



Tecnologias para uma Agricultura de Baixa Emissão de Carbono

Miguel Marques Gontijo Neto

Eng.Agr., M.Sc., D.S., Pesquisador
Embrapa Milho e Sorgo

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





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 | Agricultura | Eficiência Energética | Carvão na Siderurgia | Outros Planos Setoriais |
|-----------------------|----------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|

OEPAs
ATER
Universidades



Empresas Privadas
Produtores Rurais

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

- Sistemas de prod. sustentáveis
- Baixa emissão e/ou alta remoção /sequestro de C no solo e biomassa
- Domínio técnico-científico
- Conhecimento e adoção por produtores



Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento





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





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



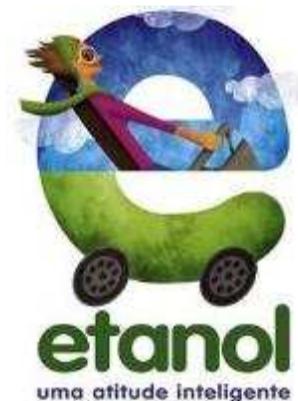
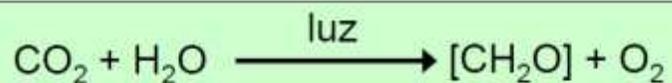
Alternativas para Mudanças do Clima

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



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

Tecnologias para uma Agricultura de Baixa Emissão de Carbono



Agricultura de Baixa Emissão de Carbono

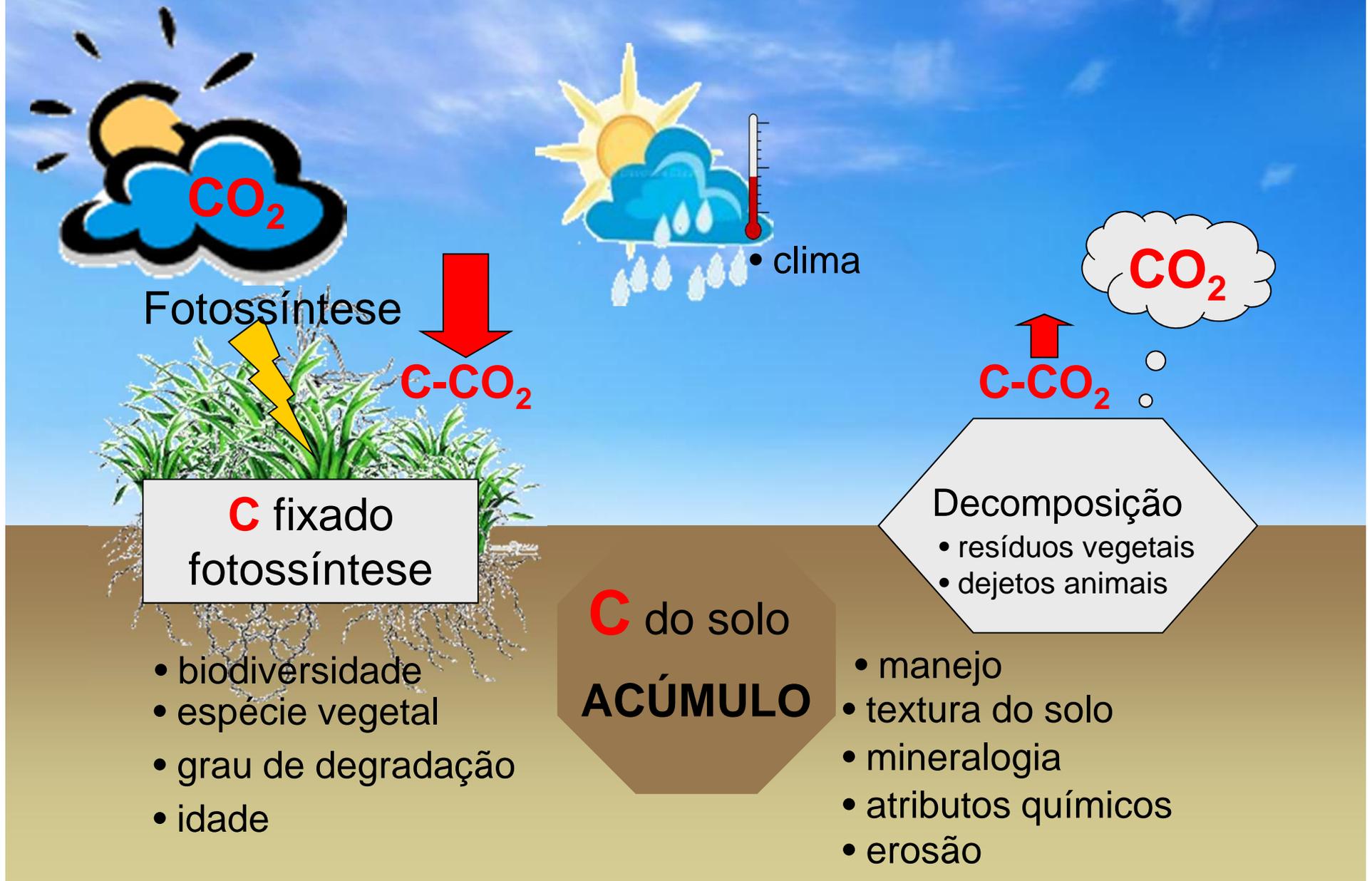
- Baseada em “**sistemas de produção sustentáveis de produção agropecuária**”, com capacidade conhecida de reduzir emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) ao mesmo tempo que promovem remoções / seqüestro de Carbono em Solo e Vegetação / Biomassa.
- Agricultura com capacidade de **produzir alimento preservando 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 ₂ eq) |
|---|-----------------------------------|--|
| Recuperação de Pastagens Degradadas ¹ | 15,0 milhões ha | 83 a 104 |
| Integração Lavoura-Pecuária-Floresta ² | 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 ³ | 3,0 milhões ha | - |
| Tratamento de Dejetos Animais | 4,4 milhões m ³ | 6,9 |
| Total | | 133,9 a 162,9 |

¹ Por meio do manejo adequado e adubação.

² Incluindo Sistemas Agroflorestais (SAFs).

³ 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



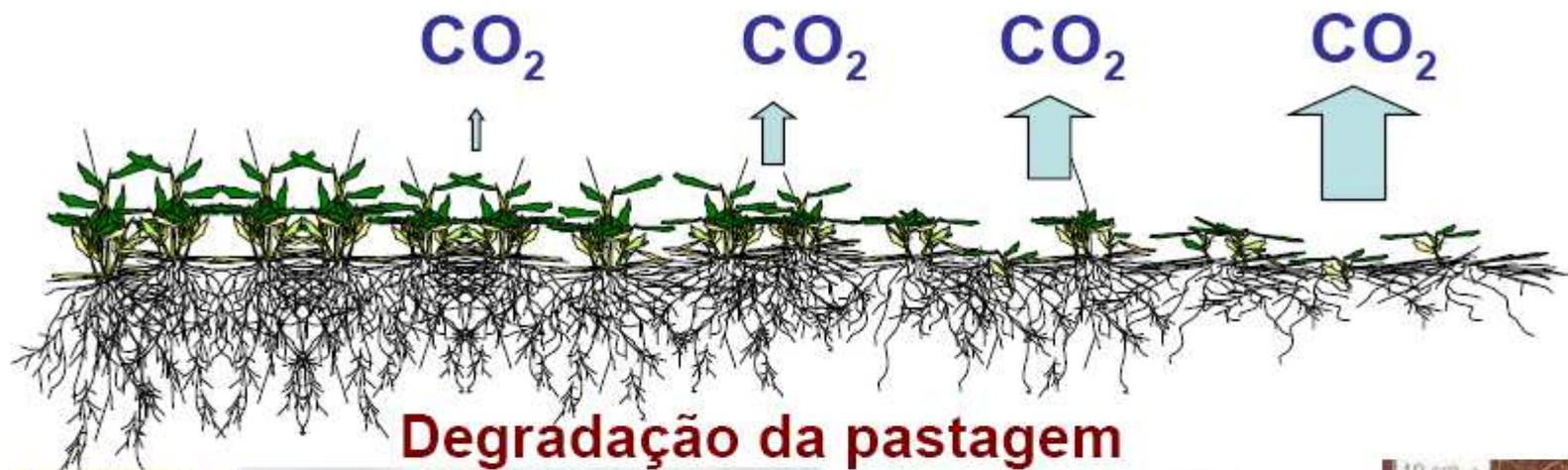
1. **Recuperação de Pastagens Degradadas**: sistemas que promovem a **recuperação da capacidade produtiva das pastagens degradadas** com o incremento na produção da biomassa vegetal das espécies forrageiras (por meio da calagem e adubação) e seu manejo racional. Existem diferentes técnicas de recuperação 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

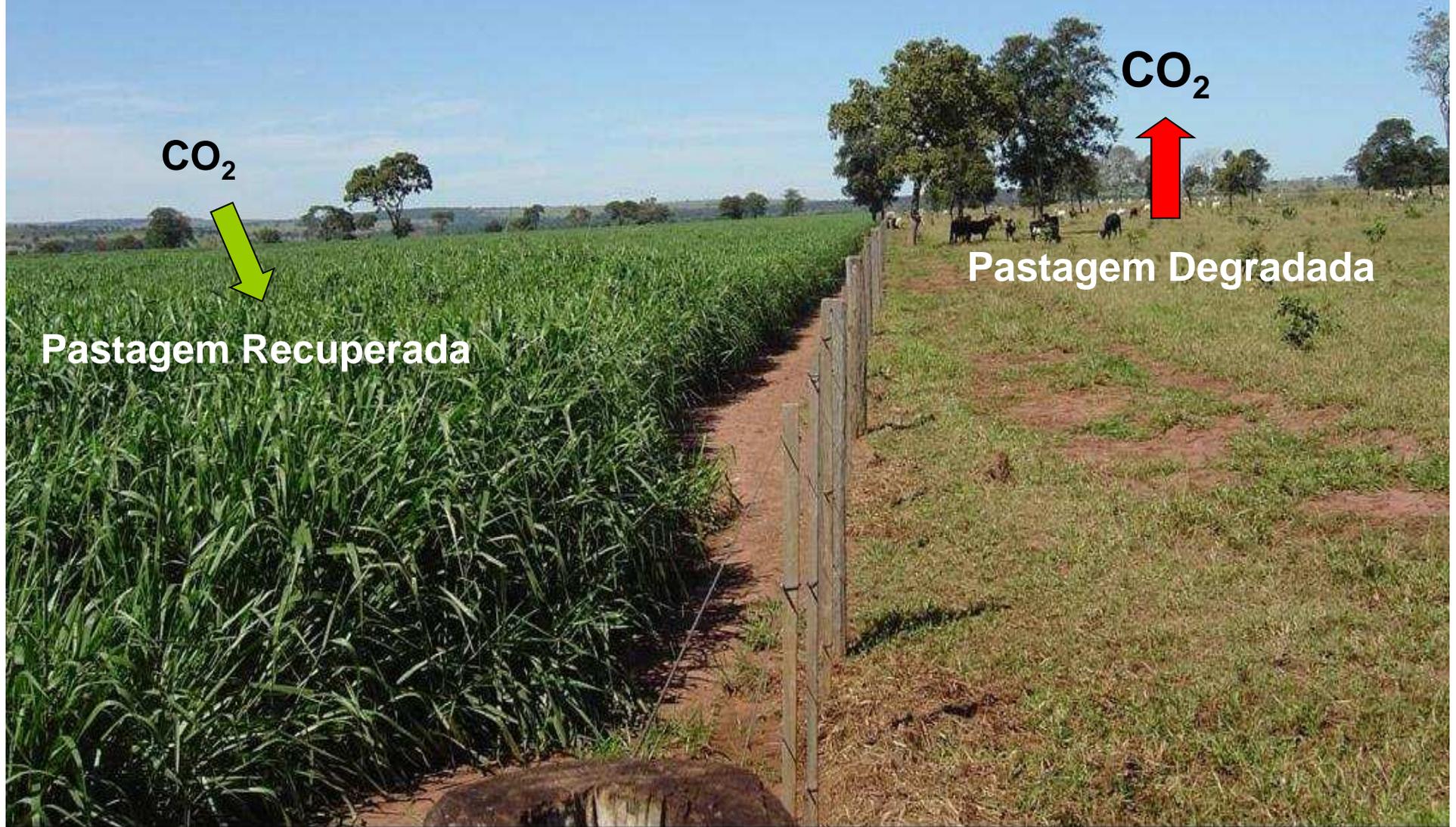


Embrapa

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO E PAÍS SEM POBREZA

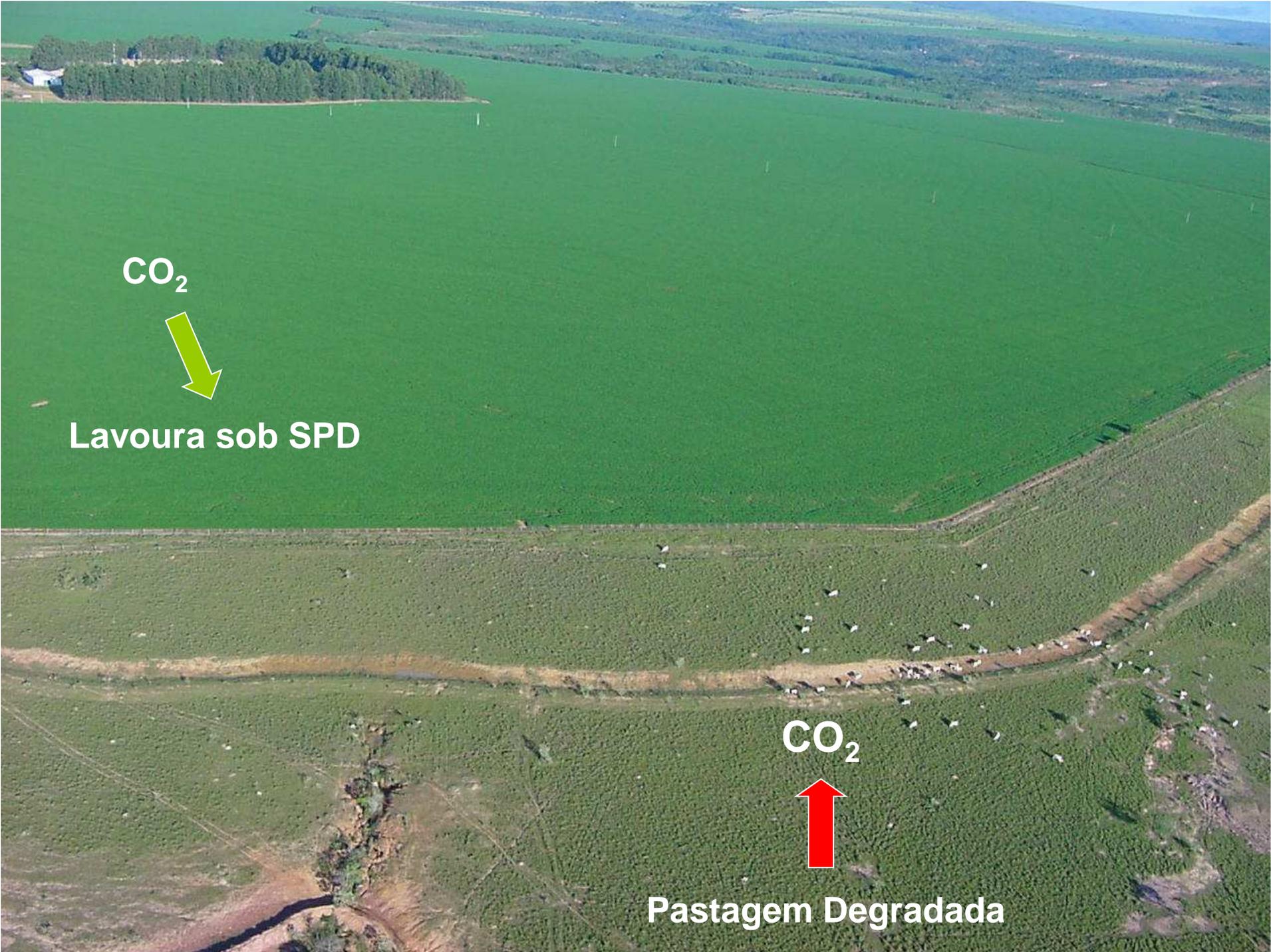
Recuperação de Pastagens Degradadas



Embrapa

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO E PAÍS SEM POBREZA



CO₂



Lavoura sob SPD

CO₂



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



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





SSP de Teca (*Tectona grandis* L.F.)



SSP de freijó [*Cordia alliodora* (Ruiz & Pavon) Oken],



SSP de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducké)

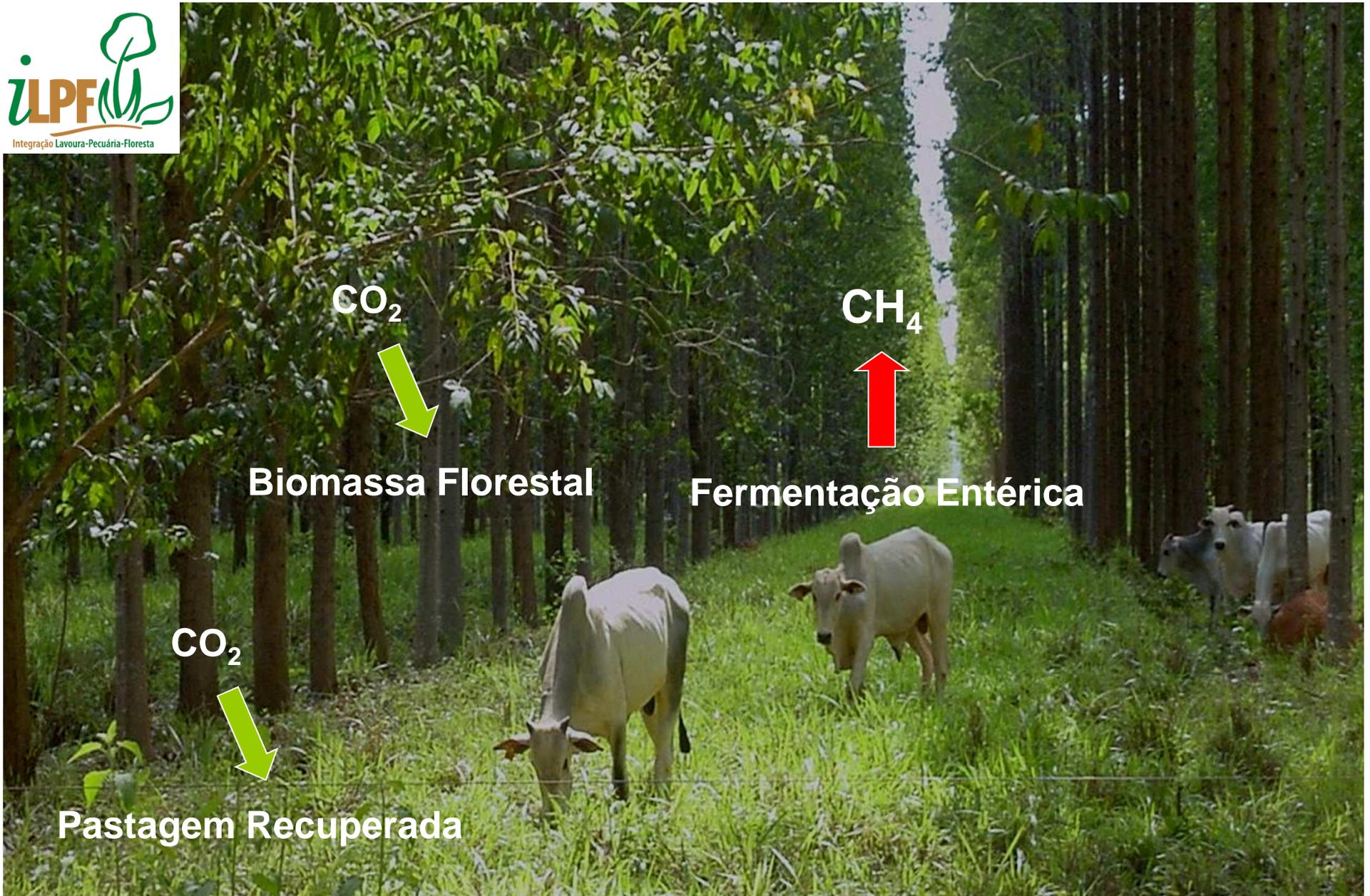


SSP de samaúma (*Ceiba pentandra* Gaerth)

ILPF proporciona bem-estar animal = conforto térmico



Foto: Porfírio-da-Silva
(EMBRAPA Florestas)

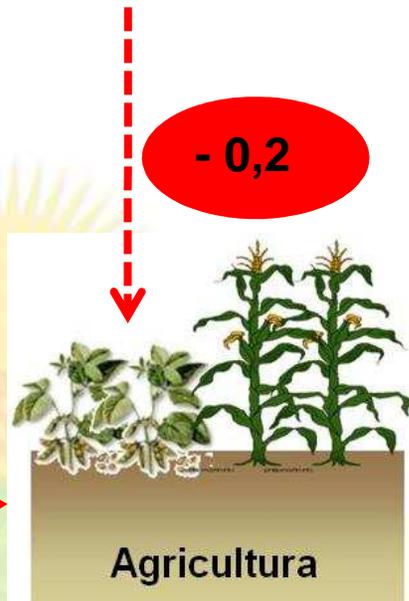


Carbono no Solo e Biomassa

Mg de C ha⁻¹ ano⁻¹



Melhorada
+ 0,2



Degradada
- 0,4

- 0,2

+ 1,1

?

- 0,2

Fonte: Carvalho et al. (2010)
Revisão de literatura



Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento



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 ₂ 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/ano de CO₂ eq.).

Fonte: Almeida et al. (2011).

19/05/2010

Foto: A. N. Kichel

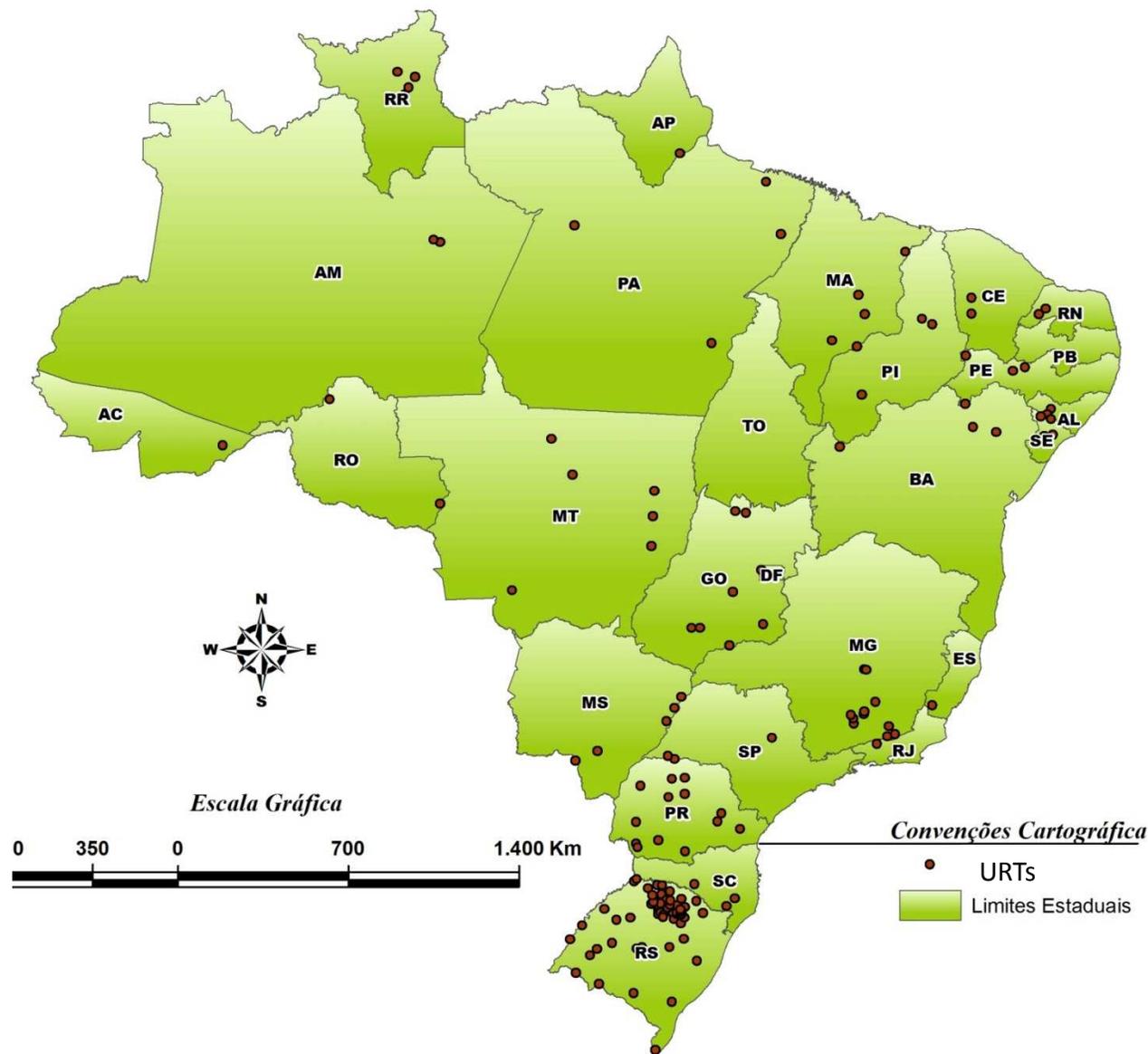
• A **Embrapa e seus parceiros** atuam intensamente com Pesquisa e Transferência de Tecnologia em iLPF (todos Biomas brasileiros).

• 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**

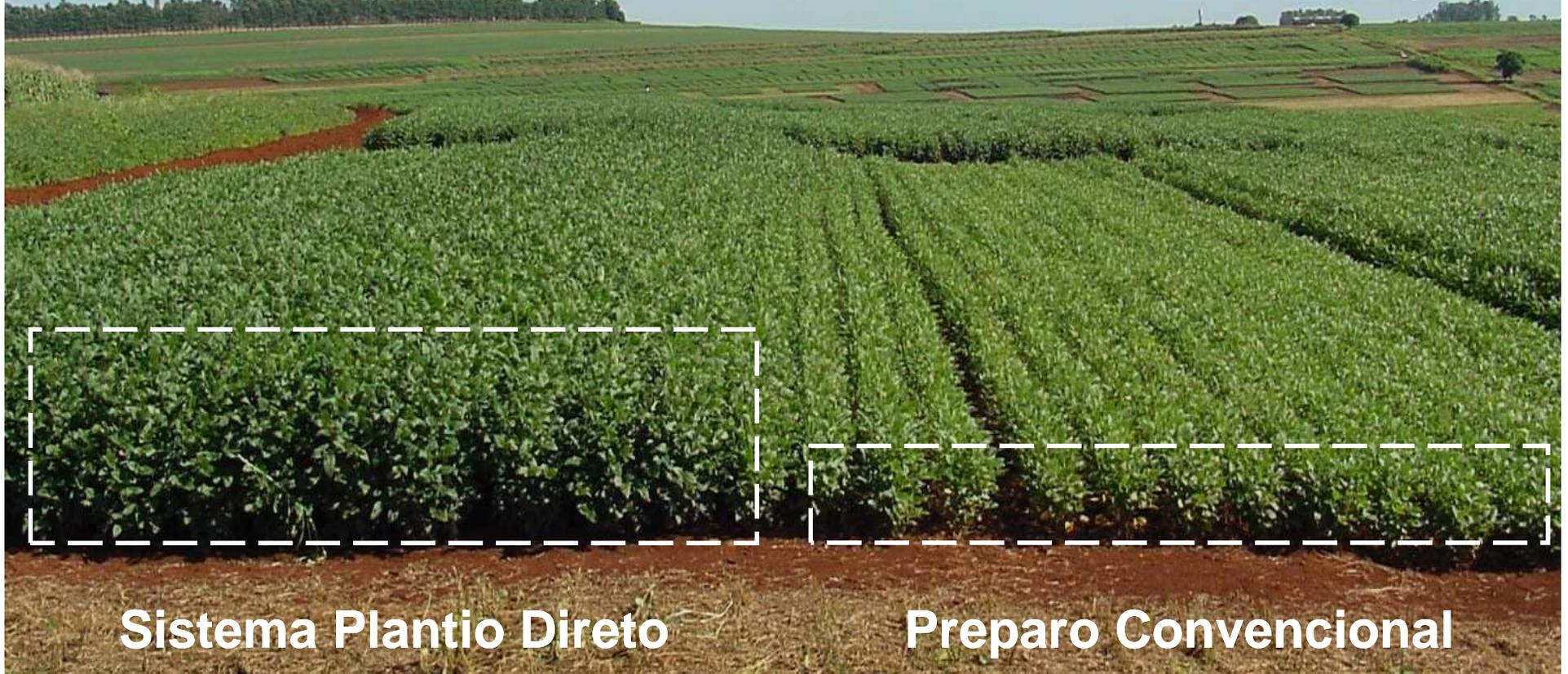


Experimento de longo prazo comparando diferentes sistemas, Embrapa Soja, Londrina-PR



- 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

Sistema Plantio Direto (SPD)

CO₂



CO₂



Estoque de C no Solo

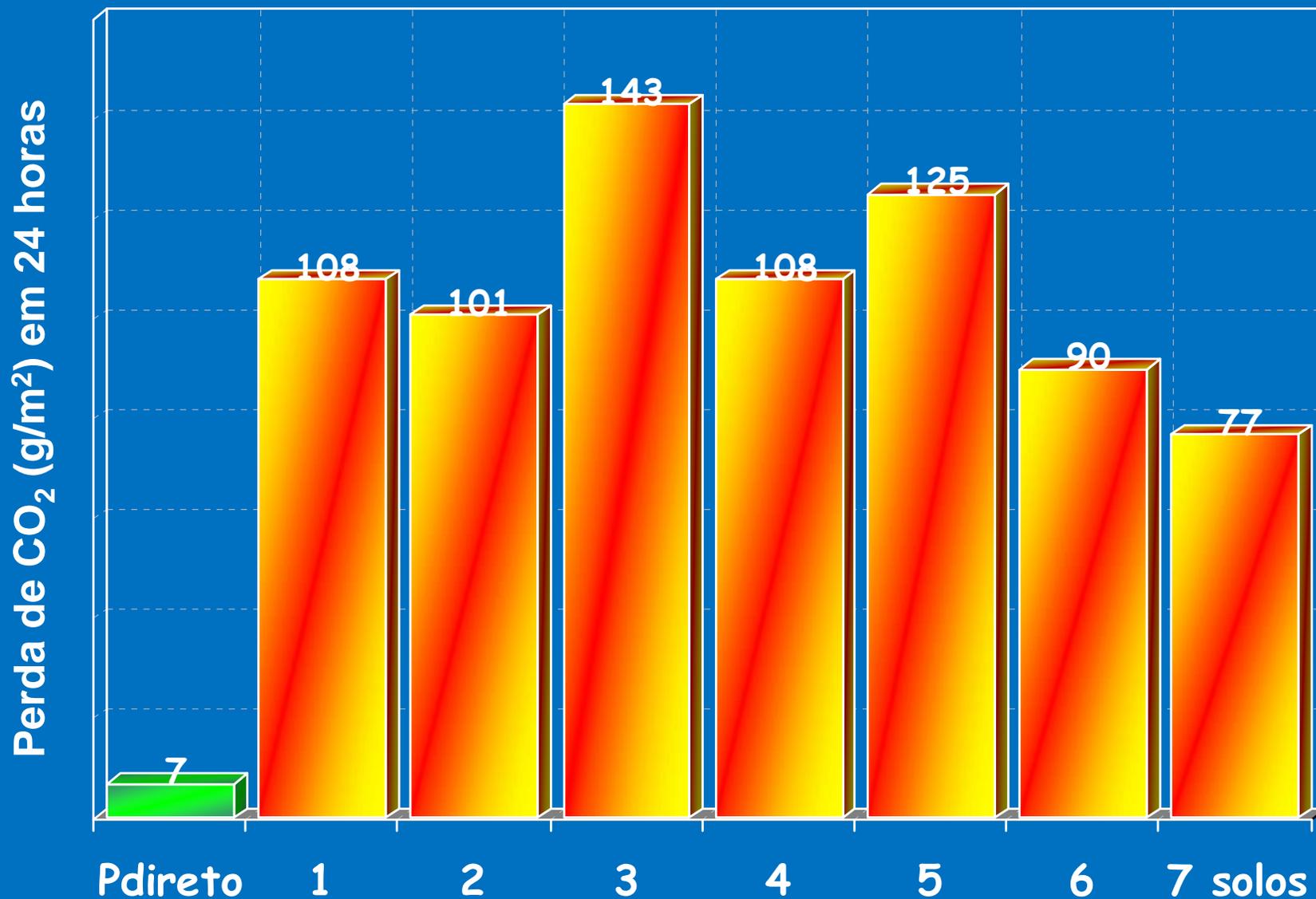


Embrapa

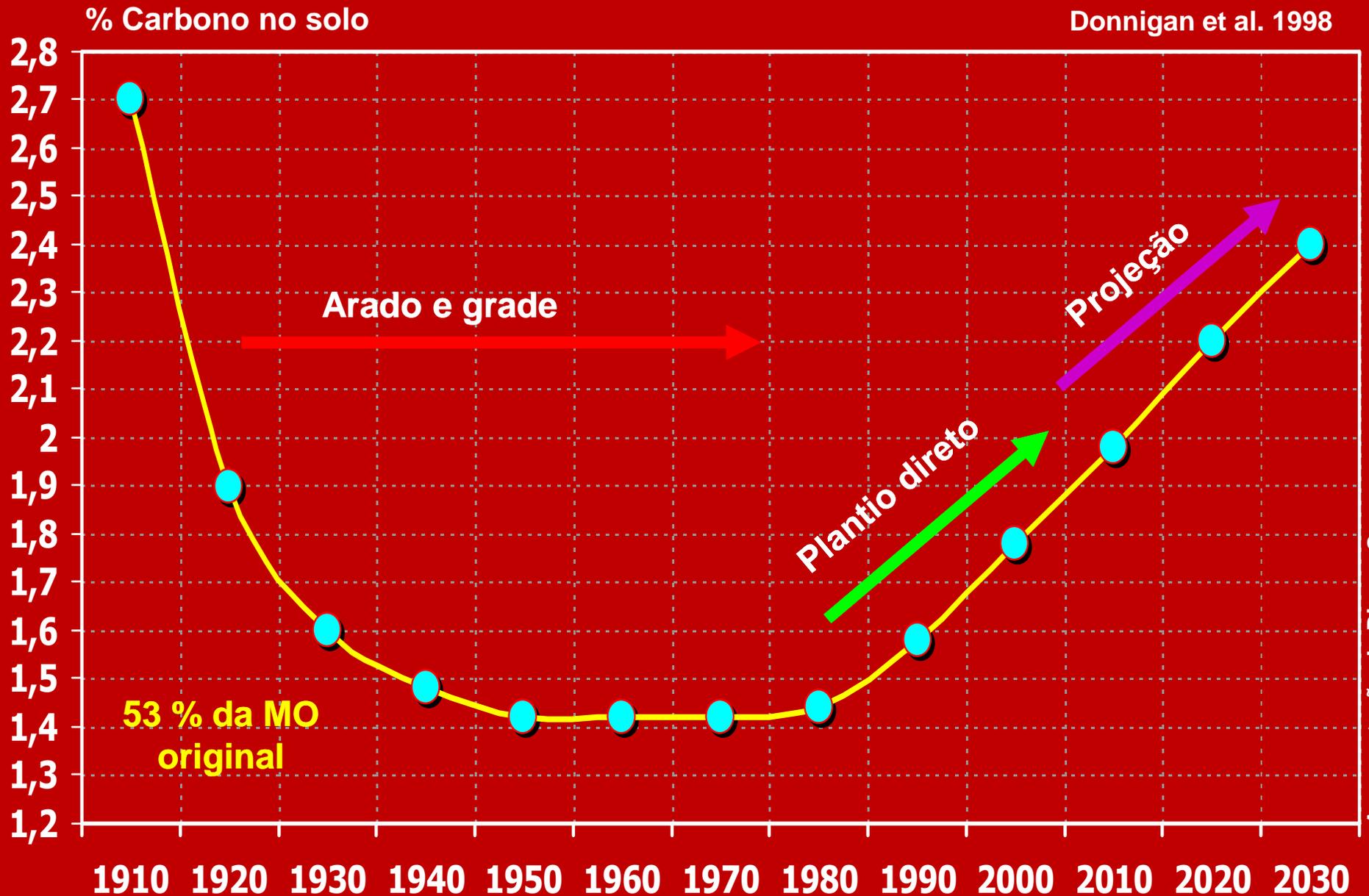
Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

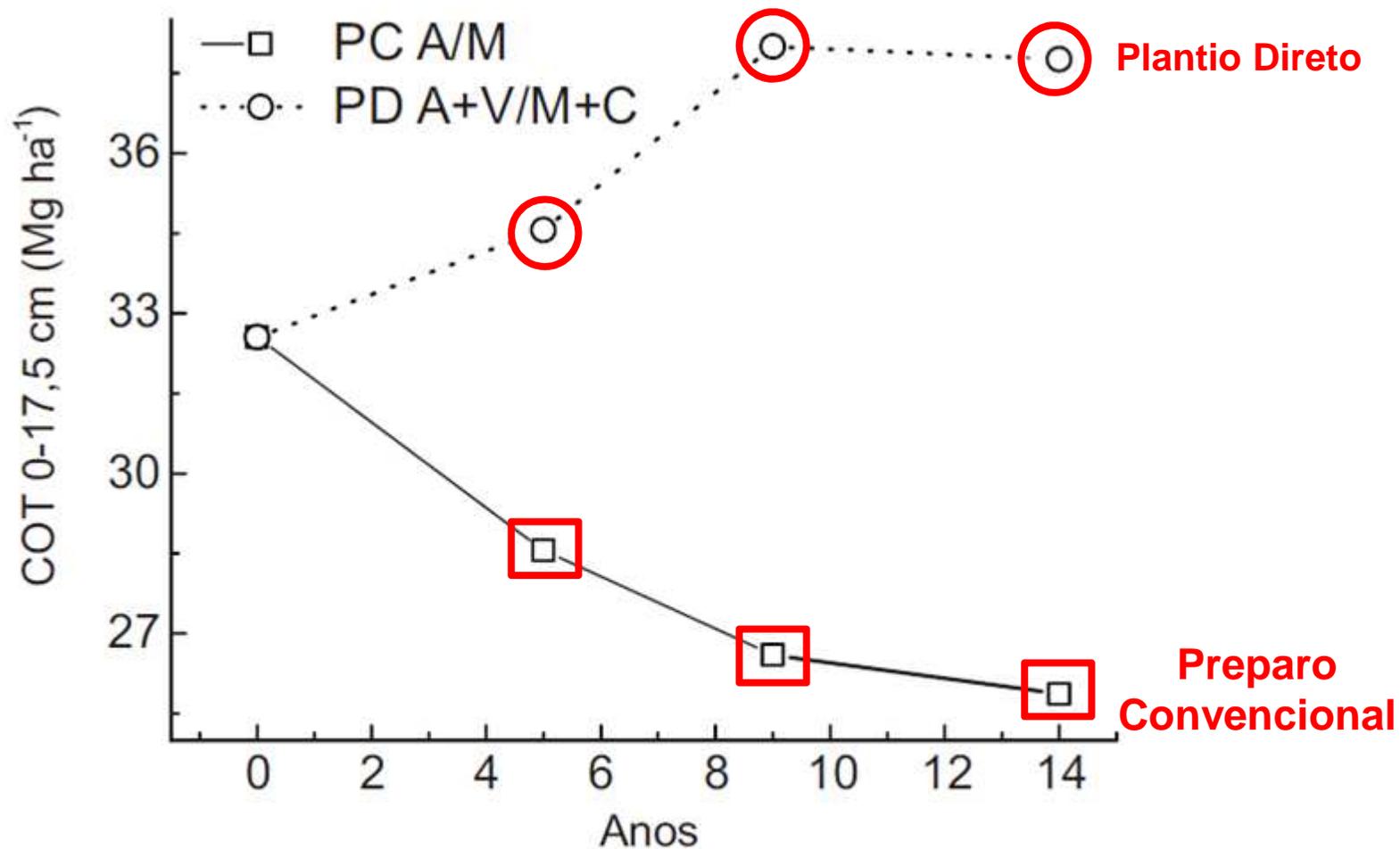
GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO E PAÍS SEM POBREZA

Emissão de GEE em função do sistema de manejo do solo (Reicoski, 1993)



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

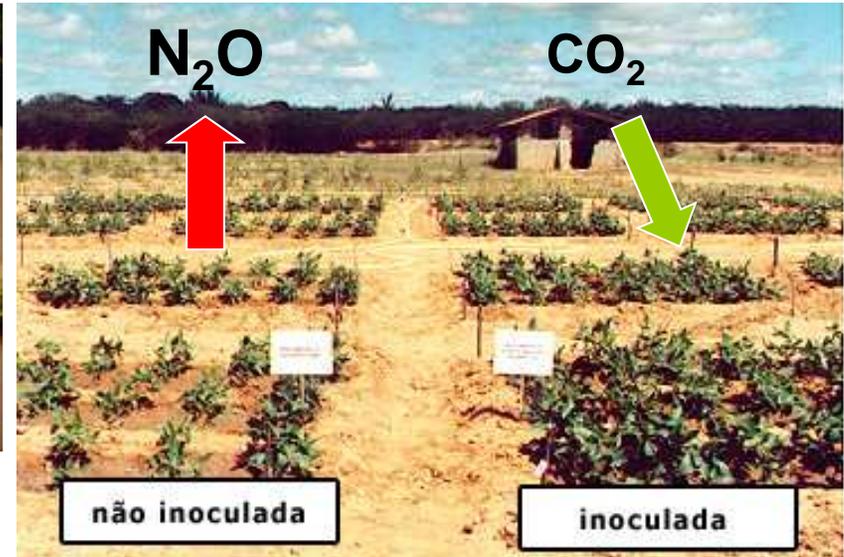
4. Fixação Biológica de Nitrogênio: uso de microrganismos que possuem uma enzima denominada nitrogenase e que são capazes de **transformar o nitrogênio atmosférico (N_2) em NH_3** , forma nitrogenada prontamente assimilável pelas plantas e outros organismos. Desta forma, reduz o uso de fertilizantes 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 CO₂ da atmosfera, reduzindo os efeitos do aquecimento global.

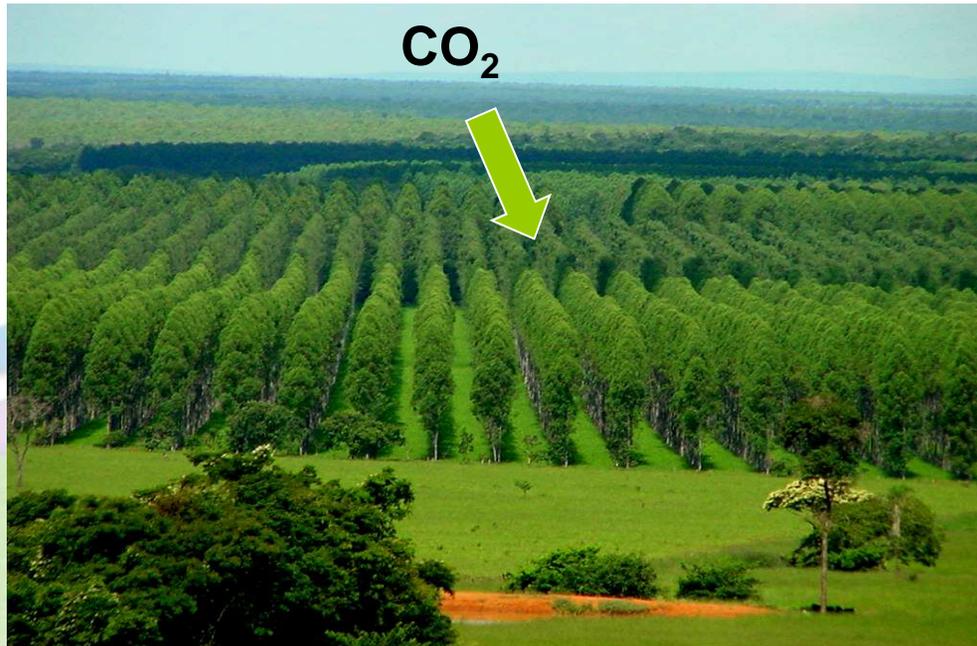
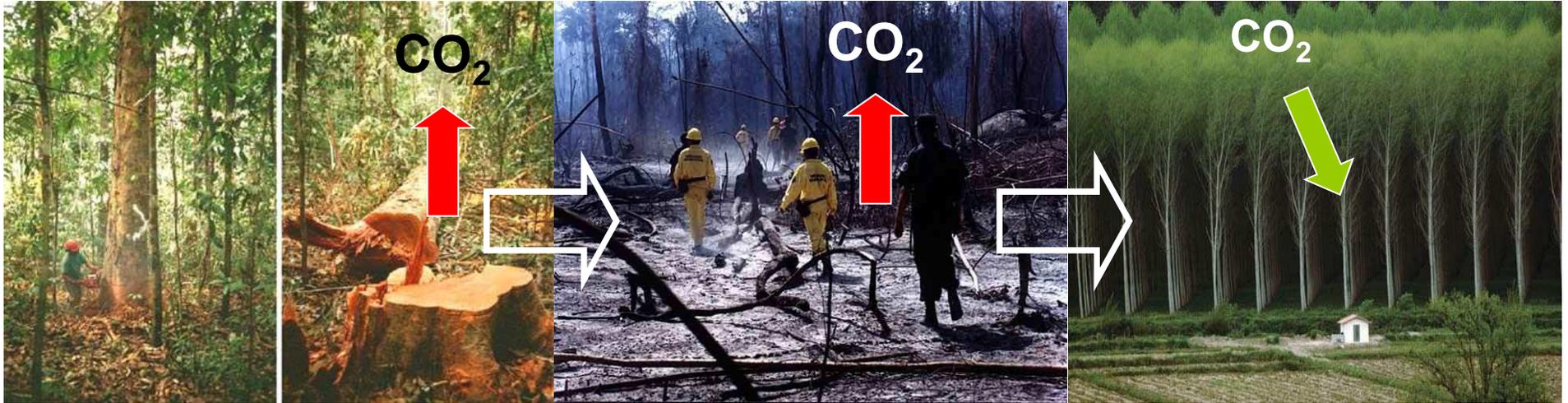


Embrapa

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO E PAÍS SEM POBREZA

Florestas Plantadas



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



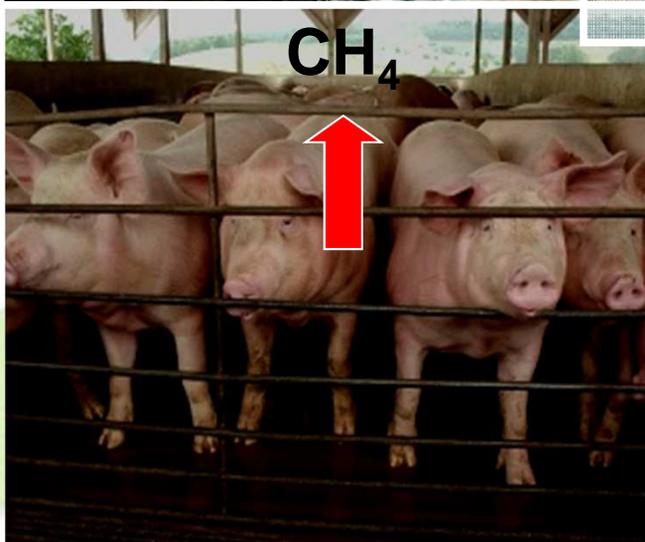
6. Tratamento de Dejetos Animais: o tratamento adequado de efluentes e dejetos animais contribui para a redução da emissão de metano (CH_4) por processos de biodigestão e compostagem. O biogás gerado em tratamentos sanitários anaeróbicos – biodigestores – de dejetos animais e outros resíduos orgânicos 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



Muito Obrigado pela atenção!

mgontijo@cnpms.embrapa.br

The logo for Embrapa, featuring the word "Embrapa" in a bold, blue, italicized sans-serif font. The letter "E" is stylized with a green, leaf-like shape behind it, and the letter "a" has a green, leaf-like shape below it. The background of the entire slide is a photograph of a herd of white cows grazing in a lush green field, with a dense forest of tall, thin trees in the background.

Embrapa

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