



# A Evolução do Conhecimento em Solos e sua Aplicação à Luz dos Desafios do Presente e do Futuro

Maurício Antônio Lopes  
Presidente da Embrapa

Audiência Pública  
Comemoração do Dia Nacional da Conservação do Solo  
Comissão de Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural  
Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável  
Câmara dos Deputados – 14 de abril de 2015



# Roteiro



**Múltiplas funções do solo**

**Solo e os grandes temas da atualidade**

**Avanço do conhecimento em solos**

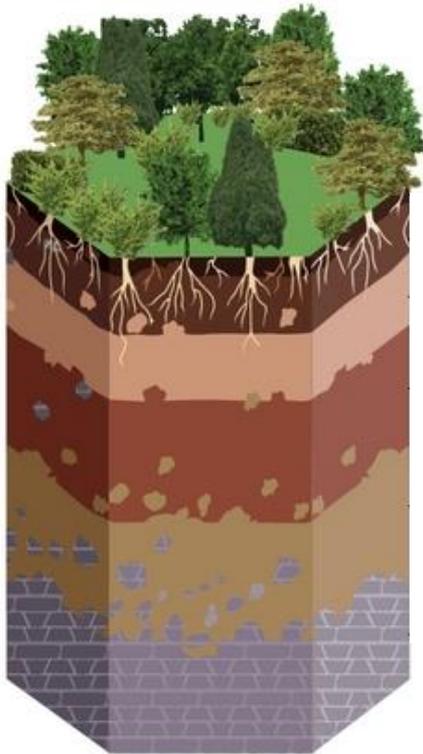
**O que sabemos sobre os solos brasileiros**

**Solos e a grande transformação da agricultura**

**Solos – principais desafios para o futuro**

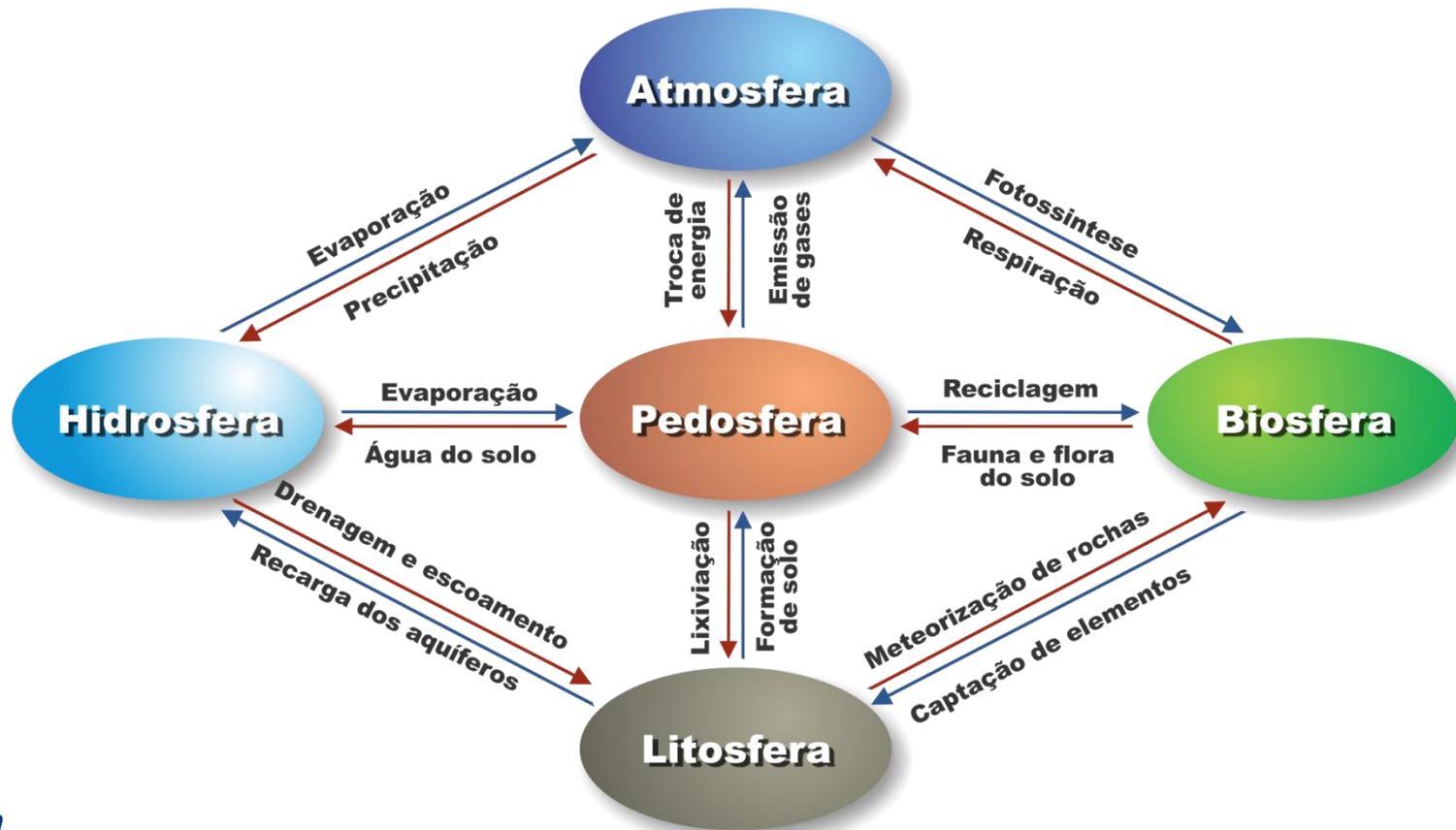
# O Solo é um Recurso Natural Finito

Porque está em toda parte, nós tendemos a ignorar o fato de que o solo é um recurso natural frágil e não renovável



# As Múltiplas (e essenciais) Funções do Solo

Ainda há um grande passivo de entendimento das múltiplas e essenciais funções do solo para a humanidade



# As Múltiplas Funções do Solo

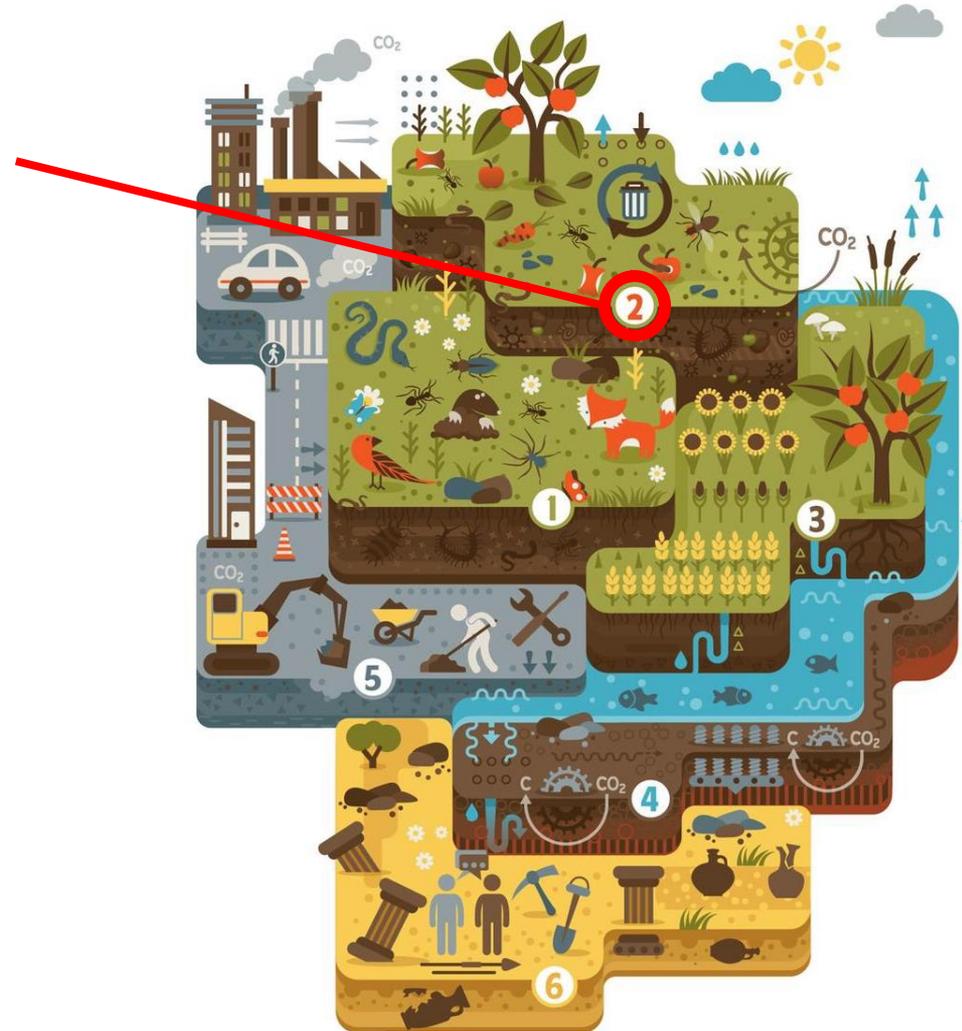
## Habitat:

O solo abriga enorme diversidade de organismos vivos



# As Múltiplas Funções do Solo

**Ciclagem de Nutrientes.  
Filtragem e Tamponamento.**



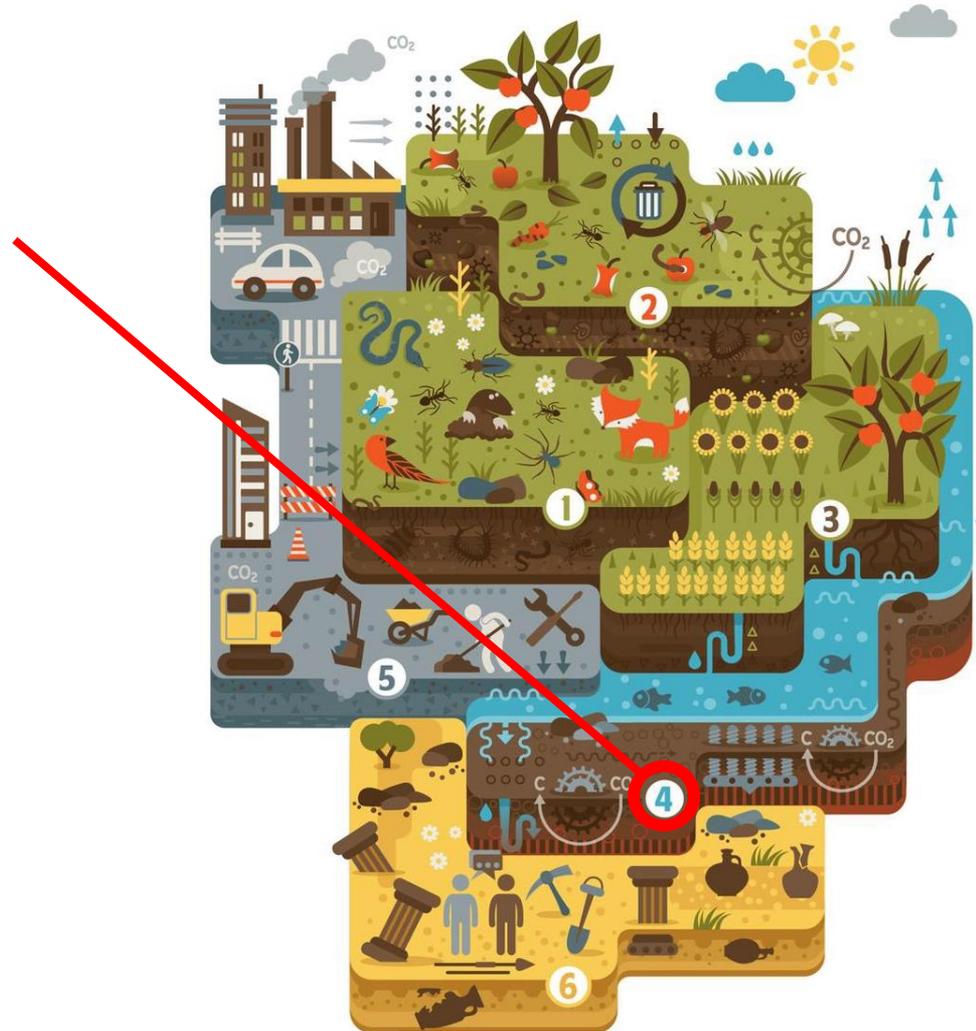
# As Múltiplas Funções do Solo

Meio para Crescimento Vegetal.



# As Múltiplas Funções do Solo

Regulador do ciclo hidrológico e do clima.  
Estoque de carbono.



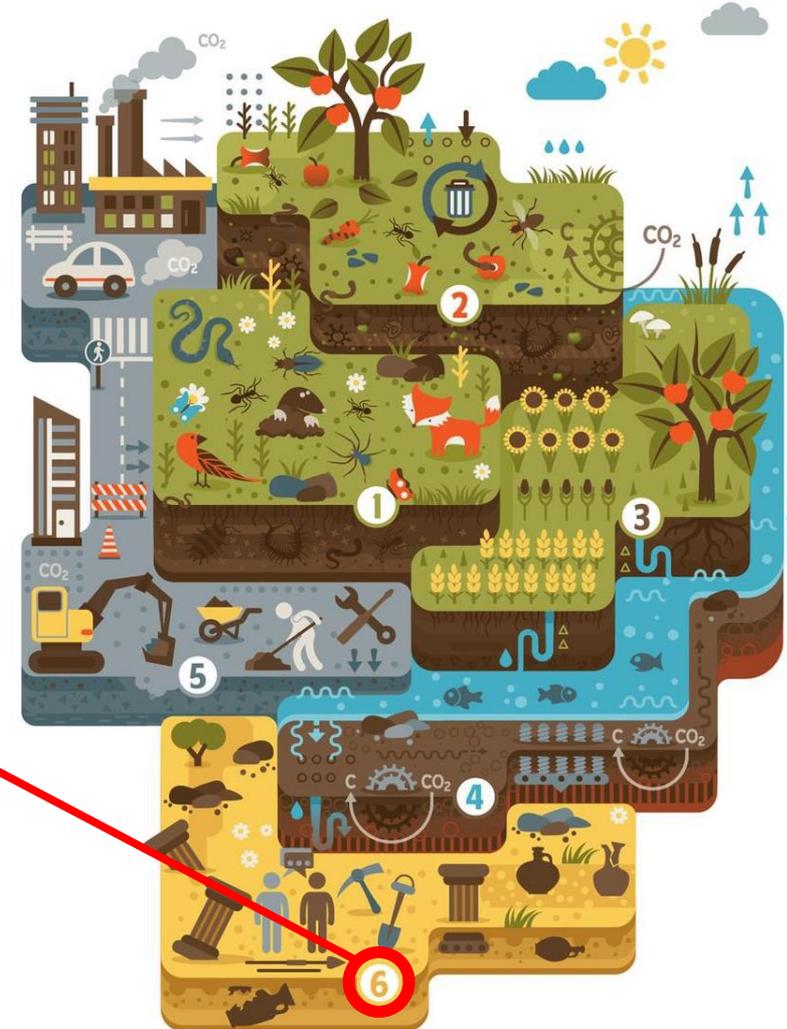
# As Múltiplas Funções do Solo

Suporte  
Físico.



# As Múltiplas Funções do Solo

**Herança Arqueológica  
e Cultural.  
Riqueza Geológica.**



# Grandes Temas em Destaque na Atualidade

**1 – Alimento**

**2 – Água**

**3 – Clima**

**4 – Energia**

**5 – Biodiversidade**

# Grandes Temas em Destaque na Atualidade

**1 – Alimento** - solo é a base para a segurança alimentar

**2 – Água**

**3 – Clima**

**4 – Energia**

**5 – Biodiversidade**

# Grandes Temas em Destaque na Atualidade

**1 – Alimento** - solo é a base para a segurança alimentar

**2 – Água** - solo é um dos principais filtros e reservatórios

**3 – Clima**

**4 – Energia**

**5 – Biodiversidade**

# Grandes Temas em Destaque na Atualidade

**1 – Alimento** - solo é a base para a segurança alimentar

**2 – Água** - solo é um dos principais filtros e reservatórios

**3 – Clima** - reservatório de carbono, meio de troca de gases

**4 – Energia**

**5 – Biodiversidade**

# Grandes Temas em Destaque na Atualidade

**1 – Alimento** - solo é a base para a segurança alimentar

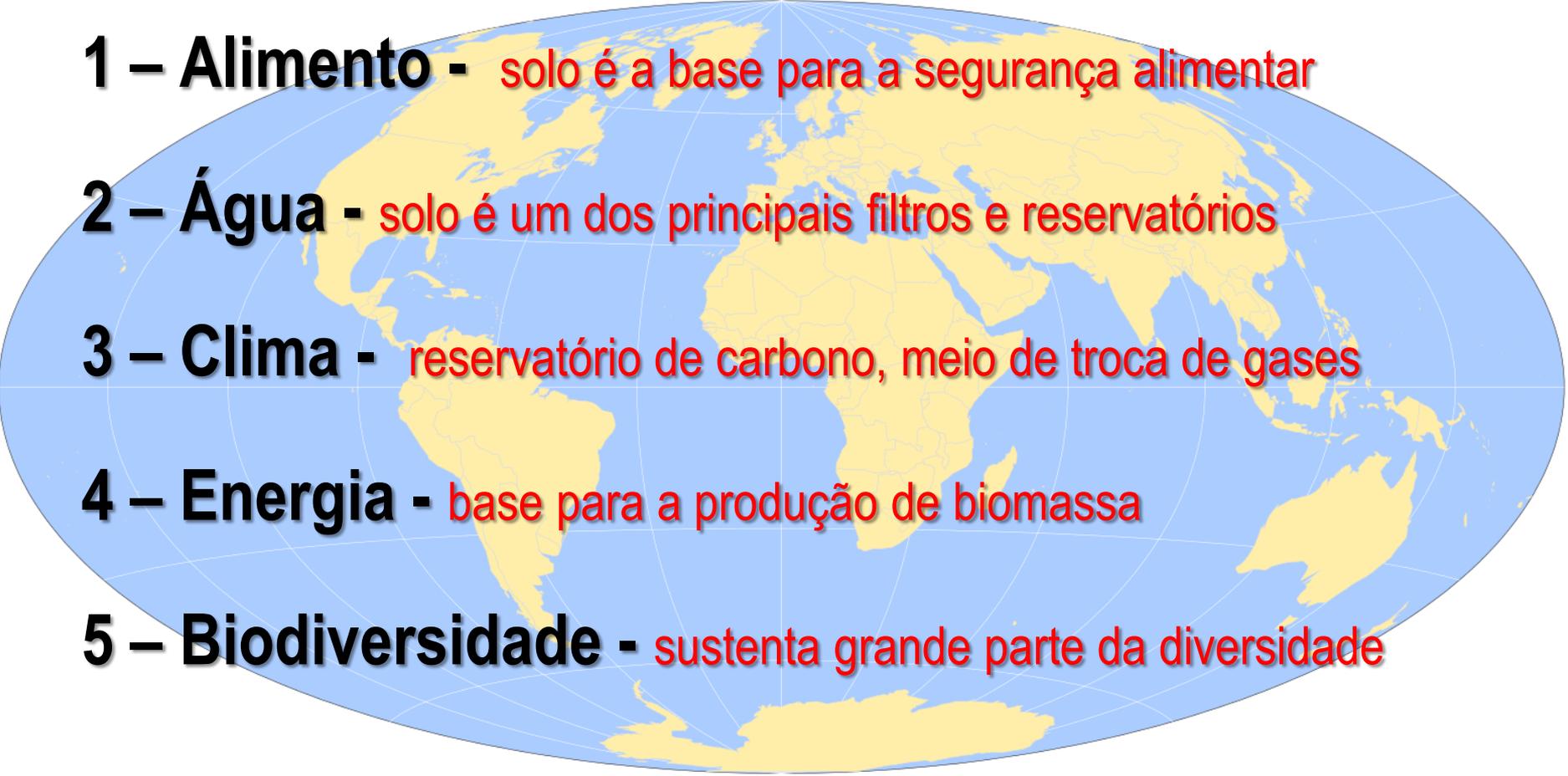
**2 – Água** - solo é um dos principais filtros e reservatórios

**3 – Clima** - reservatório de carbono, meio de troca de gases

**4 – Energia** - base para a produção de biomassa

**5 – Biodiversidade**

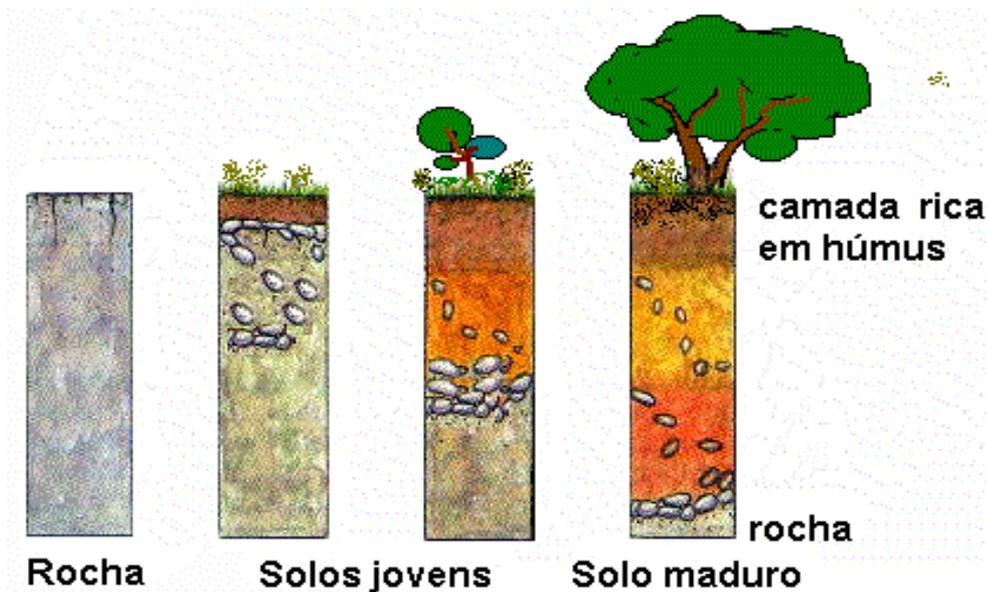
# Grandes Temas em Destaque na Atualidade

- 
- 1 – Alimento** - solo é a base para a segurança alimentar
  - 2 – Água** - solo é um dos principais filtros e reservatórios
  - 3 – Clima** - reservatório de carbono, meio de troca de gases
  - 4 – Energia** - base para a produção de biomassa
  - 5 – Biodiversidade** - sustenta grande parte da diversidade

# Solos – Riscos e Perigos...

## Solo, Recurso Finito e Não-Renovável

Formação Lenta - 1 cm/1000 anos

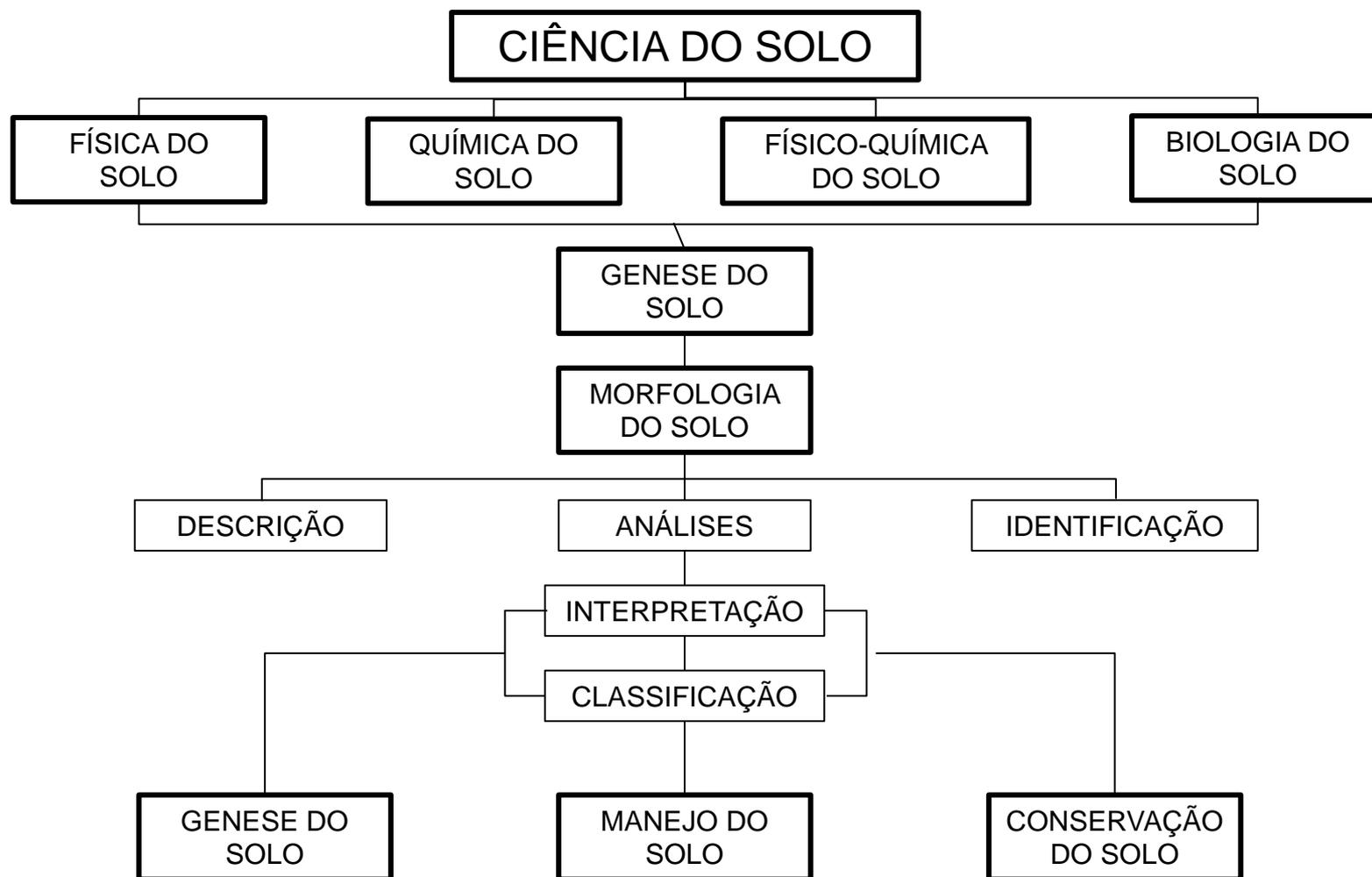


## Degradação Rápida

### Riscos e Perigos

- Erosão
- Declínio MO
- Compactação
- Salinização
- Contaminação
- Impermeabilização
- Encharcamento

# Solos: Área Avançada o Conhecimento



# Pesquisa e Inovação em Solos

## Centros Ecorregionais 17

- Embrapa Acre
- Embrapa Agropecuária Oeste
- Embrapa Agrossilvipastoril
- Embrapa Amapá
- Embrapa Amazônia Ocidental
- Embrapa Amazônia Oriental
- Embrapa Cerrados
- Embrapa Clima Temperado
- Embrapa Cocais
- Embrapa Meio-Norte
- Embrapa Pantanal
- Embrapa Pecuária Sudeste
- Embrapa Pecuária Sul
- Embrapa Rondônia
- Embrapa Roraima
- Embrapa Semiárido
- Embrapa Tabuleiros Costeiros

## Centros de Produtos 14

- Embrapa Algodão
- Embrapa Arroz e Feijão
- Embrapa Caprinos e Ovinos
- Embrapa Florestas
- Embrapa Gado de Corte
- Embrapa Gado de Leite
- Embrapa Hortaliças
- Embrapa Mandioca e Fruticultura
- Embrapa Milho e Sorgo
- Embrapa Pesca e Aquicultura
- Embrapa Soja
- Embrapa Suínos e Aves
- Embrapa Trigo
- Embrapa Uva e Vinho

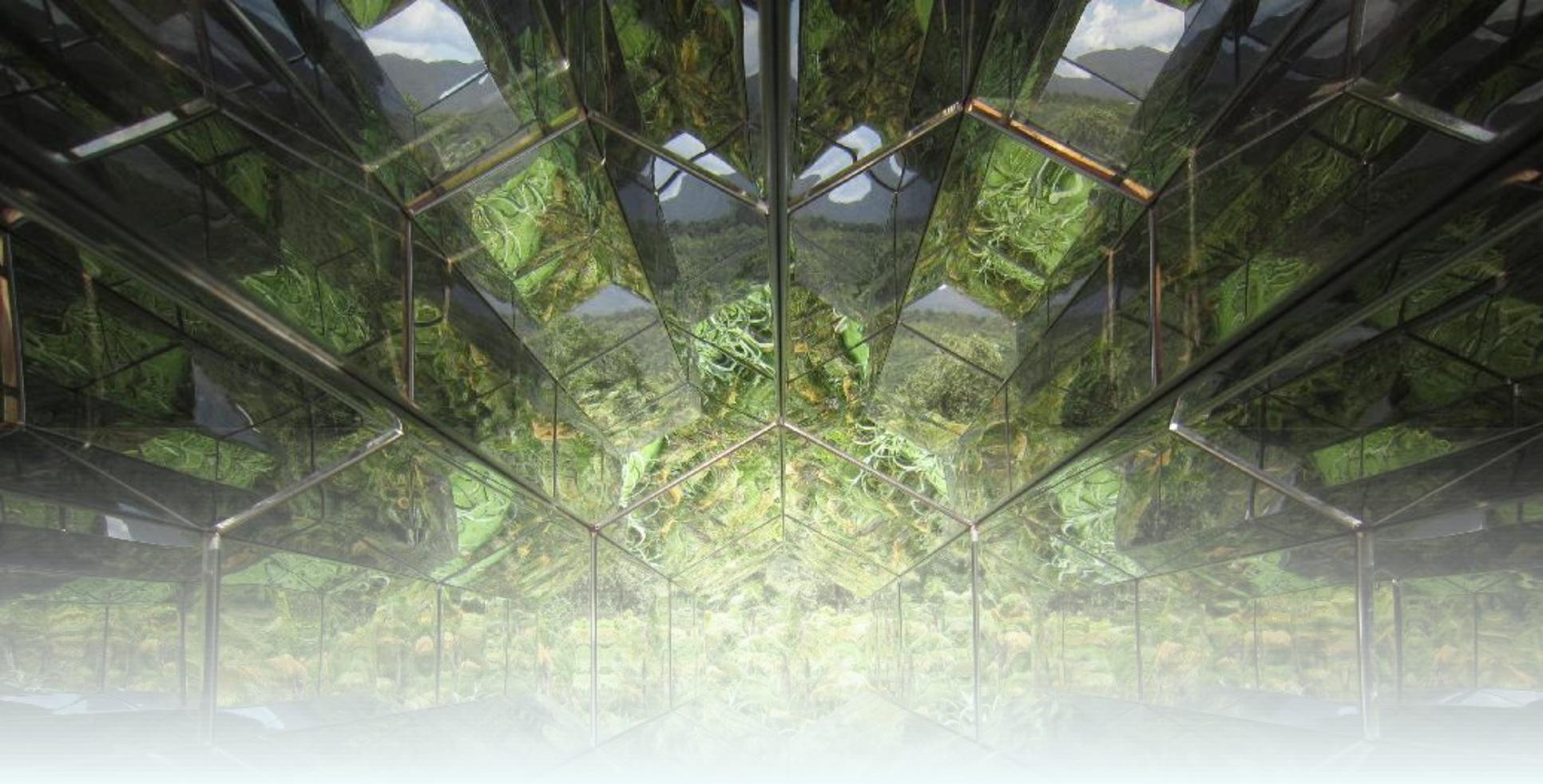
## Centros Temáticos 10

- Embrapa Agrobiologia
- Embrapa Agroenergia
- Embrapa Agroindústria de Alimentos
- Embrapa Agroindústria Tropical
- Embrapa Informática Agropecuária
- Embrapa Instrumentação
- Embrapa Meio Ambiente
- Embrapa Monitoramento por Satélite
- Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia
- Embrapa Solos**
- Embrapa Café
- Embrapa Gestão Territorial
- Embrapa Informação Tecnológica
- Embrapa Produtos e Mercado
- Embrapa Quarentena Vegetal

## Centros de Serviços 5

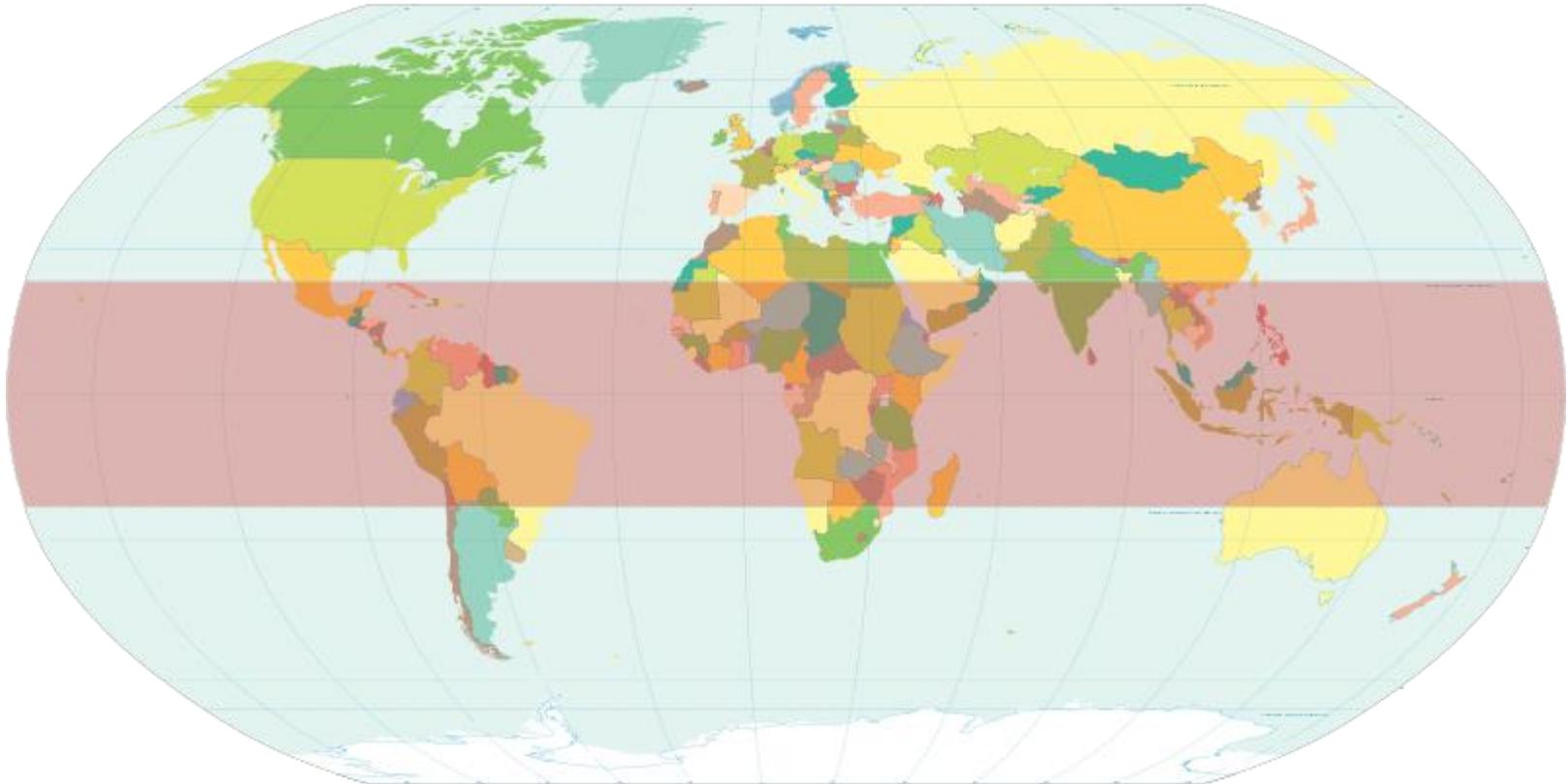






# As Características dos Solos do Brasil

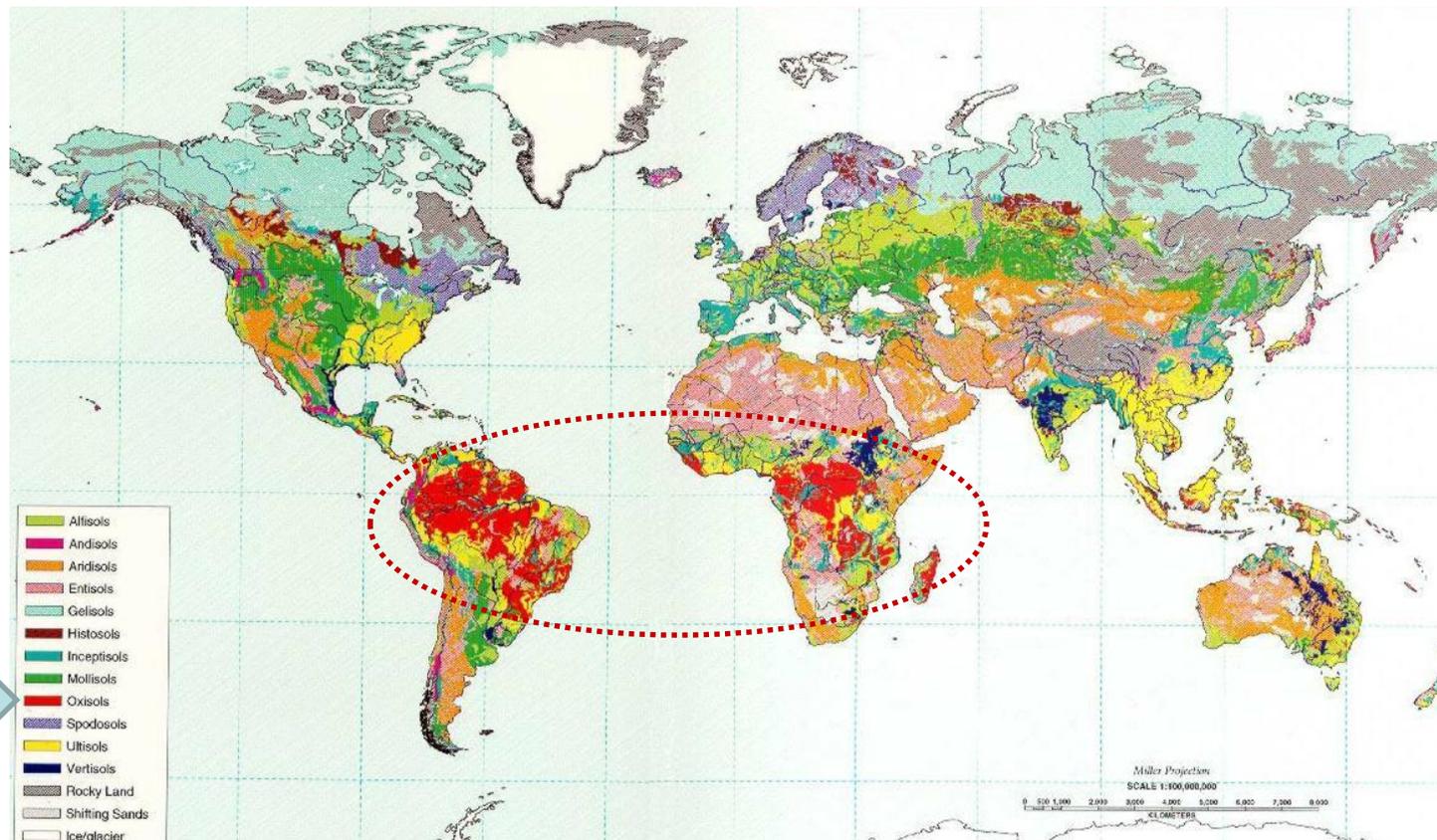
# Cinturão Tropical do Globo



**Os trópicos concentram os solos mais ácidos e deficientes em nutrientes**

# Características dos Solos Tropicais

## Distribuição de Solos no Mundo



### Solos Tropicais

Ácidos – 84%

Salinos – 2%

Rasos – 7%

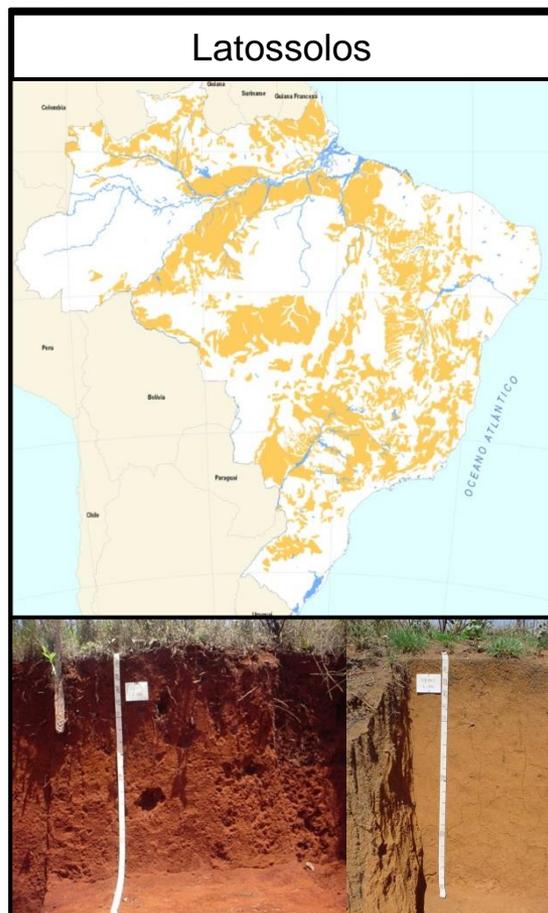
Encharcados – 16%

Sem Problemas – 9%

Os trópicos concentram os solos mais ácidos e deficientes em nutrientes

# Características dos Solos Brasileiros

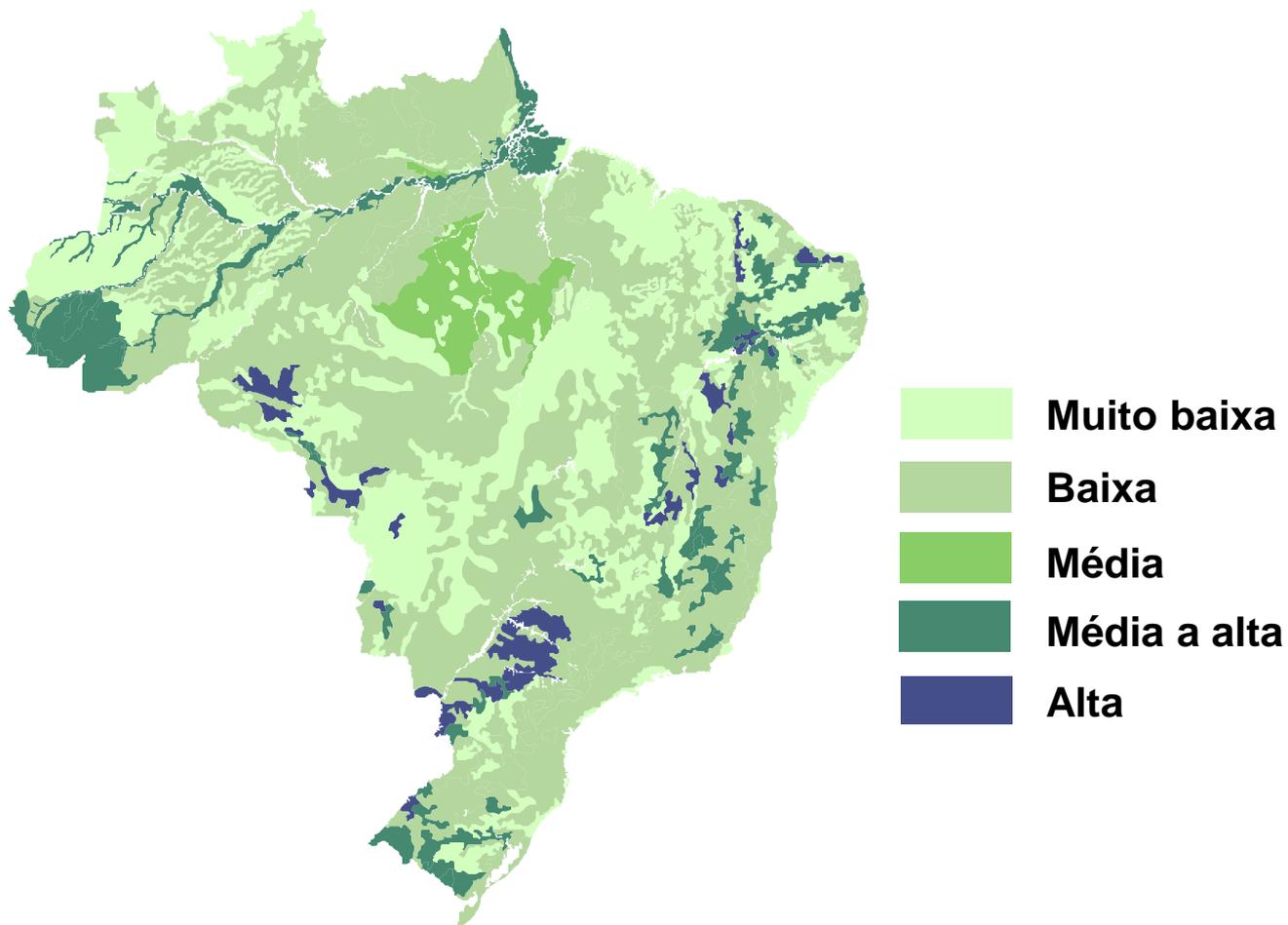
Os solos dominantes do Brasil:  
Fertilidade natural baixa, intemperizados, ácidos...





# Características dos Solos Brasileiros

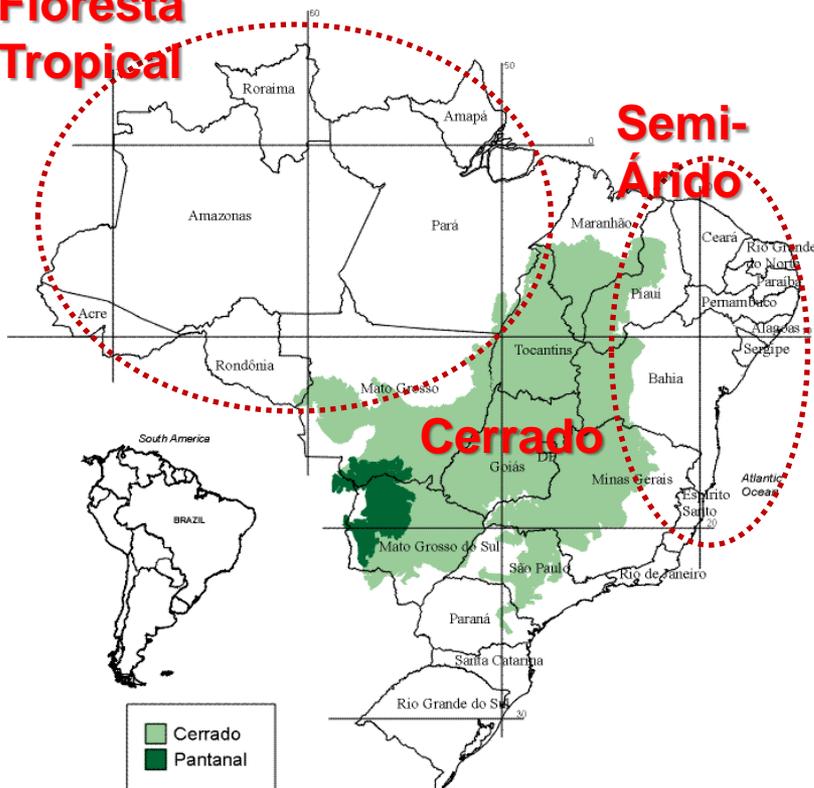
## Mapa da Fertilidade dos Solos Brasileiros



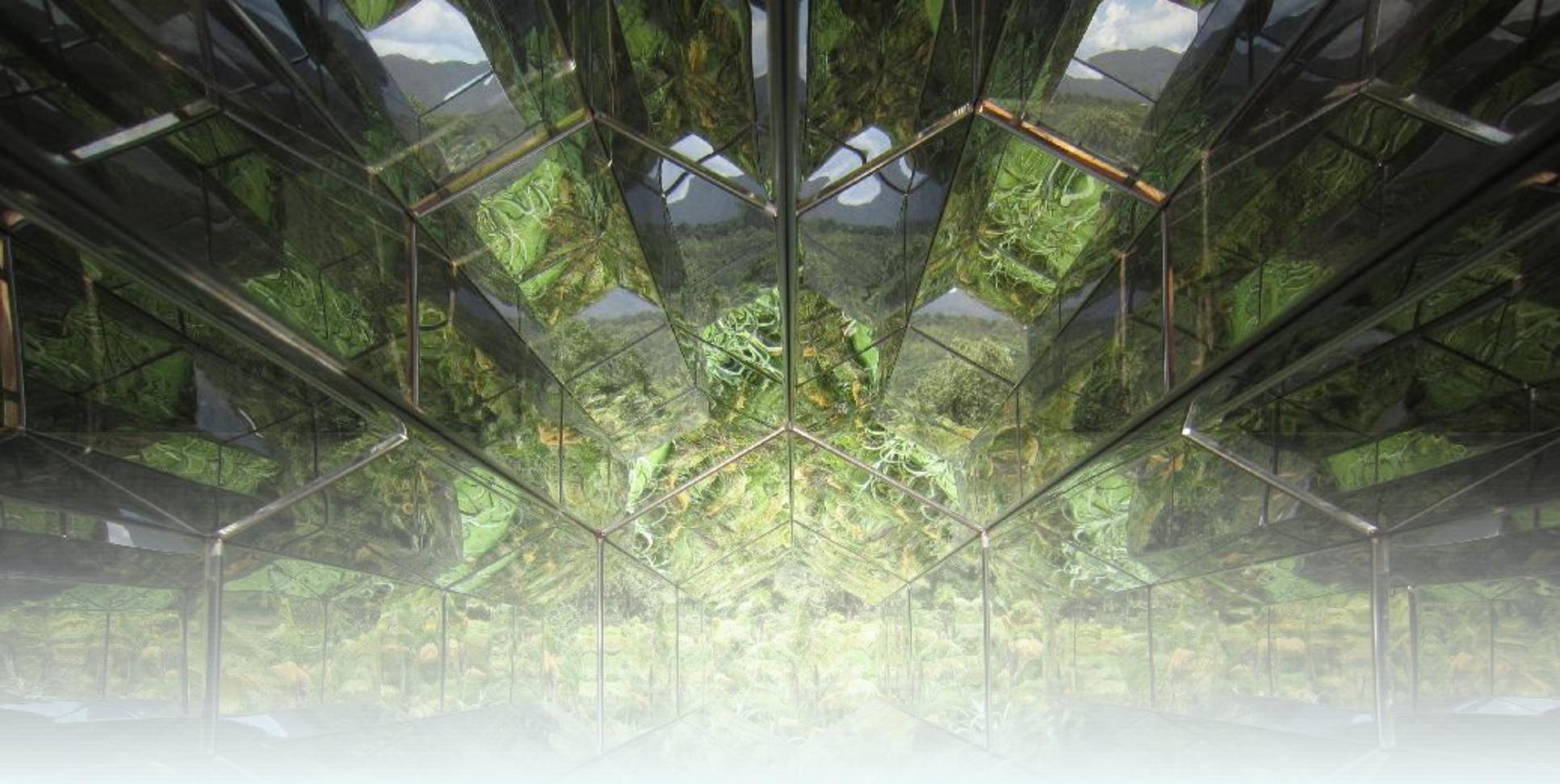
# A Agricultura Brasileira até os Anos 70

Até os anos 70 o Brasil ainda padecia de insegurança alimentar

**Floresta Tropical**



- Limitado conhecimento dos nossos recursos naturais;
- Baixa produção e produtividade;
- Produção concentrada no Sul e Sudeste;
- Constantes crises de abastecimento e pobreza rural;
- Falta de conhecimentos em agricultura tropical;
- Falta de políticas de promoção da inovação agropecuária.



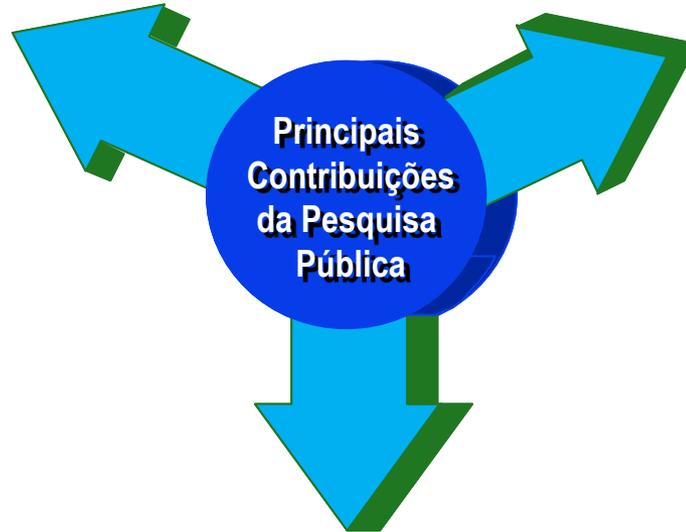
# **Conhecimento dos Solos**

## **E o Grande Salto da Agricultura Brasileira**

# Modelo de Agricultura Baseada em Ciência

O Brasil conseguiu desenvolver um modelo único de agricultura baseada em ciência para os trópicos.

**Transformação de solos ácidos e pobres em nutrientes em solos férteis**



**“Tropicalização” e Adaptação de Sistemas de Produção Vegetal e Animal**

**Desenvolvimento de uma Plataforma Inédita de Práticas Sustentáveis**

# Modelo de Agricultura Baseada em Ciência

O Brasil conseguiu desenvolver um modelo único de agricultura baseada em ciência para os trópicos.

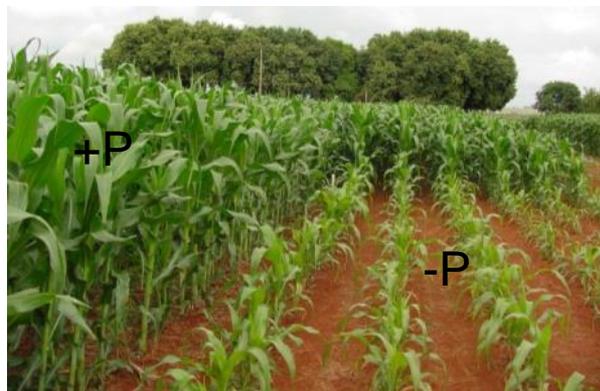
**Transformação de solos ácidos e pobres em nutrientes em solos férteis**

**“Tropicalização” e Adaptação de Sistemas de Produção Vegetal e Animal**

**Principais Contribuições da Pesquisa Pública**

**Desenvolvimento de uma Plataforma Inédita de Práticas Sustentáveis**

# Construindo Fertilidade nos Solos Tropicais



Sem gesso



COM GESSO

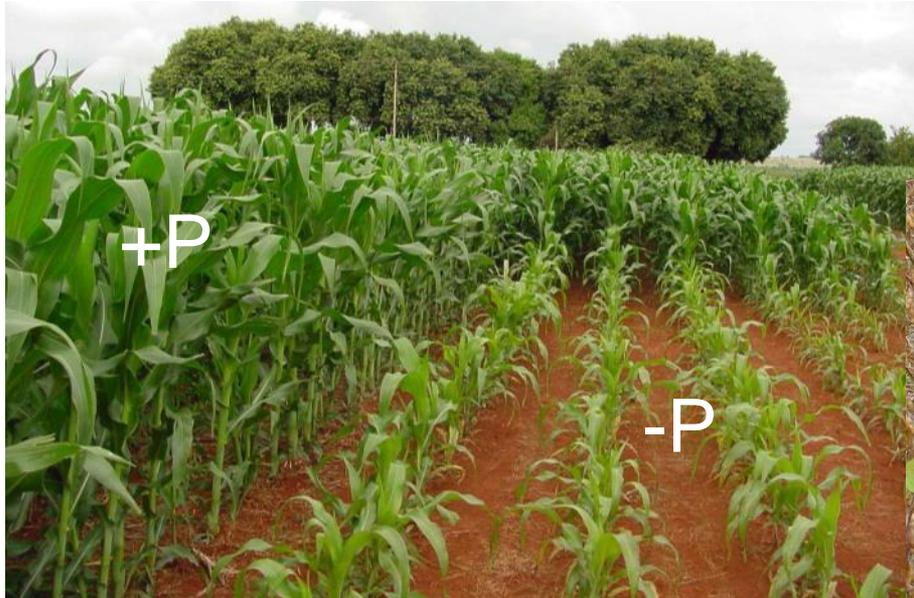


# Construindo Fertilidade nos Solos Tropicais

Correção da acidez do solo



# Construindo Fertilidade nos Solos Tropicais



Manejo da fertilidade do solo



Recomendações de:

- Doses, fontes e métodos de adubação

# Transformação de Solos Ácidos em Férteis

Impacto da pesquisa em solos e nutrição de plantas no cerrado



# Transformação de Solos Ácidos em Férteis

Sinop – Mato Grosso - 1974



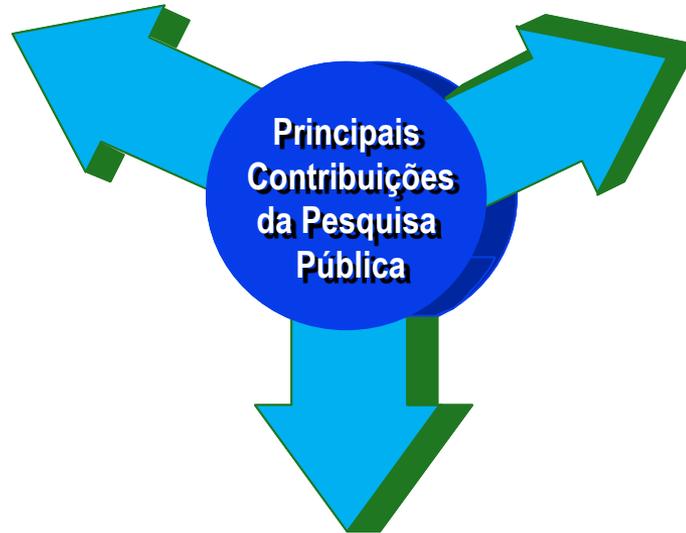
# Transformação de Solos Ácidos em Férteis



# Modelo de Agricultura Baseada em Ciência

O Brasil conseguiu desenvolver um modelo único de agricultura baseada em ciência para os trópicos.

Transformação de solos ácidos e pobres em nutrientes em solos férteis



“Tropicalização” e Adaptação de Sistemas de Produção Vegetal e Animal

Desenvolvimento de uma Plataforma Inédita de Práticas Sustentáveis

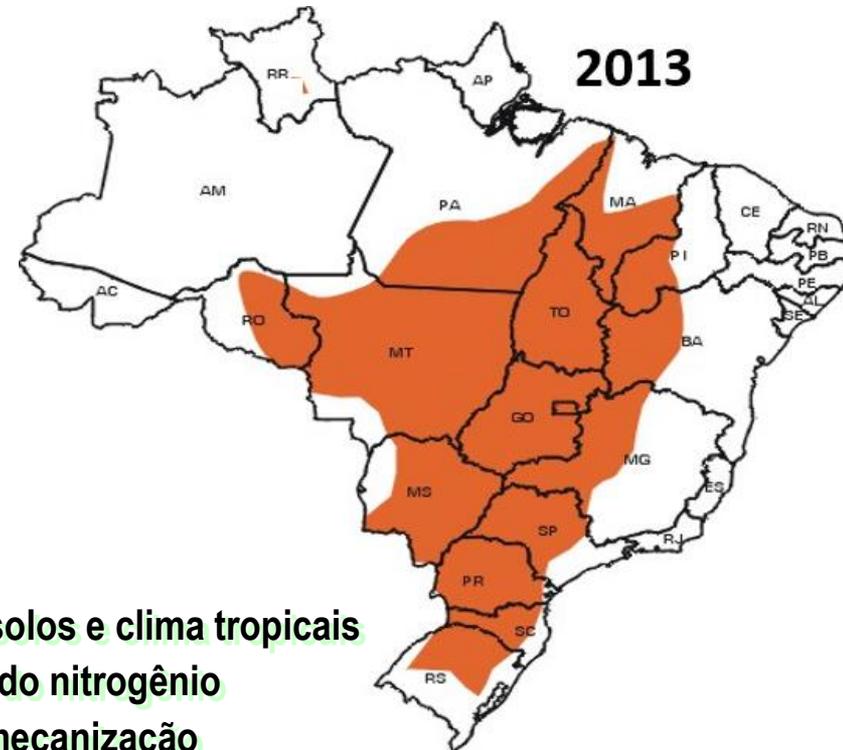
# Tropicalização de Cultivos

## Tropicalização de Cultivos

Evolução tecnológica & expansão da cultura da soja no Brasil

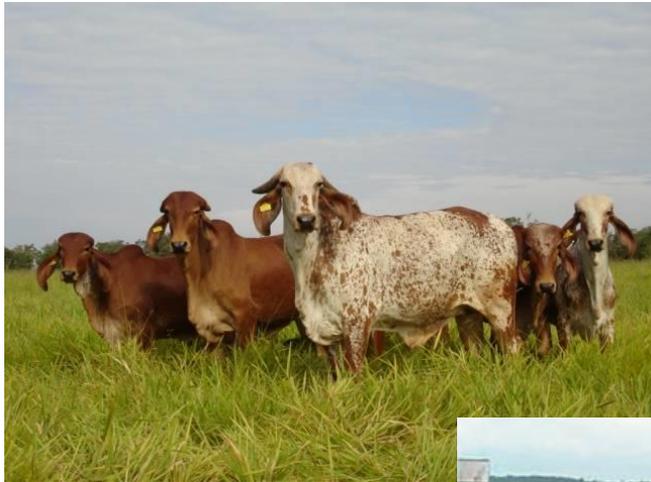


**Cultivares adaptadas aos solos e clima tropicais**  
**Fixação biológica do nitrogênio**  
**Plantio direto e mecanização**  
**Manejo e sanidade**



# Tropicalização de Sistemas de Produção Animal

Mais de 30 anos de melhoramento genético animal  
Recursos genéticos e melhoramento de forrageiras tropicais



Bovinos de alta performance adaptados aos trópicos

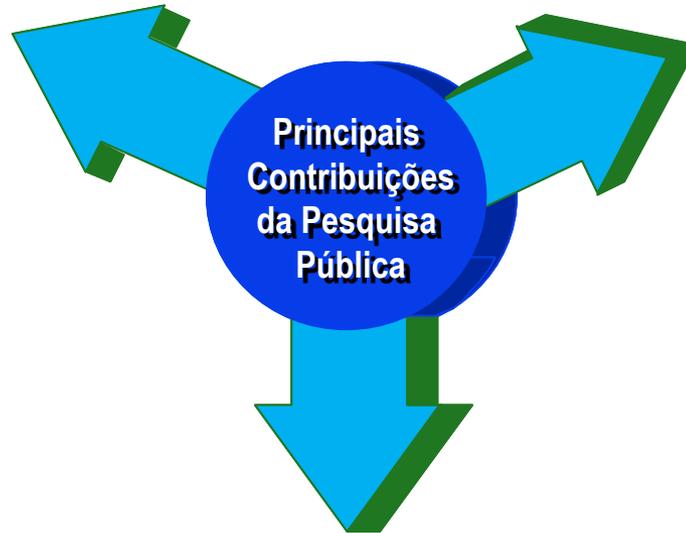
Espécies forrageiras adaptadas aos solos tropicais



# Modelo de Agricultura Baseada em Ciência

O Brasil conseguiu desenvolver um modelo único de agricultura baseada em ciência para os trópicos.

**Transformação de solos ácidos e pobres em nutrientes em solos férteis**



**“Tropicalização” e Adaptação de Sistemas de Produção Vegetal e Animal**

**Desenvolvimento de uma Plataforma Inédita de Práticas Sustentáveis**

# Disseminação de Práticas Sustentáveis

Com inoculante



Sem inoculante

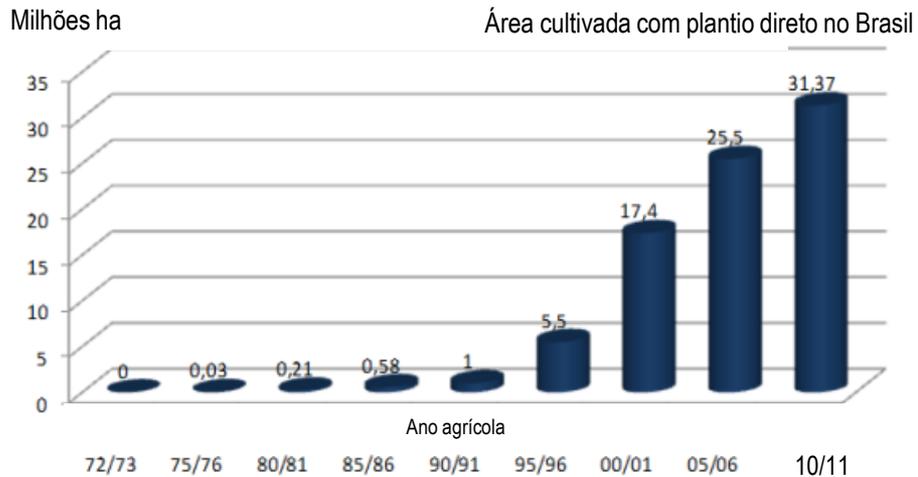
Fixação Biológica do Nitrogênio



Fixação biológica de Nitrogênio: estirpes de *Bradyrhizobium*

# Disseminação de Práticas Sustentáveis

## Agricultura Conservacionista



Fontes: Emater-RS, Epagri-SC, Emater-PR, Cati-SP, Fundação MS, Apdc (cerrado) / Bigma Consultoria  
<http://www.bigma.com.br/artigos.asp?id=96>



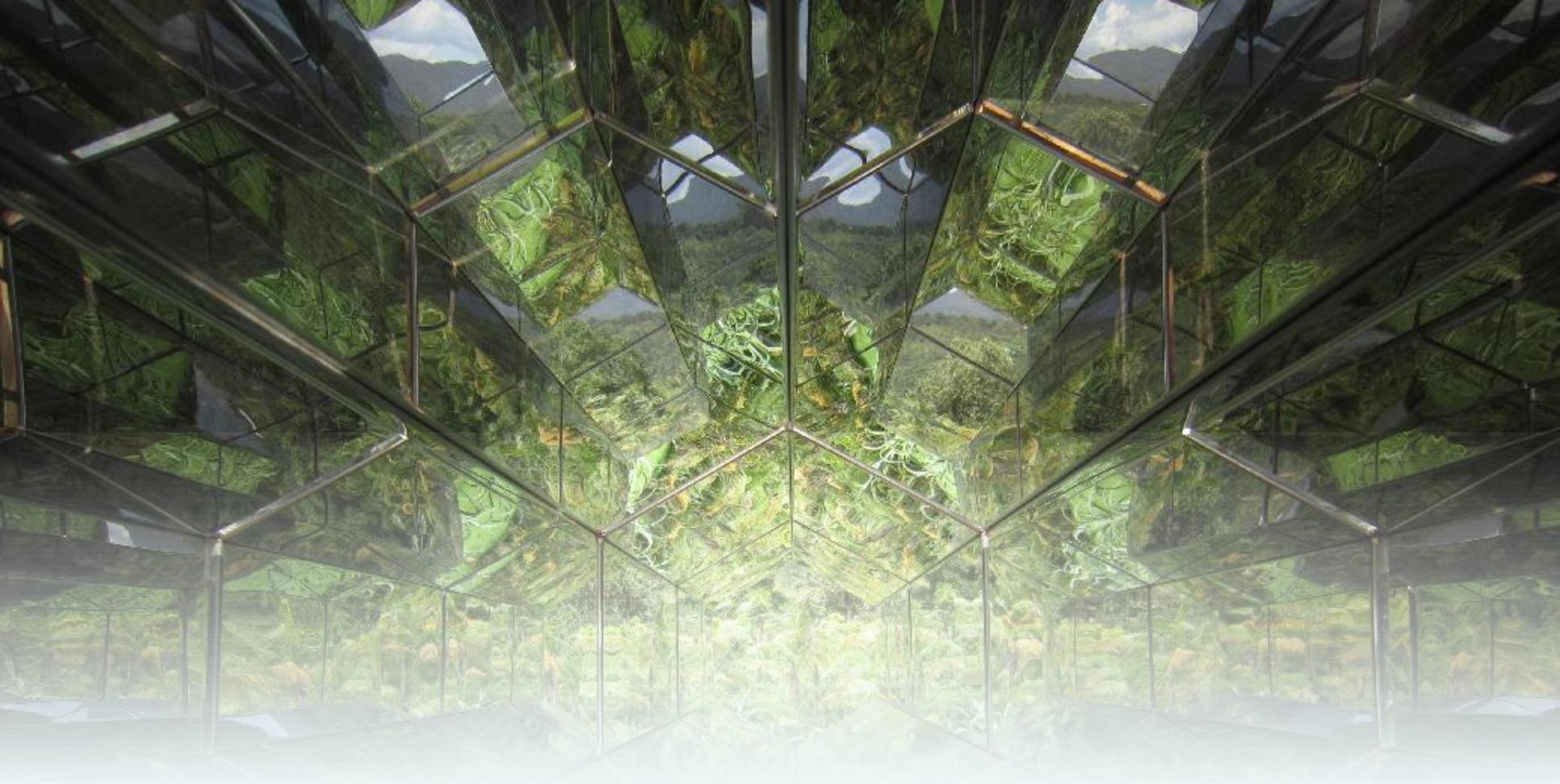
Os agricultores brasileiros foram os pioneiros no plantio direto, maximizando os benefícios de tecnologias geradas pela pesquisa agropecuária.

# Disseminação de Práticas Sustentáveis

Redução drástica da erosão do solo – melhoria das propriedades químicas, físicas e biológicas  
Redução em uso de energia – Agricultura se tornando “produtora de água”



Fonte: Modificado de Oliveira and Trecenti, 2009



# Conhecimento e Manejo dos Solos

## Evolução na Produtividade da Agricultura

# Evolução da Produtividade na Agricultura

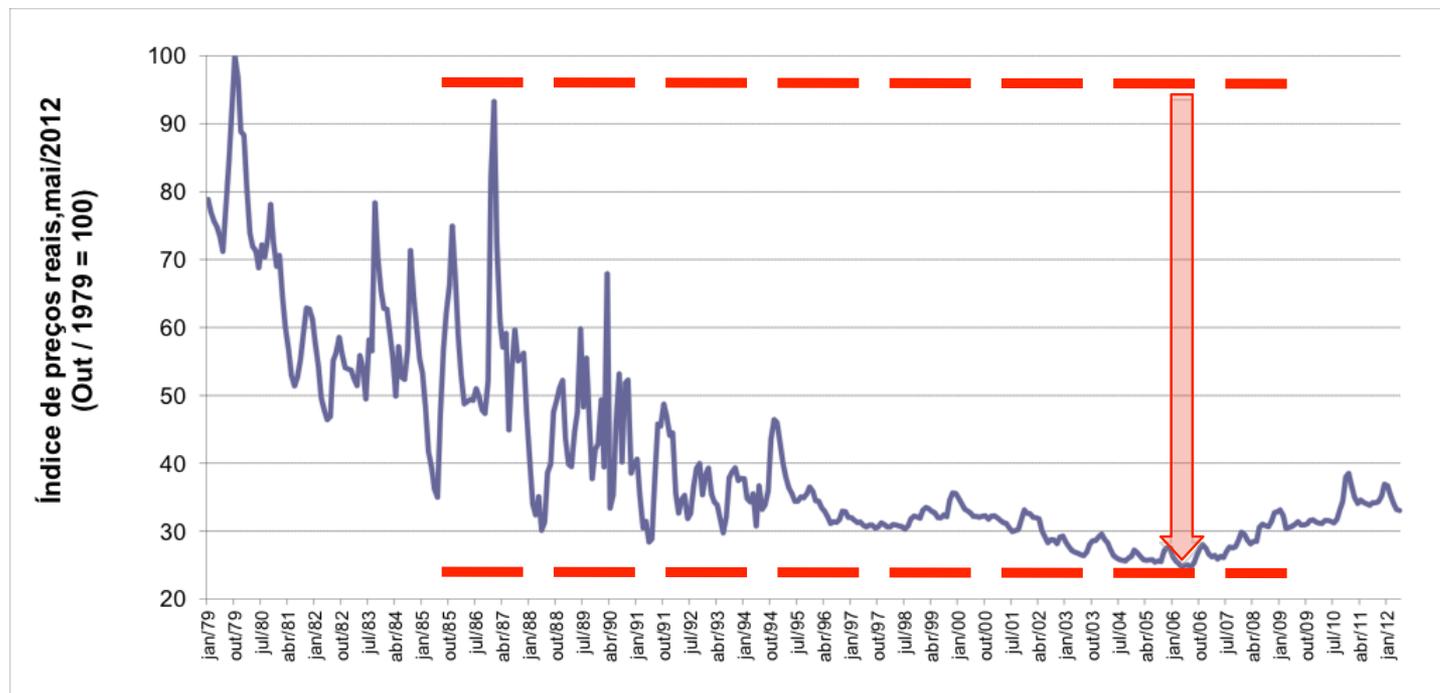
	1950	1975	1985	1996	2006	2013
<b>Milho</b>	100	106	118	195	288	397
<b>Soja</b>	100	206	236	311	347	392
<b>Trigo</b>	100	96	215	241	246	405
<b>Arroz</b>	100	104	135	211	305	430
<b>Feijão</b>	100	78	72	97	137	153
<b>Cana-de-açúcar</b>	100	160	225	231	256	258
<b>Pec. corte*</b>	100	107	123	227	431	-

*Dados do IBGE, Martha Jr. et al. (2012), Martha Jr. (2012).*

***“Produtividade explicou a maior parte do crescimento da agricultura brasileira. O efeito poupa-terra decorrente destes ganhos de produtividade, na agricultura e na pecuária, alcançou mais de 600 milhões de ha”***

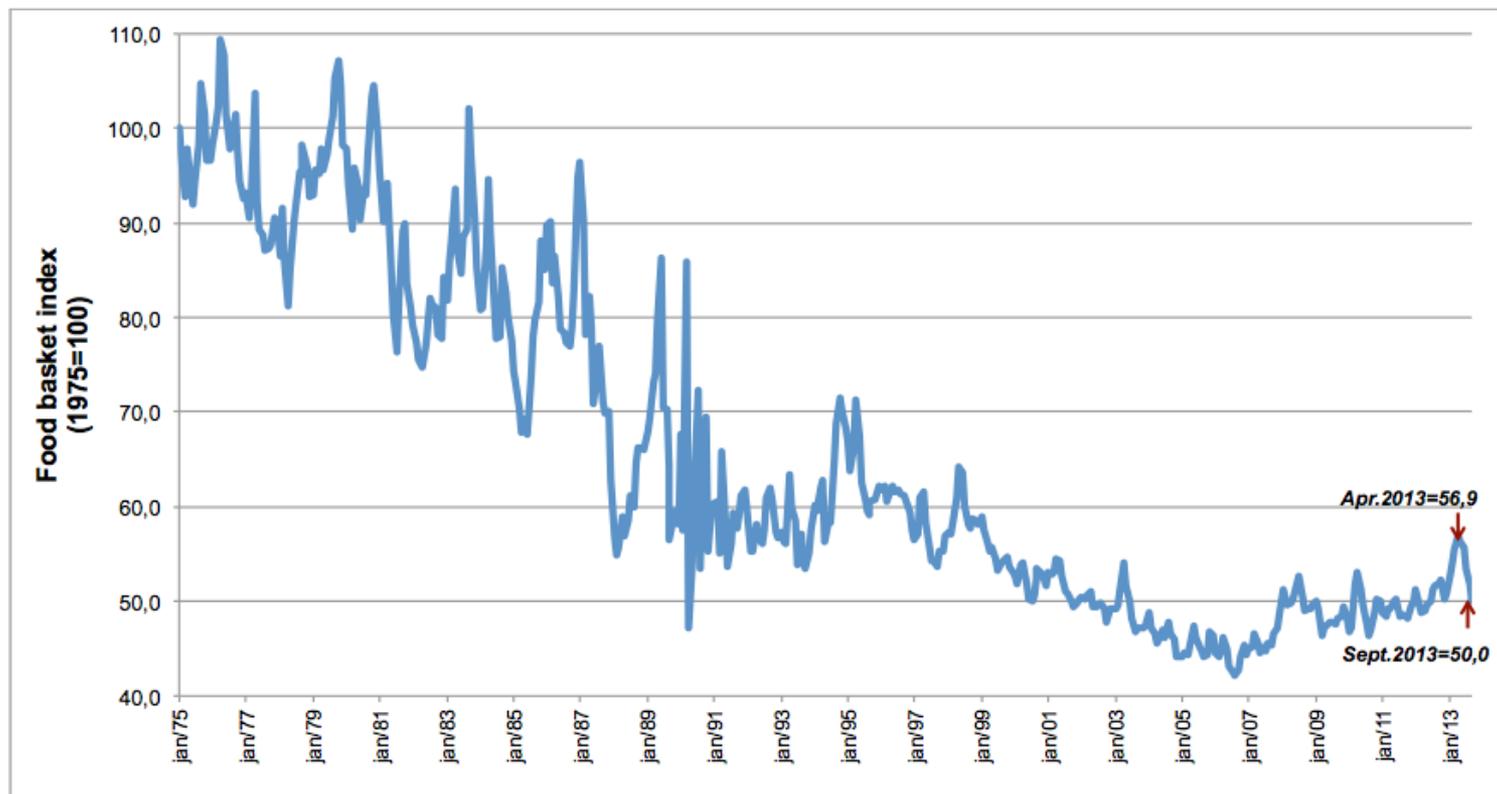
# Evolução da Produtividade na Pecuária

## Evolução dos preços reais da carne bovina aos consumidores



*Dados Dieese, deflator IGP-DI (FGV), elaboração G.B. Martha.*

# Evolução do Preço da Cesta Básica



Data from DIEESE, deflator IGP-DI (FGV), calculations and elaboration by G.B. Martha (2013).

**São Paulo (1975=100, preços reais, Set.2013)**

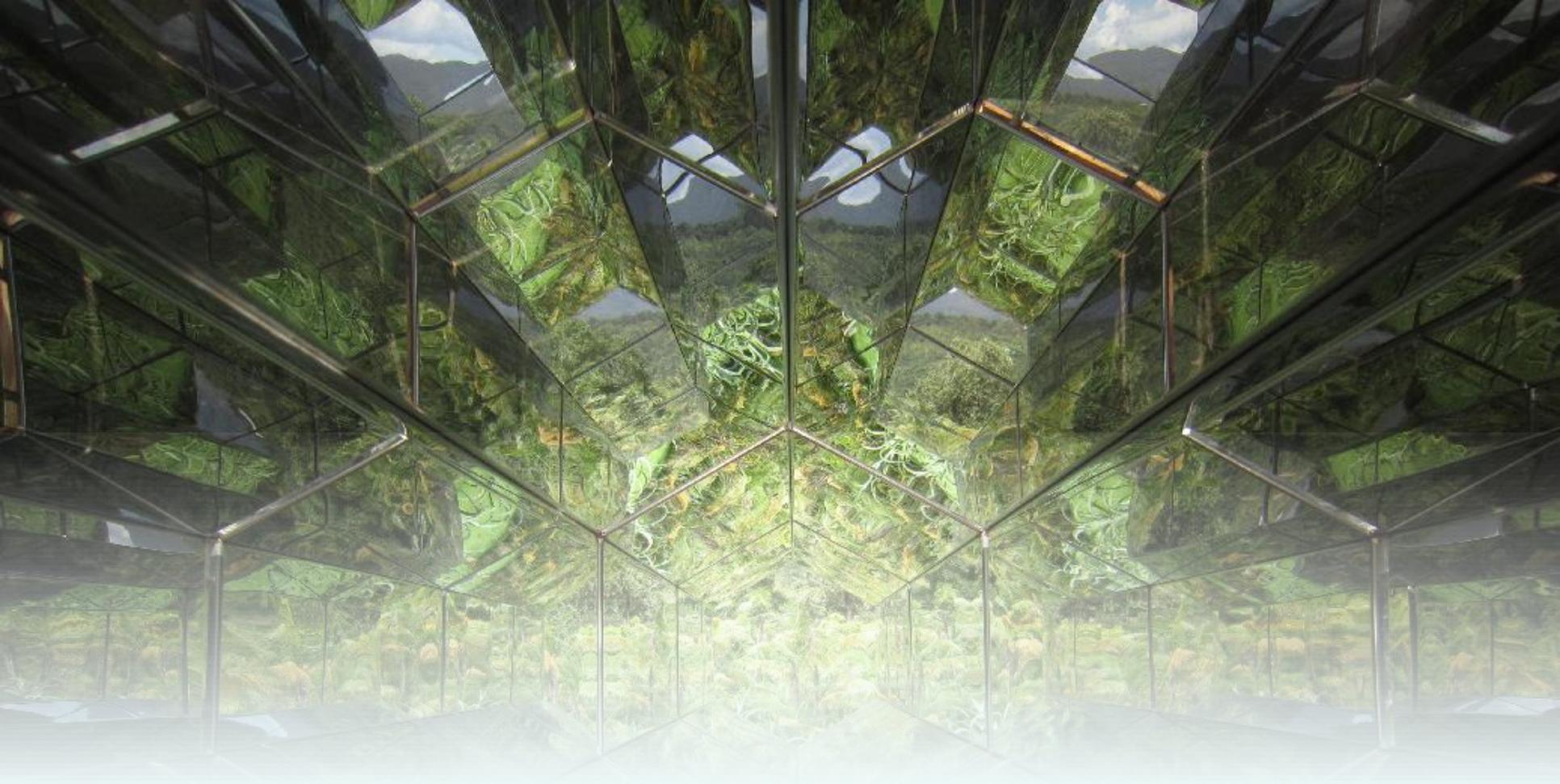
# Capacidade Exportadora do Brasil

Exportações do agronegócio ultrapassam US\$ 100 bilhões na safra 2012/13



\*Previsão | Fonte: Ministério da Agricultura, com dados da Secex

O Brasil se tornou um dos maiores exportadores de alimentos  
Cerca de 30% do que produzimos é exportado para centenas de mercados ao redor do mundo



# Futuro

# Aprimorar o Uso da Base de Recursos Naturais

Respondendo a situações cada vez mais complexas



Redução na “expansão horizontal” (área) x Fortalecimento da “expansão vertical” (eficiência)

**Usar o solo de forma mais intensa... e mais segura!**

# Aprimorar o Uso da Base de Recursos Naturais

Áreas de Solos e Pastagens Degradadas  
Grande fronteira de expansão da agropecuária



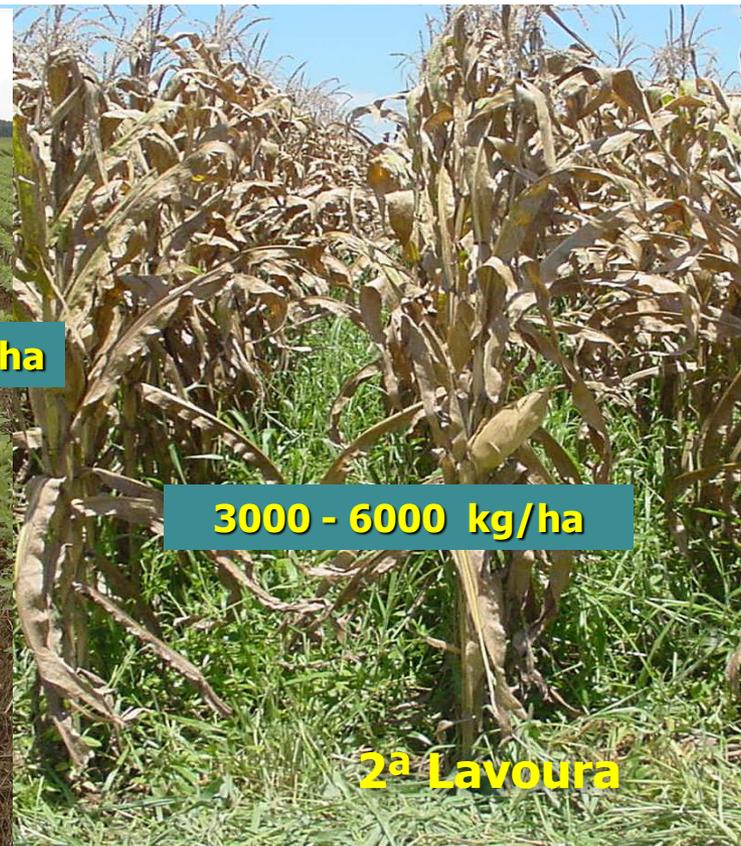
# Aprimorar o Uso da Base de Recursos Naturais

Intensificação sustentável com integração lavoura-pecuária e lavoura-pecuária-floresta



# Intensificação Sustentável – Sistemas Integrados

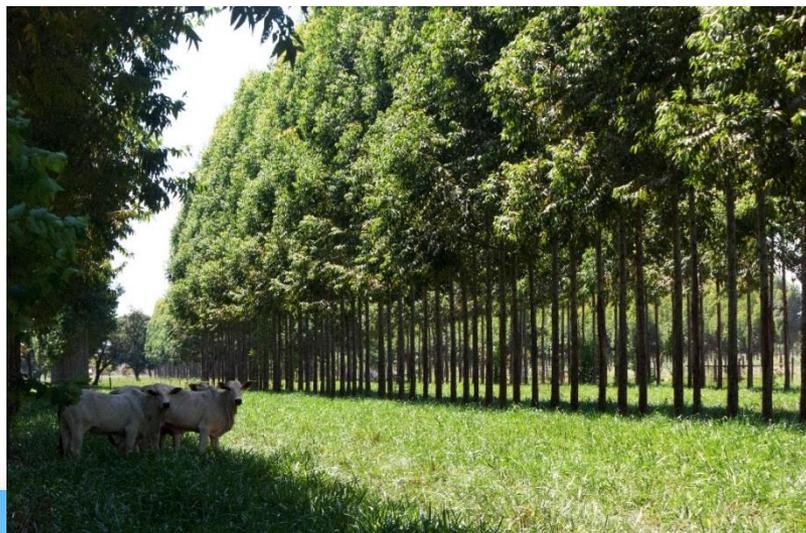
← Out/Nov      ← Fev/Mar      ← Jun/jul      ← Set/Out →



Atividades/Tempo

# Intensificação Sustentável – Sistemas Integrados

Lavoura – Pecuária – Floresta



# Intensificação Sustentável – Sistemas Integrados

## Sombra e conforto animal





28 17:34



# Conservação de Solos e “Produção de Água”

Tecnologias para controle de erosão e “produção de água” no meio rural



# Solos e a “descarbonização” da Agricultura

Crescimento das pressões para “descarbonização” das economias

## Emissões na Agropecuária:

Utilização de fertilizantes nitrogenados ( $N_2O$ )

Fermentação entérica ( $CH_4$ )

Manejo de dejetos animais ( $CH_4$  e  $N_2O$ )

Cultivo de arroz ( $CH_4$ )

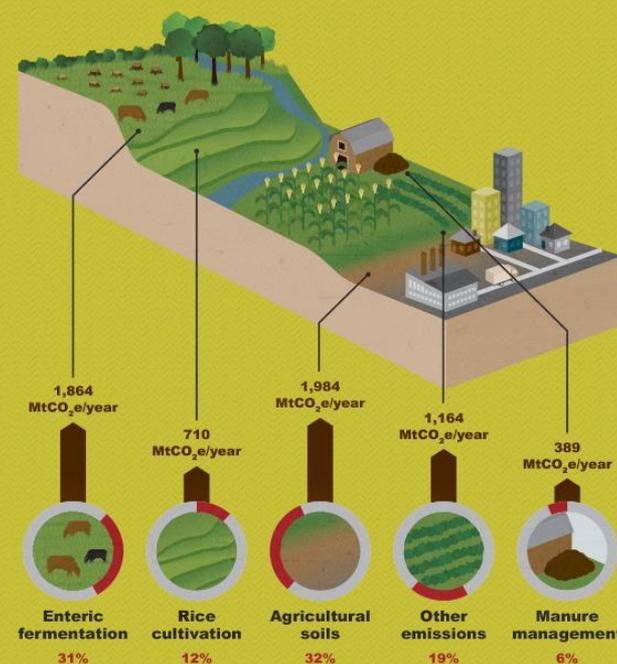
Queima de resíduos agrícolas (...)

Queima de biomassa ( $CH_4$  e  $N_2O$ )

## Direct agricultural emissions

Non- $CO_2$  agricultural emissions are about 6,100 million metric tonnes of carbon dioxide equivalent ( $MtCO_2e$ ) per year—about 11 percent of total global greenhouse gas emissions and 56 percent of global non- $CO_2$  greenhouse gas emissions.

US-EPA, 2011



PERCENT AND AMOUNT OF DIRECT AGRICULTURAL EMISSIONS

Data from US-EPA, 2011

## Big Facts

Where agriculture and climate change meet  
[ccafs.cgiar.org/bigfacts](http://ccafs.cgiar.org/bigfacts)



RESEARCH PROGRAM ON  
Climate Change,  
Agriculture and  
Food Security

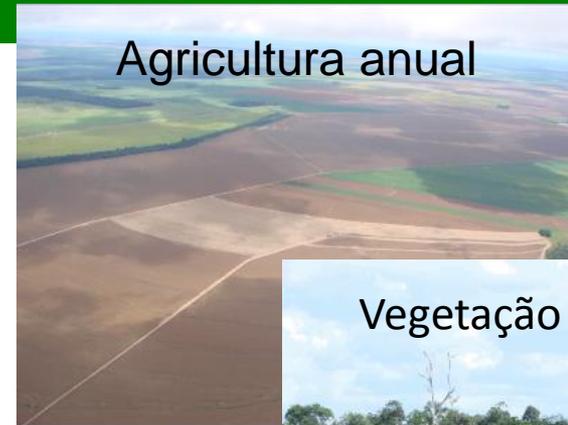
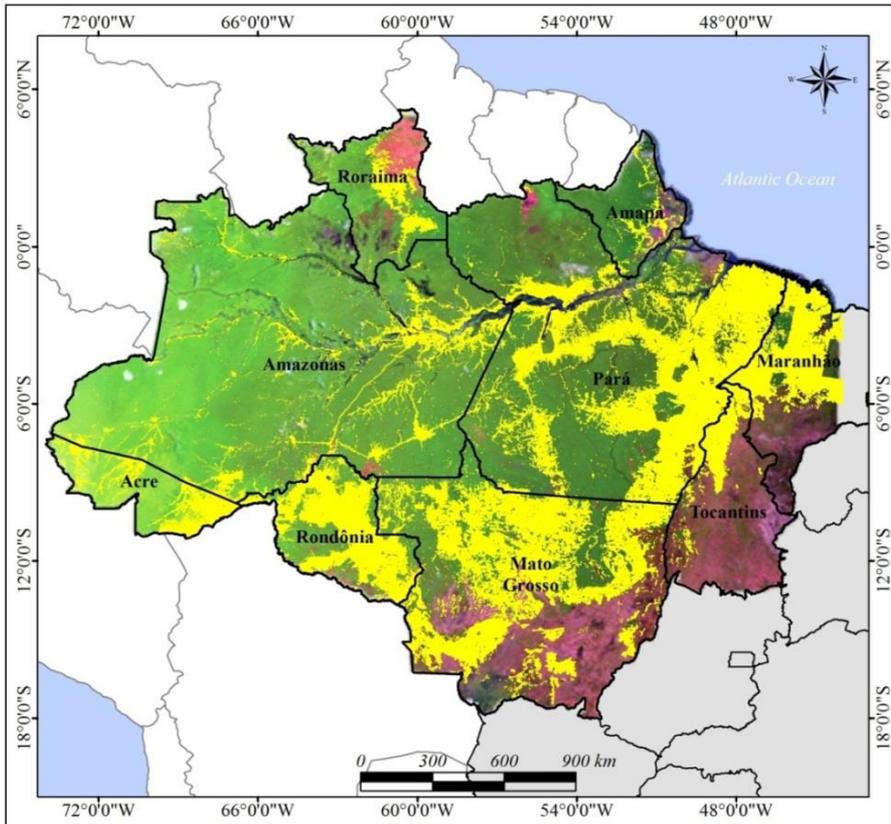


# Solos e a “descarbonização” da Agricultura

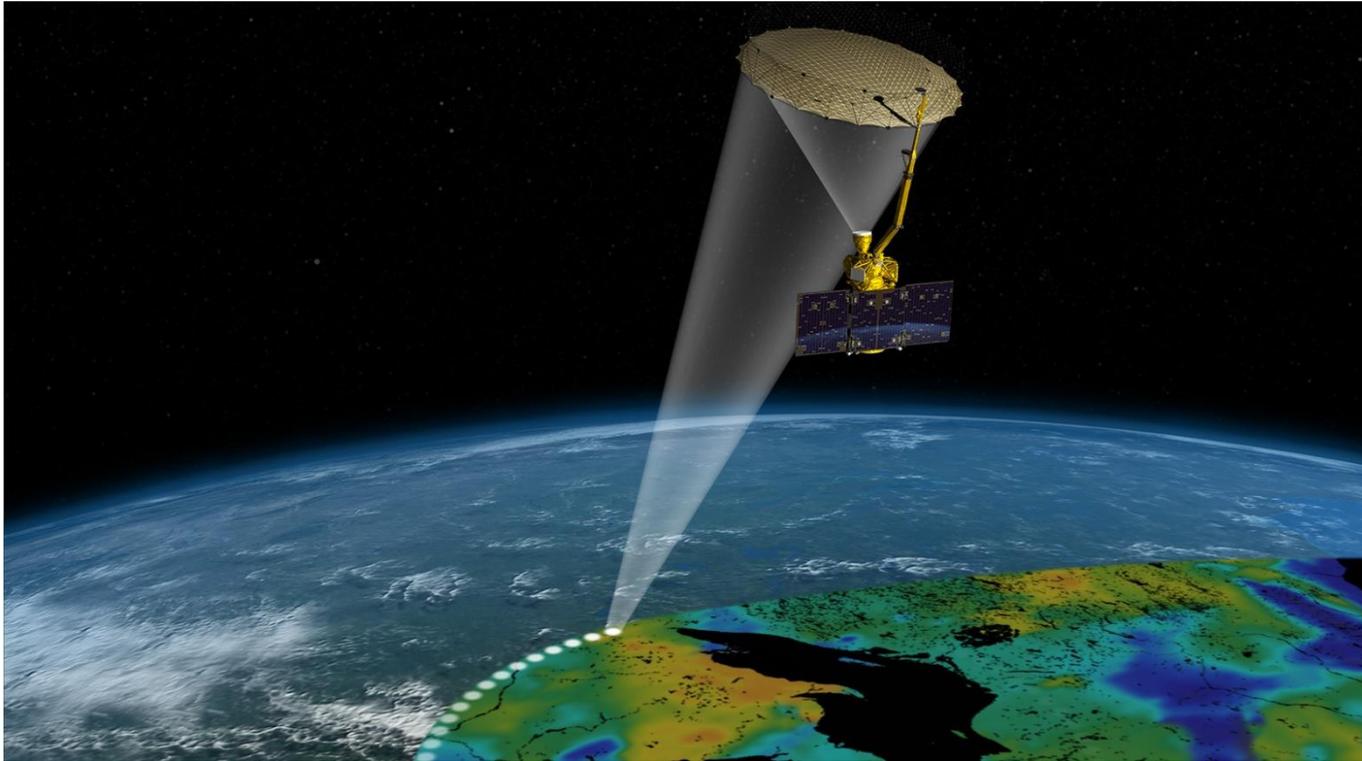


# Geotecnologias para Monitoramento do Uso do Solo

## TerraClass (parceria com o Inpe) Uso e cobertura da terra na Amazônia



# Geotecnologias para Monitoramento da Água e do Solo

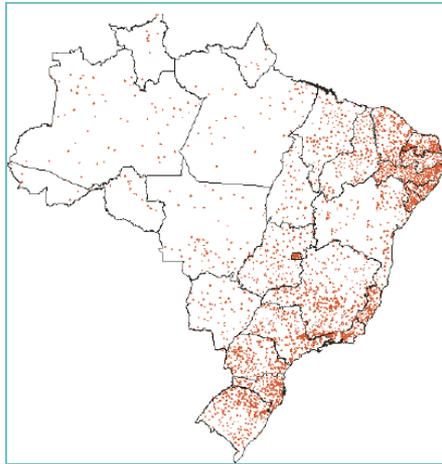


## Satellite SMAP - The Soil Moisture Active Passive

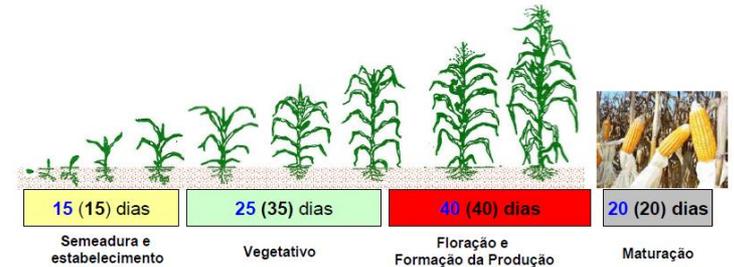
Do espaço, o SMAP irá produzir mapas globais com 6 milhas (10 quilômetros) de resolução a cada dois ou três dias. Mapas globais da umidade presente nas 2 polegadas superiores (cinco centímetros) de todos os solos da Terra.

# Modelagens Avançadas do Sistema Solo-Clima-Planta

## Zoneamento de Riscos Climáticos no Brasil



Planta

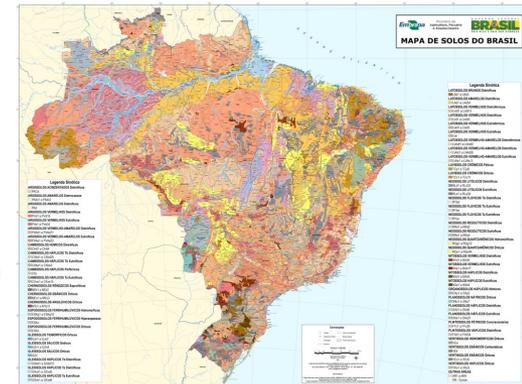


Decêndio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
KC	0.40	0.50	0.60	0.85	1.0	1.10	1.25	0.90	0.70	0.60	0.60

Sistema de Gestão de Risco

Clima

Solo

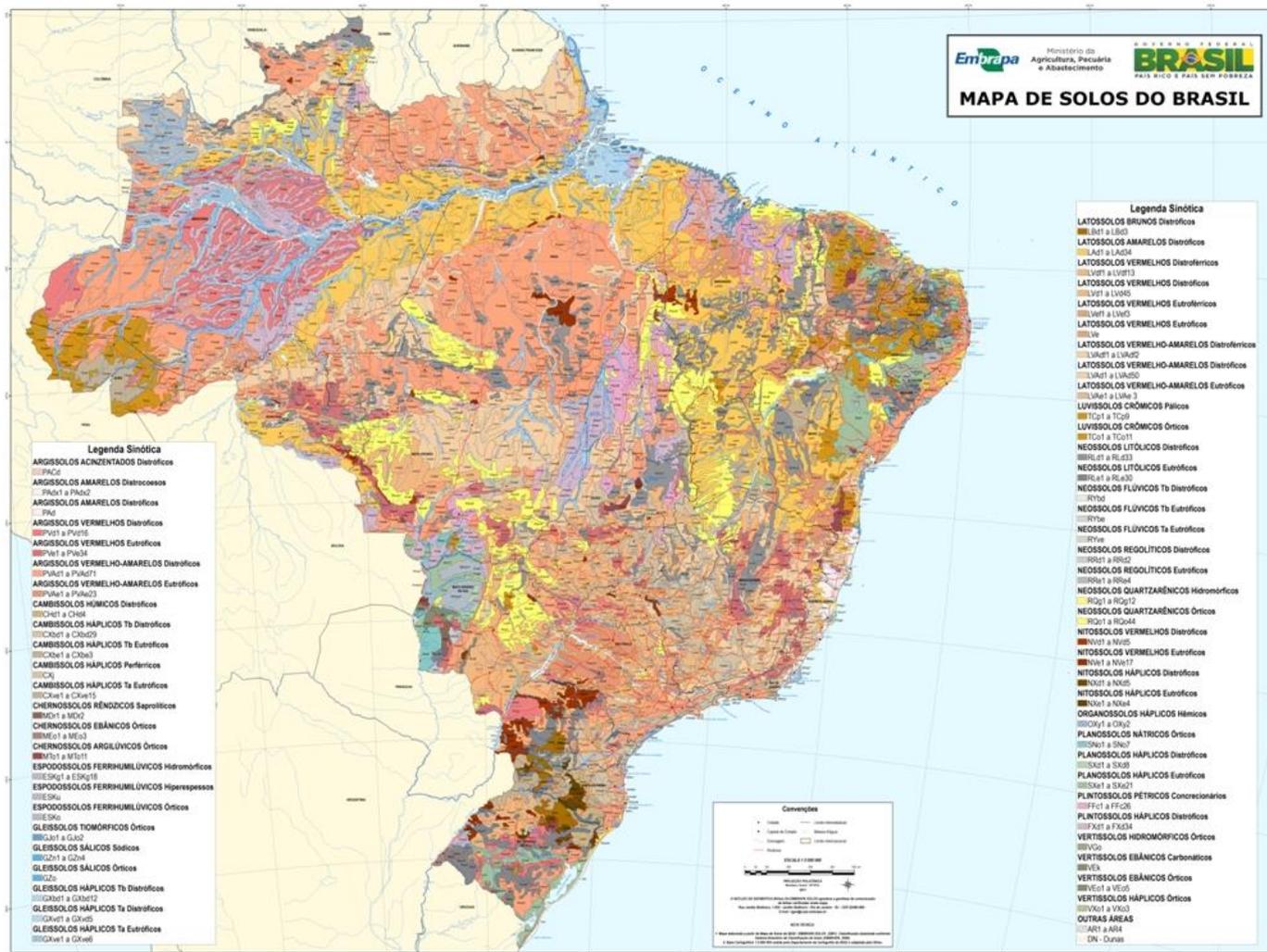


# Aprimorar o Mapa de Solos do Brasil

Mapeamento dos solos brasileiros é praticamente resultado dos trabalhos realizados nas décadas del 60 e 70, época da criação da Embrapa.

Apenas cerca de 70% do território brasileiro tem mapeamento na escala 1/250.000. Os EUA tem mais do 90% do seu território mapeado na escala 1/10.000 até 1/25.000.

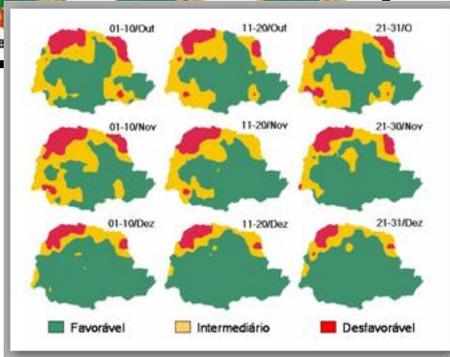
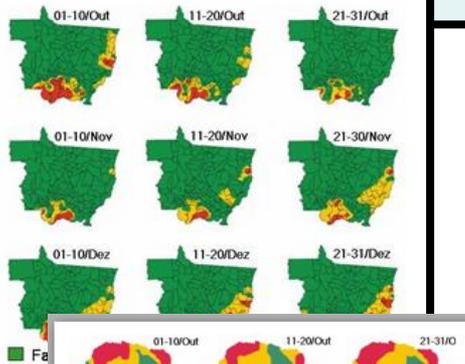
Isso significa, que o grau de detalhamento ou conhecimento é mais de 100 vezes comparado com o Brasil.



# Sinergia entre Ciência e Políticas Públicas

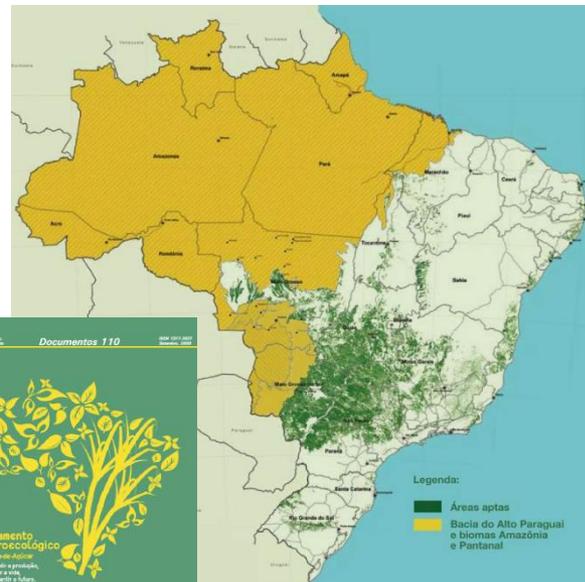
## Zoneamento de Risco Climático

Regionalização dos sinistros climáticos para minimizar as perdas na produção agrícola, reduzindo os riscos oriundos do regime de chuva.



## Zoneamento Agroecológico da Cana

Define áreas aptas e zonas de exclusão para o cultivo da cana-de-açúcar no Brasil. Orienta a política de expansão da cana e da produção de bioetanol



## Plano ABC - Agricultura de Baixo Carbono

Promove a “descarbonização da agricultura pela incorporação de práticas de baixa emissão de gases de efeito estufa – plantio direto, fixação de N, iLPF, etc.





# Grato pela Atenção!

**Maurício Antônio Lopes**  
Presidente  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Brasília - DF



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

