + safrinha = 10,4 ha

Área com espécies de inverno = 2,7 ha

Área com safrinha = 7,7 ha



Embrapa

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PAÍS RICO E PAÍS SEM POBREZA

# Sistema Plantio Direto (SPD)

CO<sub>2</sub>



CO<sub>2</sub>



Estoque de C no Solo

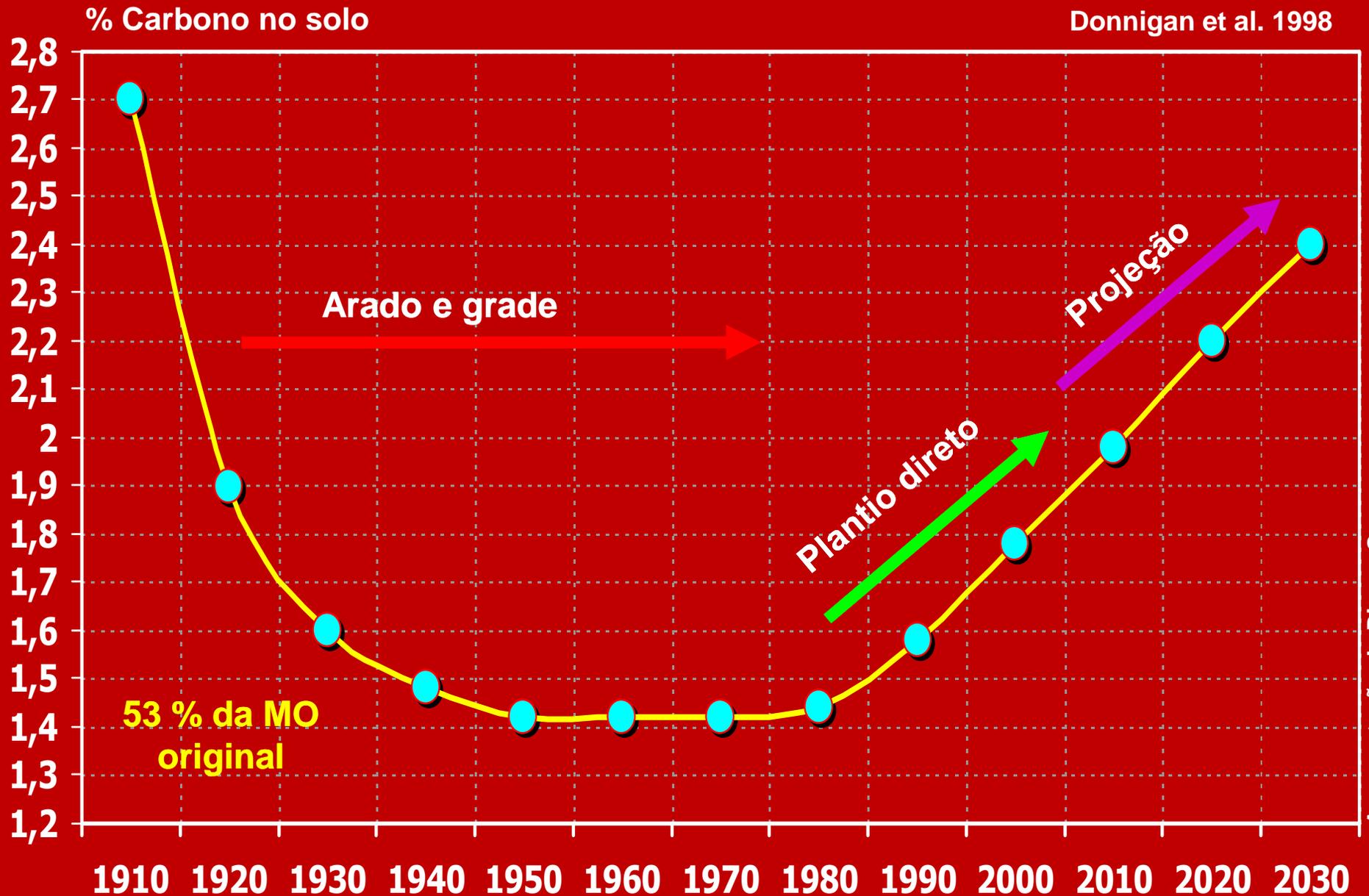


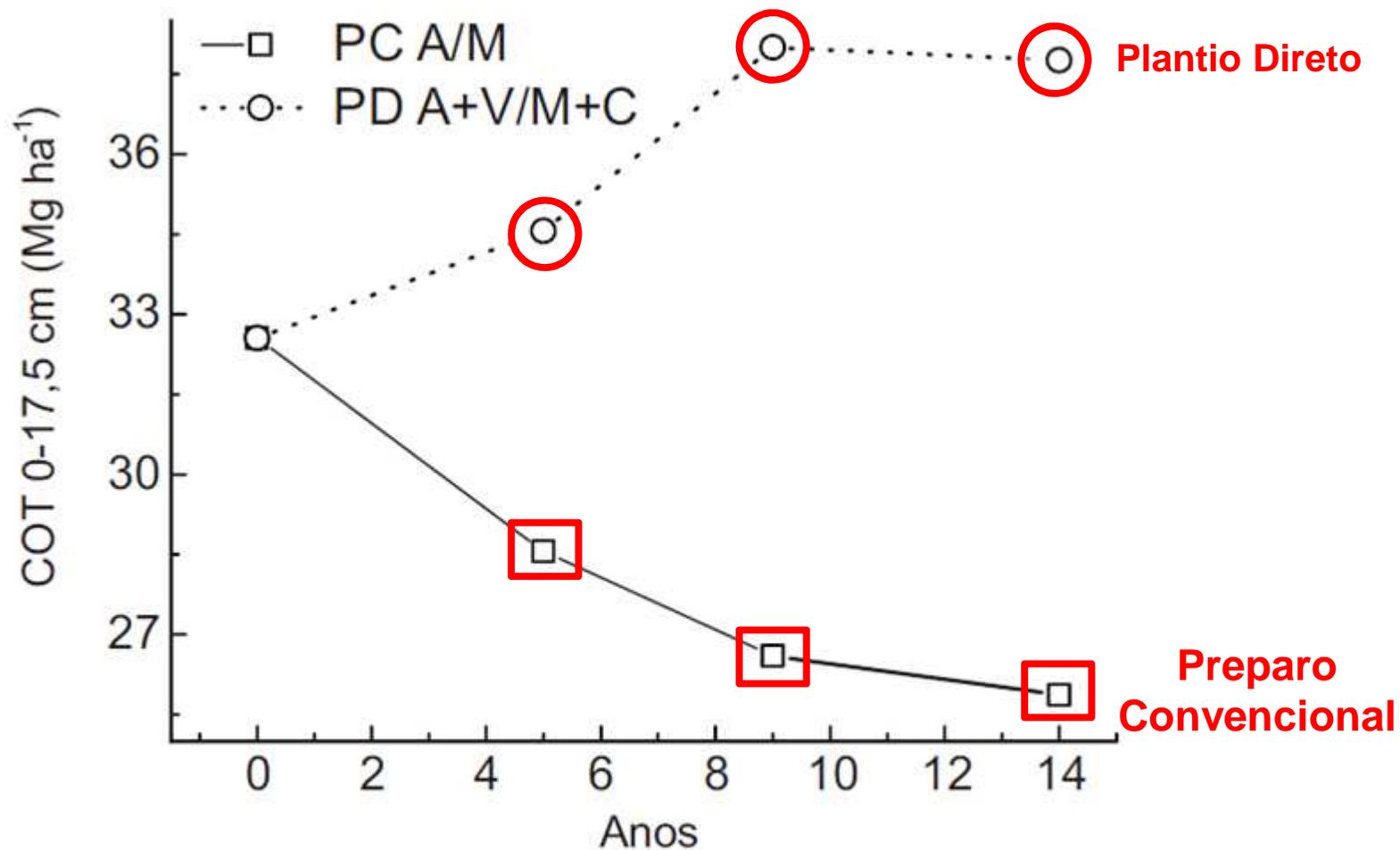
**Embrapa**

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PAÍS RICO E PAÍS SEM POBREZA

# Teores de Carbono no Solo





Estoque de C orgânico na camada de 0-17,5 cm de um Argissolo, submetido ao sistema convencional com aveia/milho (PC A/M) e ao SPD com aveia+ervilhaca/milho+caupi (PDA+V/M+C).

Fonte: Bayer et al. (2001).



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento





NT soybean in millet straw, LEM, Bahia



NT Field Day, Ponta Grossa, Paraná



NT cotton in millet straw, Mato Grosso



NT common bean in Brachiaria straw, Goiás



NT irrigated corn in Brachiaria straw, DF



NT corn in wheat straw, Carambeí, Paraná



NT in a big farm, Sapezal, Mato Grosso



NT in a small farm, P. Fundo, R.G. do Sul



NT in a small farm, Unaí, Minas Gerais

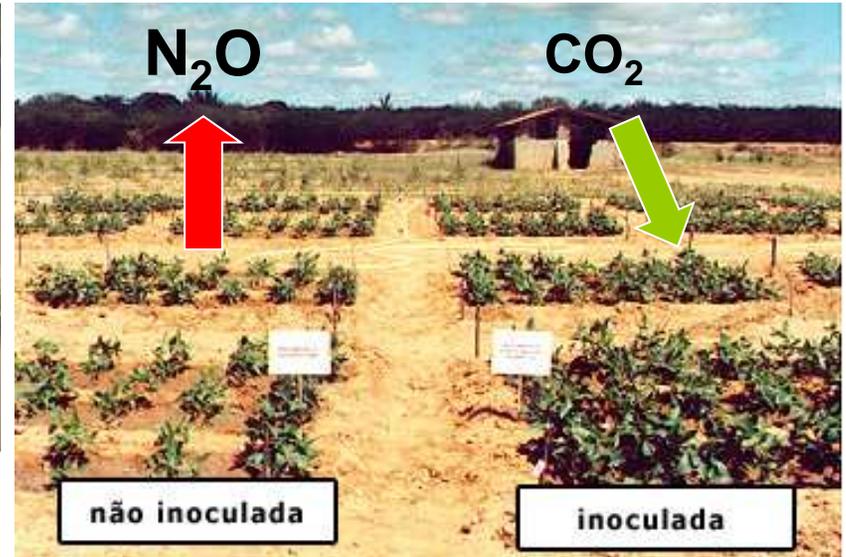
**4. Fixação Biológica de Nitrogênio:** uso de microrganismos que possuem uma enzima denominada nitrogenase e que são capazes de **transformar o nitrogênio atmosférico ( $N_2$ ) em  $NH_3$** , forma nitrogenada prontamente assimilável pelas plantas e outros organismos. Desta forma, reduz o uso de fertilizantes nitrogenados de origem fóssil na agricultura, minimiza e até mesmo neutraliza os impactos ambientais associados ao uso intensivo dos fertilizantes nitrogenados, pois, reduz a emissão de  $N_2O$ .



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



# Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN)



**Embrapa**

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PAÍS RICO E PAÍS SEM POBREZA

**5. Florestas Plantadas:** a ***produção de florestas plantadas com fins econômicos***, principalmente, com espécies como o eucalipto e pinus, nas propriedades rurais possui quatro objetivos básicos: implementar uma fonte de renda de longo prazo para a família do produtor; aumentar a oferta de madeira para fins industriais (celulose e papel, móveis e painéis de madeira), energéticos (carvão vegetal e lenha), construção civil e outros usos; reduzir a pressão sobre as matas nativas; captura de CO<sub>2</sub> da atmosfera, reduzindo os efeitos do aquecimento global.

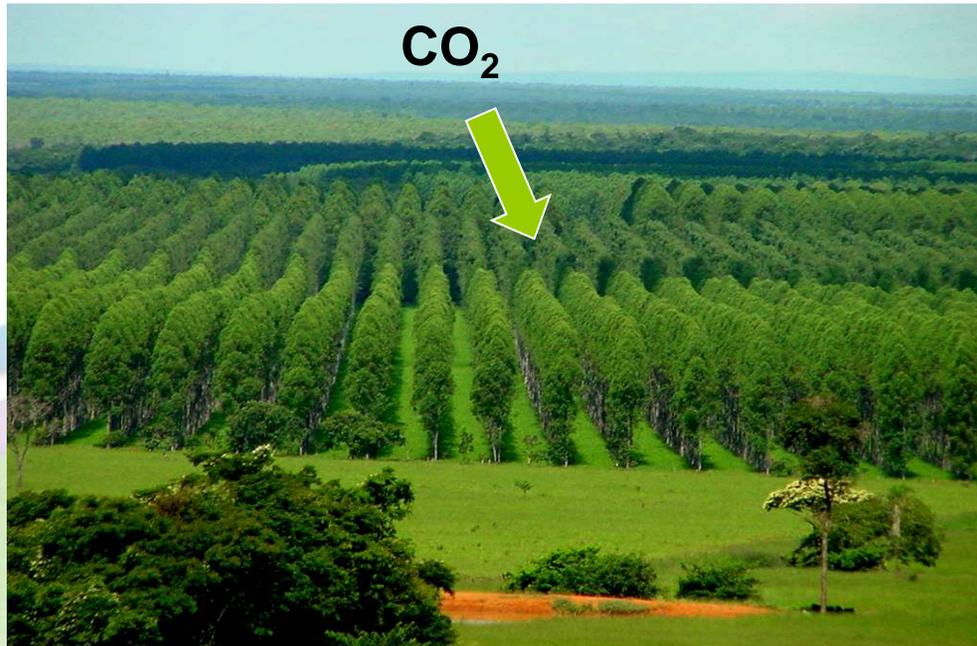
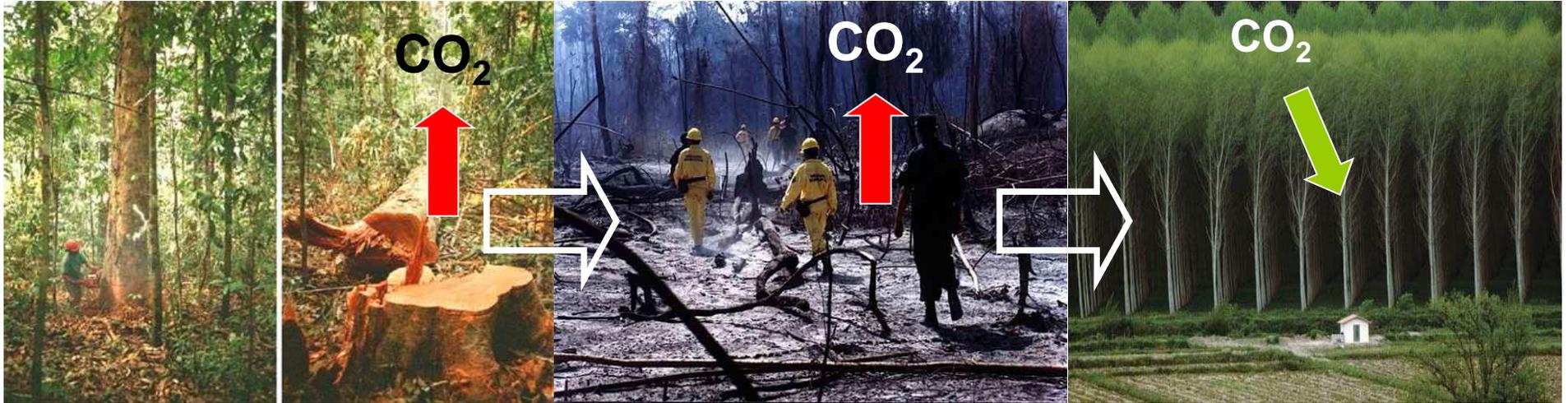


**Embrapa**

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PAIS RICO E PAIS SEM POBREZA

# Florestas Plantadas



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



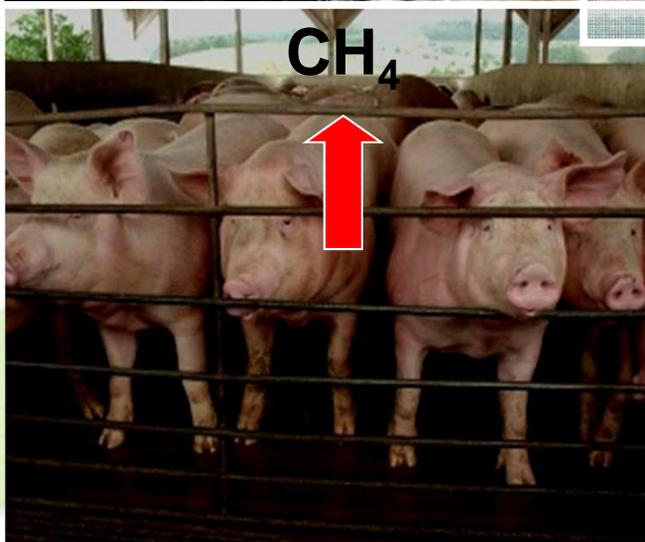
**6. Tratamento de Dejetos Animais:** o tratamento adequado de efluentes e dejetos animais contribui para a redução da emissão de metano ( $\text{CH}_4$ ) por processos de biodigestão e compostagem. O biogás gerado em tratamentos sanitários anaeróbicos – biodigestores – de dejetos animais e outros resíduos orgânicos agropecuários têm características combustíveis que favorecem suas aplicações para geração de energia elétrica, térmica e automotiva. Além de estabelecer a eficiência energética das atividades que dele se utilizam, isto confere possibilidades de se substituir ainda que parcialmente os combustíveis fósseis e madeiras utilizadas nas operações agropecuárias, estabelecendo novas rendas para o setor.



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



# Tratamento de Dejetos Animais



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



# Desafios de P&D e TT

---

1. Necessidade de mais investimento em **pesquisa, desenvolvimento e transferência de tecnologia**
2. Expansão da **rede de transferência de tecnologia** (em parceria com ATER pública e privada)
3. **Novos arranjos e produtos** para algumas tecnologias (iLPF em alguns biomas, SPD, novos inoculantes, etc.)
4. Estudos sobre **indicadores de sustentabilidade**
5. **Novas parcerias público-privadas** para evolução do processo de inovação
6. Investimentos em **melhoramento genético e desenvolvimento de novos cultivares** para sistemas integrados e de baixa emissão de carbono (novo cenário)
7. Manejo Integrado de **Pragas e Doenças** (novo cenário)
8. Entre outros...



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento





# Lei 12.187 e Decreto 7.390 (PNMC)

Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas (FBMC)

Casa Civil, Ministérios e Sociedade

## Planos Setoriais de Mitigação e Adaptação

Desmatamento Amazônia	Desmatamento Cerrado	<b>Agricultura</b>	Eficiência Energética	Carvão na Siderurgia	Outros Planos Setoriais
-----------------------	----------------------	--------------------	-----------------------	----------------------	-------------------------

OEPAs ATER Universidades

**Embrapa**  
Tecnologias, Serviços e Produtos

1. Recuperação de Pastagens Degradadas
2. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF)
3. Sistema de Plantio Direto (SPD)
4. Fixação Biológica do Nitrogênio (FBN)
5. Florestas Plantadas
6. Tratamento de Resíduos Animais



Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento



**Muito Obrigado pela atenção!**

**Embrapa**

**Um Brasil de Futuro,  
Esse é o nosso Negócio!**