

1º WORKSHOP SOBRE BASES TÉCNICO-CIENTÍFICAS  
DA AVALIAÇÃO DE RISCO AMBIENTAL  
DE AGROTÓXICOS

# RELATÓRIO TÉCNICO PROJETO IBAMA

Termo de colaboração 02/2020  
Processo nº 02001.017096/2020-12  
**ORGANISMOS DO SOLO**

**Coordenador:** Prof. Dr. Alexandre ten Caten

**Dados do Prestador de Serviços:**

**Nome:** Dr. Gustavo Eduardo Pereira

**CNPJ:** 44.296.233/0001-59



# Principais tópicos abordados

## 1. Introdução

Solos do Brasil, Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, Perfil de Solo, Bases de dados sobre solos brasileiros

## 2. Item 4 – Organismos do solo - mapeamento, caracterização e modelos de exposição

4.1 Elaborar relatório técnico com o mapeamento, distribuição geográfica e características dos diferentes tipos de solos do Brasil, a partir de revisão de literatura.

# Solos do Brasil

## Região Norte

Clima tropical  
Solos de média a alta  
fertilidade natural  
Limitações: Excesso de  
água

## Região Sul

Solos profundos (desenvolvidos de  
rochas básicas e sedimentares)  
Clima subtropical  
Baixa fertilidade natural



## Região Nordeste

Clima semi-árido  
Solos de média a alta  
fertilidade natural  
Pouco profundos  
Limitações: Déficit  
hídrico e salinidade

## Região Centro-Oeste

Superfícies planas  
(favorece mecanização)  
Solos profundos  
Bem drenados  
Baixa fertilidade natural

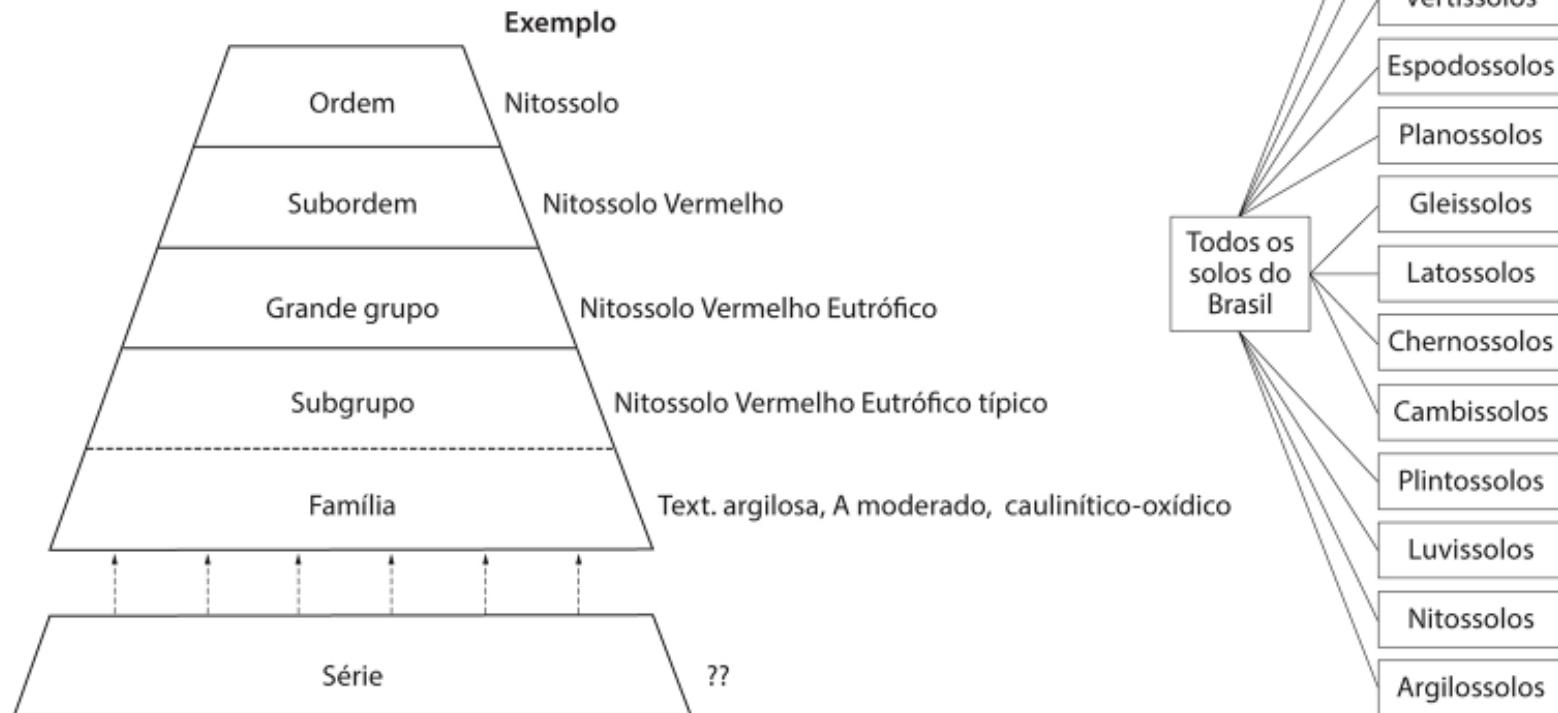
# Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (2018)

- Sistema taxonômico oficial de classificação de solos do Brasil desde 1999.
- Sistema hierárquico de classificação para sistematização taxonômica para discriminação das classes de solos identificadas no Brasil.



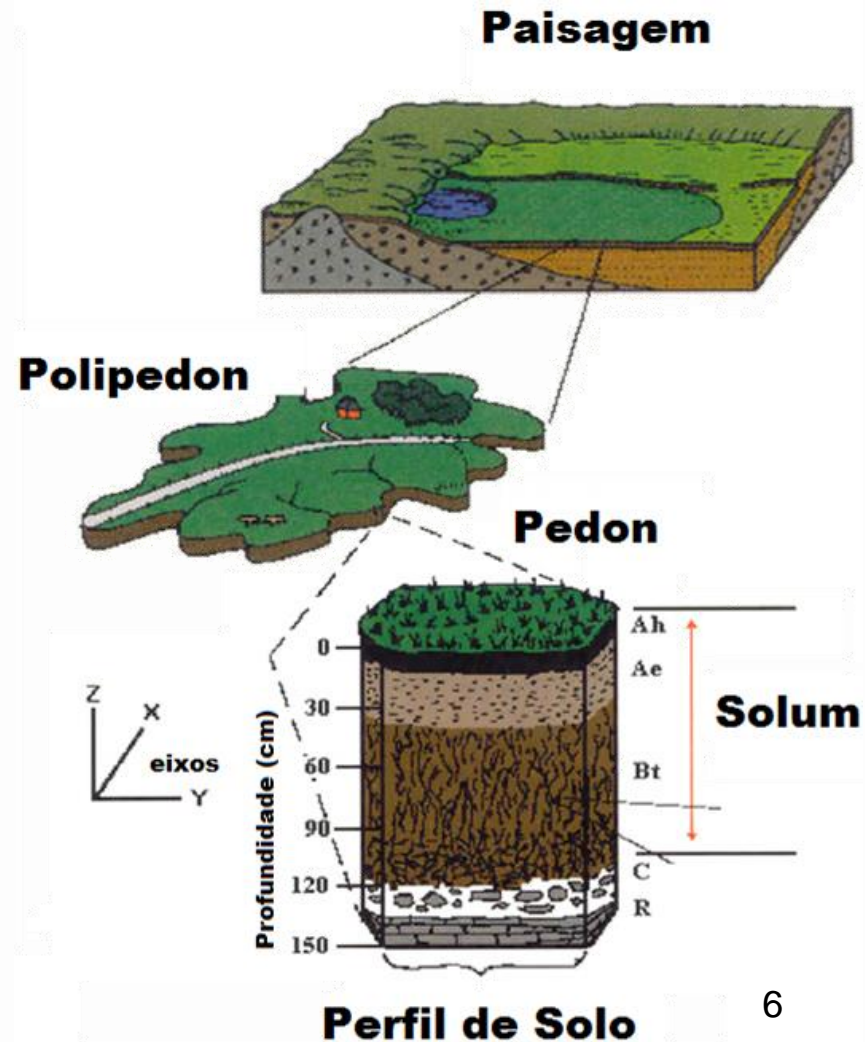


# Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS



# Perfil de Solo

- A caracterização completa dos solos envolve atividades de campo, trabalhos de caracterização morfológica e caracterização analítica procedida em laboratórios específicos.
- São analisados perfis de solos para caracterização e classificação de solos.
  - Analisados e descritos todos os horizontes ou camadas de um perfil, desde a superfície até a base ou até o contato lítico.



# Perfil de Solo

Todas as classes de **solos** identificadas na área devem ser caracterizadas por um **perfil representativo (Perfil Modal)**, o qual apresenta as características únicas de cada local.

Cada perfil de solo tem suas particularidades como características morfológicas, físicas, químicas, mineralógicas, biológicas e de relevo (Infinitos...)



# Bases de dados sobre solos brasileiros

- Oficiais

- Plataforma PronaSolos (POLIDORO et al., 2016),
- Base de Dados da Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2022)
- Banco de Dados de Informações Ambientais (IBGE, 2022).



**BDP@** Bases de Dados da Pesquisa Agropecuária



# Bases de dados sobre solos brasileiros

- Não-oficiais (produto de pesquisa)
  - Repositório Brasileiro Livre para Dados Abertos do Solo (febr)
  - Projeto MapBiomas Brasil v.7.0
  - Banco de Dados Hidrofísico de Solos Brasileiros (HYBRAS)

samuel-rosa/**febr-view**

Repositório Brasileiro Livre para Dados Abertos do Solo - visualização de dados



1

Contributor



0

Issues



1

Star



0

Forks



MAPBIOMAS  
[BRASIL]

**HYBRAS**  
Hydrophysical Database for Brazilian Soils



# Bases de dados sobre solos brasileiros

## Limitações e Restrições identificadas

- Segundo Siqueira et al. (2015) no Brasil as unidades de mapeamento foram delimitadas com base na classes taxonômicas, o que evidencia a dificuldade de obtenção de informações mais detalhadas.
- Os mapeamentos de solos executados no Brasil apresentam caráter exploratório ou de reconhecimento (1:1.000.000 a 1:250.000), focados para ordenamento territorial, no entanto para estudos mais detalhados são requeridos mapas com informações mais detalhadas (OLIVEIRA et al., 2019).

## Referente ao Item 4.1.1 - Organismos do solo - mapeamento, caracterização e modelos de exposição.



8.516.000 km<sup>2</sup>

- Mapeamento, distribuição geográfica e características dos diferentes tipos de **solos** do Brasil.
- Atualização das classes de solos descritos na Portaria Normativa IBAMA nº 84, de 15 de outubro de 1996.



## Item 4 – Organismos do solo - mapeamento, caracterização e modelos de exposição

- Os dados foram obtidos a partir de **6.000** perfis representativos para determinação das Classes de Solos que constam na **Portaria Normativa IBAMA nº 84 de 1996**.

**Não foi possível acessar ou obter maiores detalhes sobre os perfis modais dos solos utilizados para determinação das classes da Portaria Normativa IBAMA nº 84/1996.**

- Ressalta-se que uma atualização completa das classes presentes na Portaria Normativa apenas seria adequada a partir da utilização dos dados analíticos e morfológicos utilizados naquela ocasião para a proposição da norma.



**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE  
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS  
RENOVÁVEIS - IBAMA**

## **Item 4 – Organismos do solo - mapeamento, caracterização e modelos de exposição**

Tabela 1 – Atualização proposta para as classes de solos descritas na Portaria Normativa IBAMA nº 84, de 15 de outubro de 1996 conforme a versão atual do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.

<b>Classificação anterior</b>	<b>Classificação atual</b>
Latossolo Vermelho Escuro, distrófico ou álico, A moderado textura média	Latossolo Vermelho Distrófico, A moderado, textura média
Latossolo Roxo distrófico ou álico, A moderado, textura argilosa	Latossolo Vermelho Distrófico, A moderado, textura argilosa
Glei Húmico, Tb, A proeminente, textura média	Gleissolo Melânico, textura média

## Item 4 – Organismos do solo - mapeamento, caracterização e modelos de exposição

Descrever os principais solos brasileiros, apresentando suas características (morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas), além de apresentar parâmetros/características do solo necessários à inserção nos **modelos matemáticos de exposição de agrotóxicos com vistas à Avaliação de Risco Ambiental.**

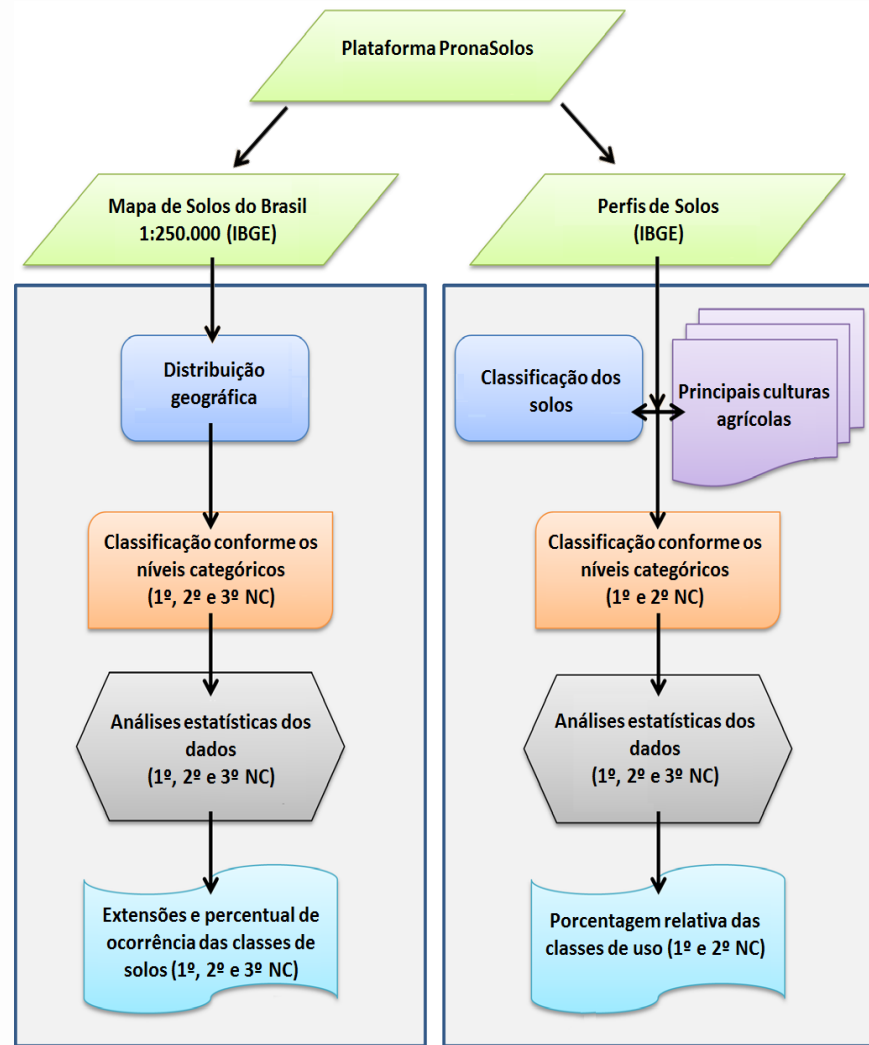
# Procedimentos Metodológicos

- A base de dados utilizados para delimitação da distribuição geográfica das classes de solos (Solos do Brasil – 1:250.000) **não contém** as informações sobre uso do solo.
- Para obtenção dessas informações foi necessária a análise dos dados de Perfis de Solos – IBGE.
- Ambas as fontes de dados estão disponíveis na plataforma PronaSolos (POLIDORO et al., 2016)



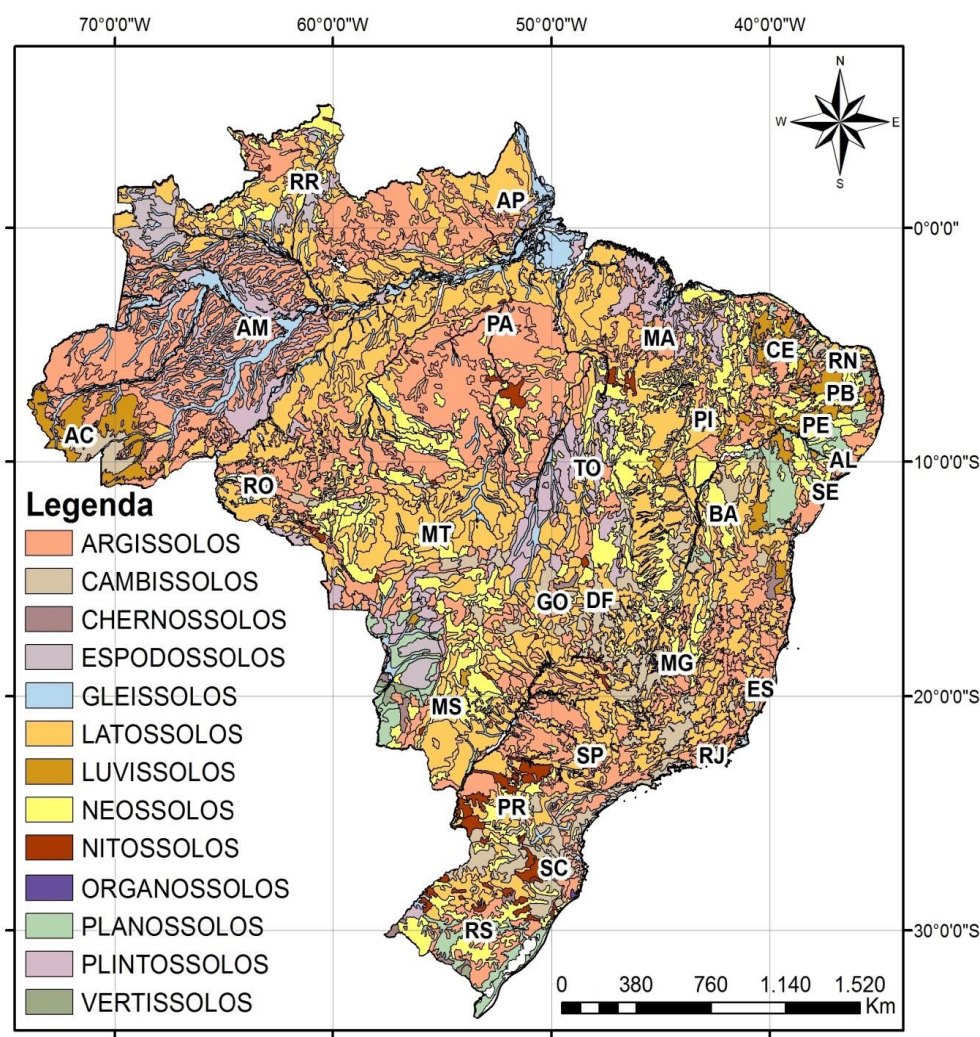
# Procedimentos Metodológicos

- Foi avaliada a relação entre os dados sobre uso da terra disponibilizados na Plataforma PronaSolos e as classes de solos (1º, 2º e 3º NC).
- A relação entre as classes de uso da terra e as classes de solos foi avaliada para todas as 13 classes de solos (SANTOS et al., 2018) considerando o 1º NC.
- Para análise mais detalhada (2º e 3º NC) foram analisados os dados referentes às cinco principais classes de solos, determinadas com base na representatividade e extensão geográfica.



# Resultados e Discussões

- A seguir serão apresentados e discutidos os dados sobre extensão e percentual de ocorrências das classes de solos no Brasil
- Na sequência as informações sobre uso e cobertura dos solos, considerando as principais culturas agrícolas (1º, 2º e 3º NC).



# Resultados e Discussões

## Distribuição geográfica dos solos brasileiros (1º Nível Categórico/Ordem)

Classes de solos (1º NC)	Área (km²)	%
Latossolos	2.797.173,4	32,90
Argissolos	2.390.287,9	28,15
Neossolos	1.138.118,8	13,40
Cambissolos	437.051,5	5,15
Plintossolos	426.462,1	5,02
Gleissolos	369.063,3	4,35
Luvissolos	238.409,8	2,81
Planossolos	196.311,4	2,31
Outras classes (Água, afloramentos rochosos, dunas)	188.546,0	2,22
Água	164.009,4	1,93
Espodossolos	144.591,6	1,70
Nitossolos	110.997,6	1,31
Chernossolos	27.468,2	0,32
Afloramentos Rochosos	20.004,8	0,24
Vertissolos	19.258,8	0,23
Organossolos	6.749,6	0,08
Dunas	4.531,8	0,05
Total	8.490.490,2	100

~80%



# Resultados e Discussões

## Distribuição geográfica dos solos brasileiros (2º Nível Categórico/Subordem)

Classes de solos (2º NC)	Área (km²)	%
Argissolos Vermelho-Amarelos	1.905.029,0	22,44
Latossolos Amarelos	1.074.865,0	12,66
Latossolos Vermelho-Amarelos	898.311,8	10,58
Latossolos Vermelhos	817.060,4	9,62
Neossolos Litólicos	564.423,3	6,65
Neossolos Quartzarênico	484.530,8	5,71
Cambissolos Háplicos	400.055,8	4,71
Gleissolos Háplicos	332.689,1	3,92
Argissolos Vermelhos	258.945,0	3,05
Argissolos Amarelos	219.917,8	2,59

~82%

Classes de solos (2º NC)	Área (km²)	%
Argissolos Vermelho-Amarelos	1.905.029,0	22,44
Latossolos Amarelos	1.074.865,0	12,66
Latossolos Vermelho-Amarelos	898.311,8	10,58
Latossolos Vermelhos	817.060,4	9,62
Neossolos Litólicos	564.423,3	6,65
Neossolos Quartzarênico	484.530,8	5,71
Cambissolos Háplicos	400.055,8	4,71
Gleissolos Háplicos	332.689,1	3,92
Argissolos Vermelhos	258.945,0	3,05
Argissolos Amarelos	219.917,8	2,59
Outras classes (Água, afloramentos rochosos, dunas)	188.546,0	2,22
Plintossolos Argilúvicos	187.404,1	2,21
Plintossolos Pétricos	178.816,3	2,11
Luvissolo Crômico	162.124,7	1,91
Planossolos Háplicos	151.780,7	1,79
Espodossolos Humilúvicos	114.648,5	1,35
Nitossolos Vermelhos	94.298,6	1,11
Luvissolo Háplico	76.285,1	0,90
Neossolos Flúvicos	59.916,8	0,71
Plintossolos Háplicos	60.241,7	0,71
Planossolos Nátricos	44.530,7	0,52
Cambissolos Húmicos	32.234,9	0,38
Espodossolos Ferri-Humilúvicos	29.250,1	0,34
Neossolos Regolíticos	29.247,8	0,34
Gleissolos Tiomórficos	17.678,7	0,21
Nitossolos Brunos	16.341,8	0,19
Chernossolos Argilúvicos	15.018,1	0,18
Gleissolos Melânicos	14.135,9	0,17
Chernossolos Ebânicos	7.738,9	0,09
Vertissolo Háplico	7.280,1	0,09
Latossolos Brunos	6.936,2	0,08
Organossolos Háplicos	5.921,8	0,07
Vertissolo Hidromórfico	6.089,5	0,07
Vertissolo Ebânico	5.889,1	0,07
Argissolos Bruno-Acinzentados	4.991,3	0,06
Cambissolos Flúvicos	4.760,8	0,06
Chernossolos Rêndzicos	4.441,6	0,05
Gleissolos Sálcos	4.559,5	0,05
Argissolos Acinzentados	1.404,9	0,02
Espodossolos Ferrilúvicos	693,0	0,01
Organossolos Tiomórficos	827,8	0,01
Chernossolos Háplicos	269,5	0
Nitossolos Háplicos	357,1	0
Total	8.490.490,2	100

# Resultados e Discussões

## Principais classes de uso e cobertura dos solos

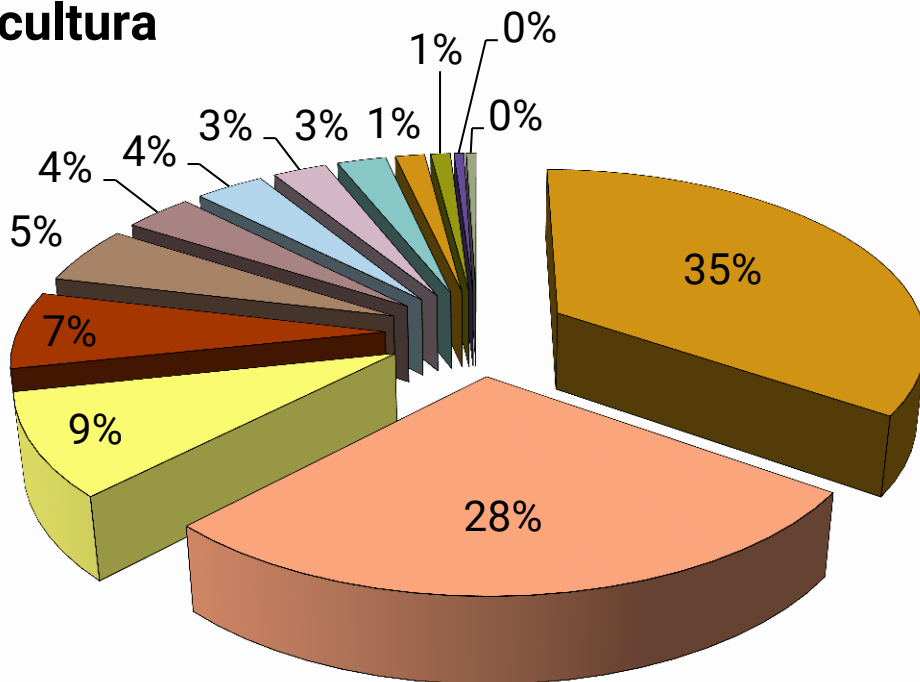
- Foram analisados todos os perfis de solos (4848 perfis) disponibilizados na Plataforma PronaSolos.
- Os perfis de solos com dados incompletos (ex. sem 2º ou 3º NC ) ou inconsistentes (ex. classificação do solo inexistente – SiBCS) foram excluídos para análise mais detalhada.

Classe de uso	Nº perfis	% relativa
Sem uso agrícola	1613	33,3
Pastagem/Pecuária	1450	29,9
Excluídos (dados incompletos ou inconsistentes)	1008	20,8
Agricultura	395	8,1
Extração Florestal	302	6,2
Mata/Vegetação primária ou secundária	80	1,7
Total	4848	100

# Resultados e Discussões

## Principais classes de uso e cobertura dos solos

### Agricultura



~84%

- LATOSSOLOS
- ARGISSOLOS
- NEOSSOLOS
- NITOSSOLOS
- CAMBISSOLOS
- CHERNOSSOLOS
- GLEISSOLOS
- PLINTOSSOLOS
- PLANOSSOLOS
- LUVISSOLOS
- ORGANOSSOLOS
- ESPODOSSOLOS
- VERTISSOLOS

# Resultados e Discussões

## Principais classes de solos (2ºNC) para classe de uso “Agricultura”

~79%

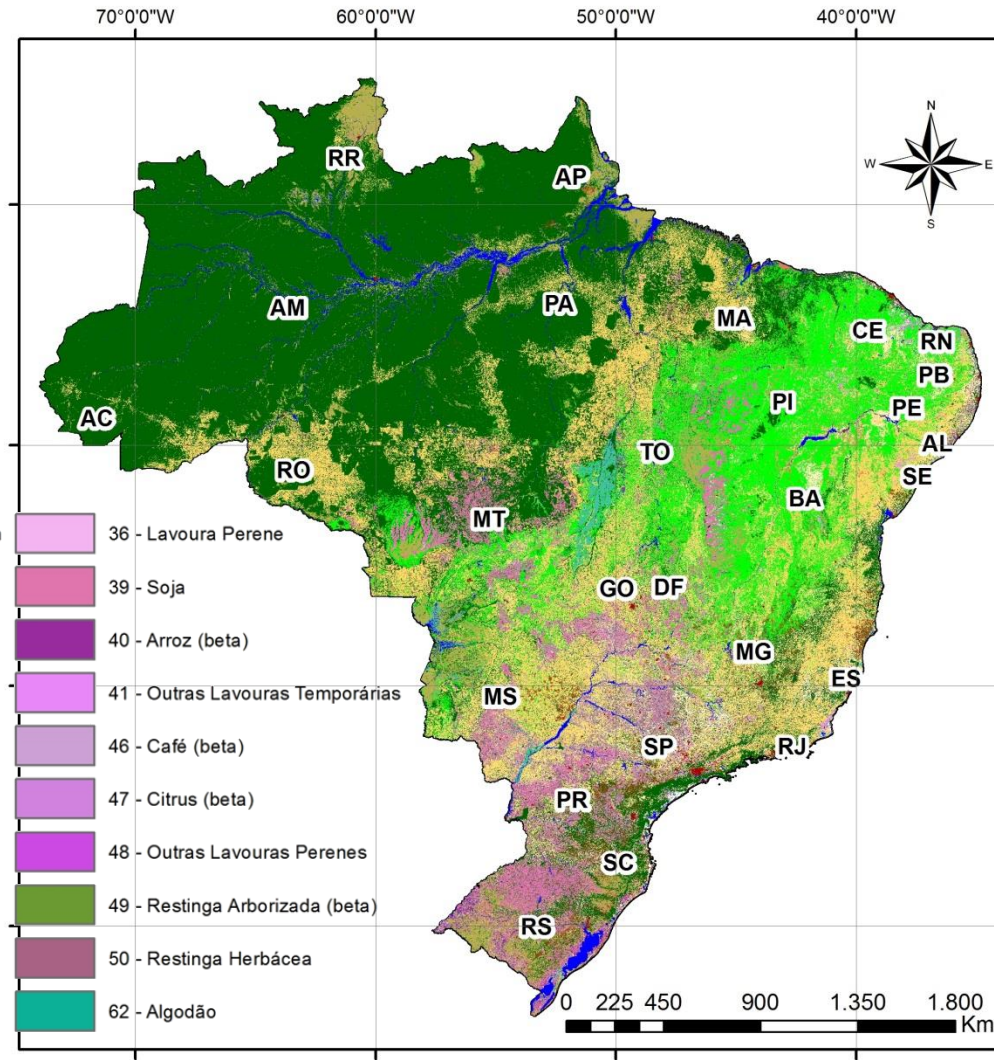
Classes de solos		Nº perfis	% relativa (Classe de Solo)	% relativa (Classe Agricultura)
1ºNC	2º NC			
LATOSSOLOS	VERMELHO	77	56,2	19,5
	AMARELO	39	28,5	9,9
	VERMELHO-AMARELO	18	13,1	4,6
	BRUNO	3	2,2	0,8
TOTAL		137	100	34,7
ARGISSOLOS	VERMELHO	41	37,6	10,4
	AMARELO	38	34,9	9,6
	VERMELHO-AMARELO	25	22,9	6,3
	BRUNO-ACINZENTADO	2	1,8	0,5
	ACINZENTADO	3	2,8	0,8
TOTAL		109	100	27,6
NEOSSOLOS	LITÓLICO	13	31,4	3,3
	FLÚVICO	11	37,1	2,8
	REGOLÍTICO	6	17,1	1,5
	QUARTZARÊNICO	5	14,3	1,3
TOTAL		35	100	8,9
NITOSSOLOS	VERMELHO	20	71,4	5,1
	BRUNO	5	17,9	1,3
	HÁPLICO	3	10,7	0,8
TOTAL		28	100	7,1
CAMBISSOLOS	HÁPLICO	17	81,0	4,3
	FLÚVICO	4	19,0	1,0
TOTAL		21	100	5,3

# Resultados e Discussões

## Principais culturas agrícolas - MapBiomias v.3.0 (2022)

### Legenda

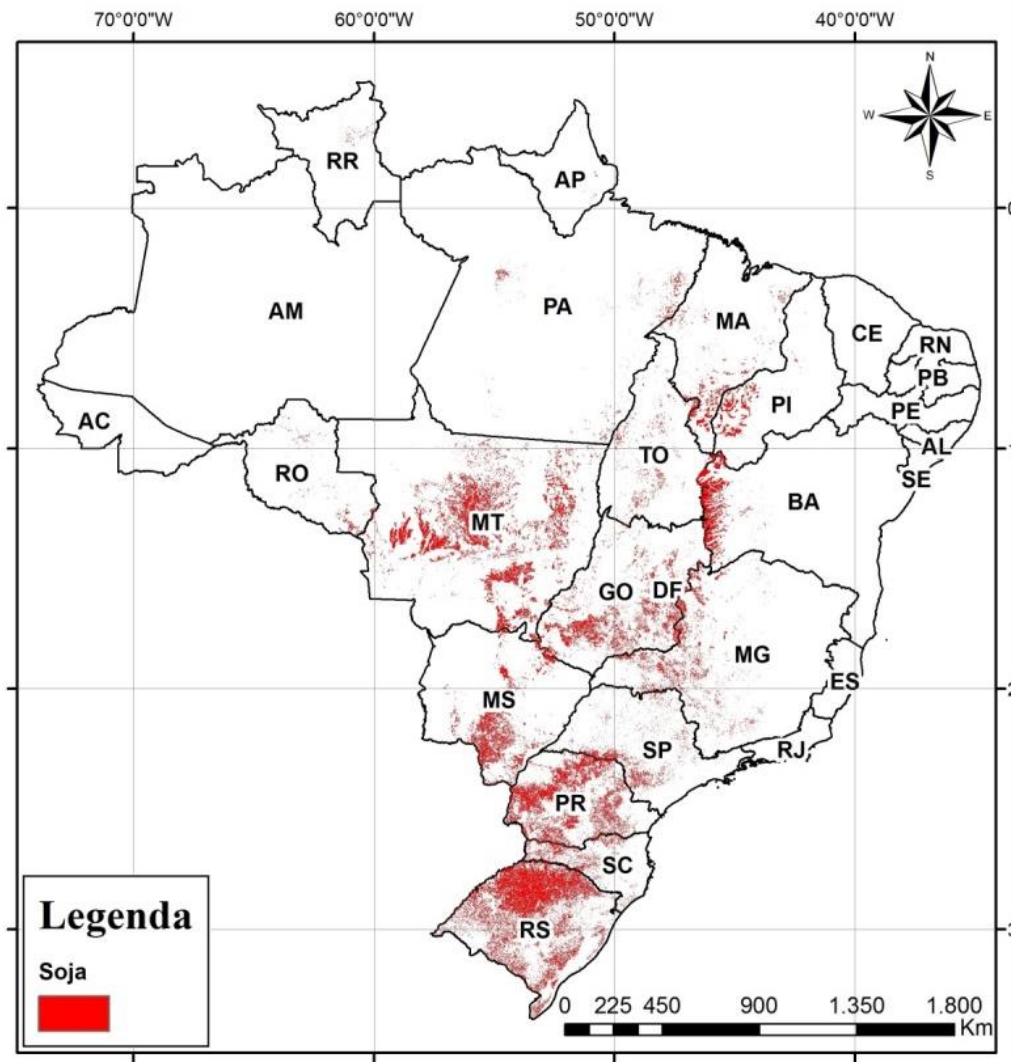
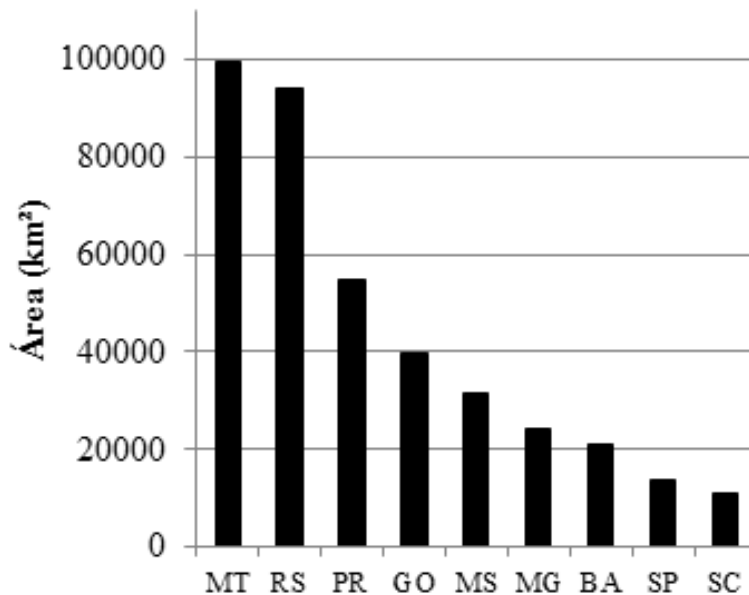
MapBiomias Coleção 7



# Resultados e Discussões

## Principais culturas agrícolas - MapBiomas v.3.0 (2022)

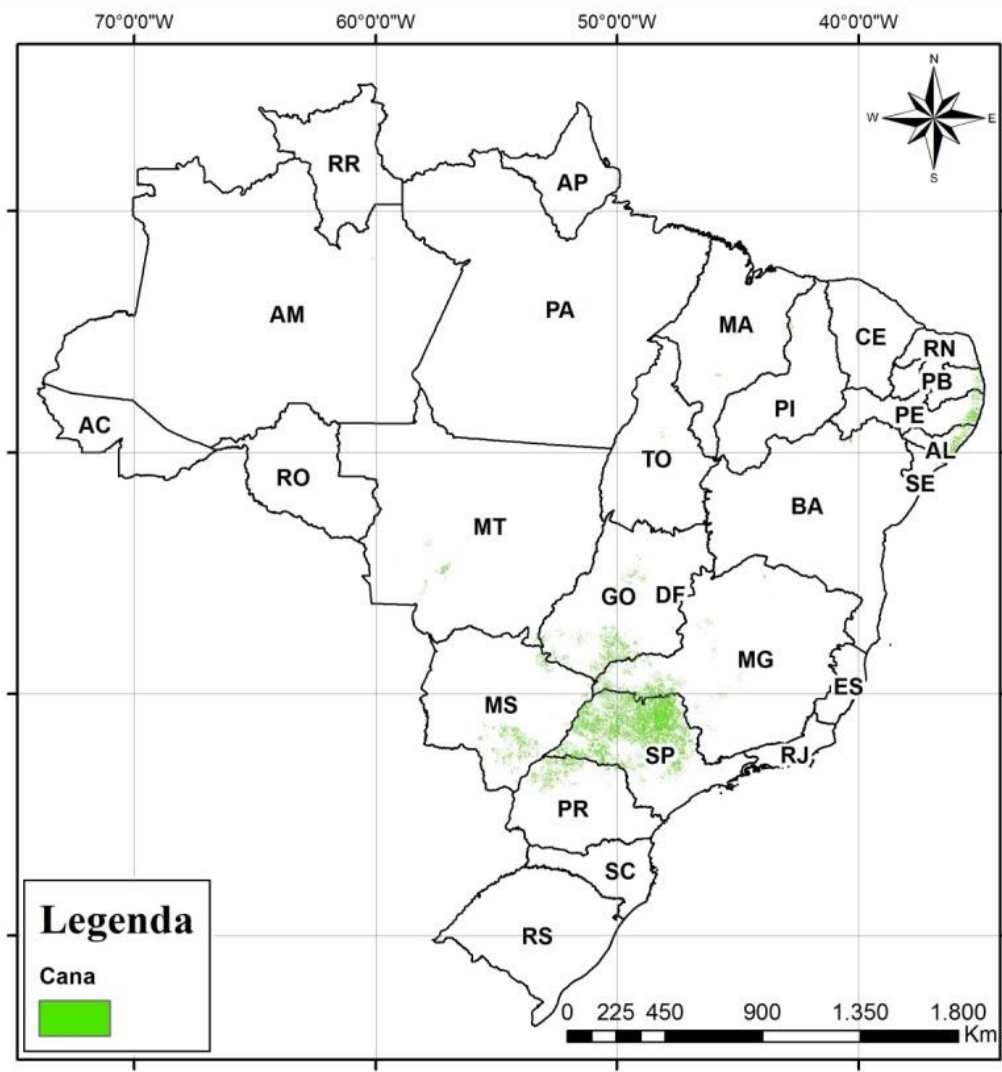
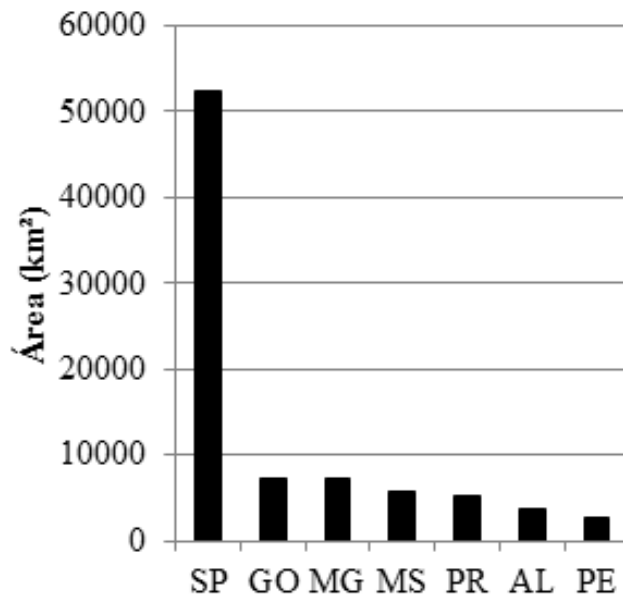
- **Soja** (*Glycine max* (L.) Merr)



# Resultados e Discussões

## Principais culturas agrícolas - MapBiomas v.3.0 (2022)

- **Cana-de-açúcar** (*Saccharum spp*)

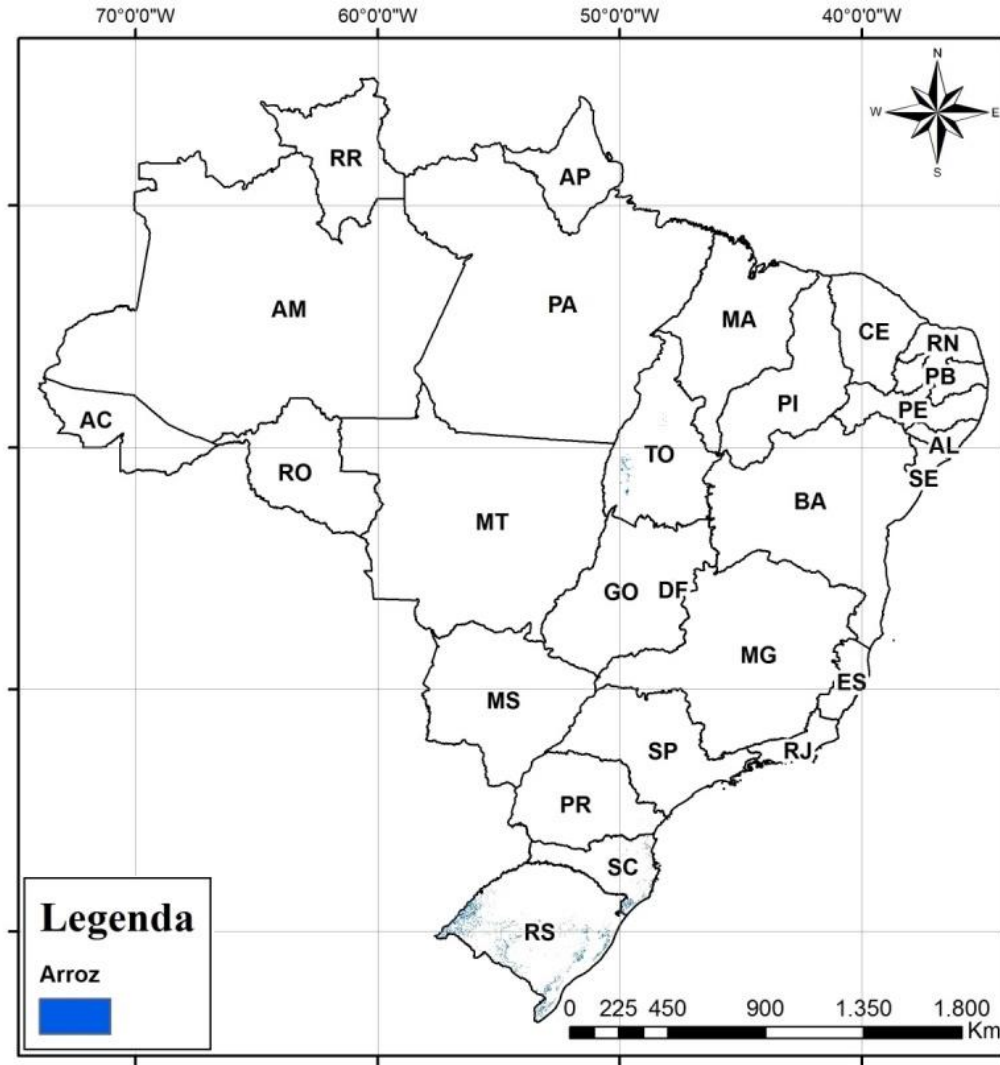
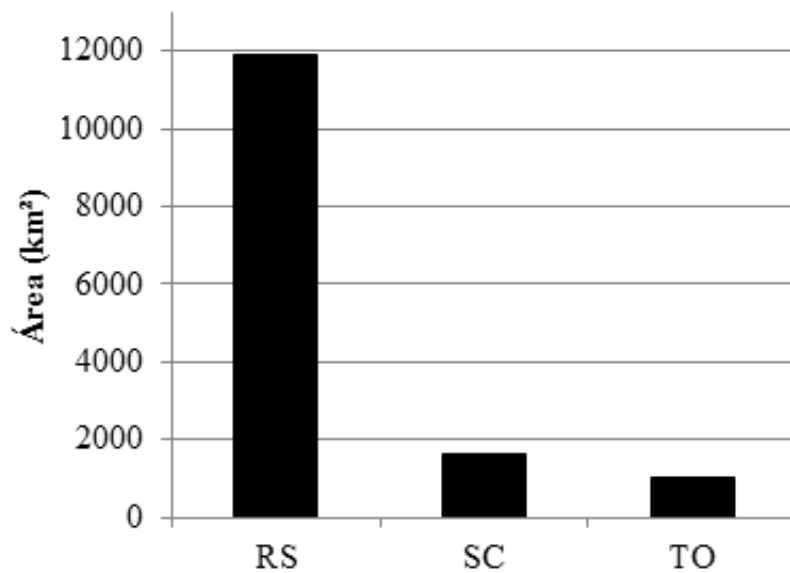




# Resultados e Discussões

## Principais culturas agrícolas - MapBiomas v.3.0 (2022)

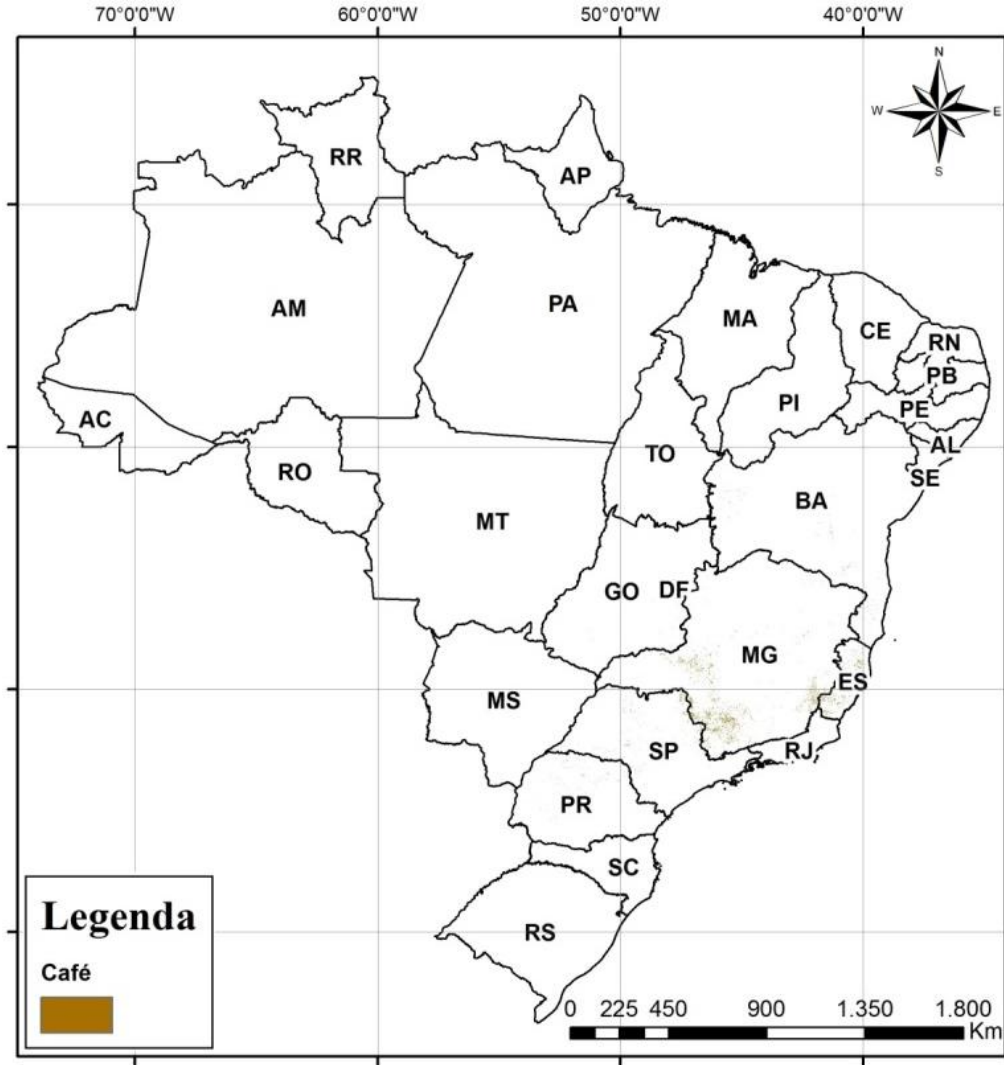
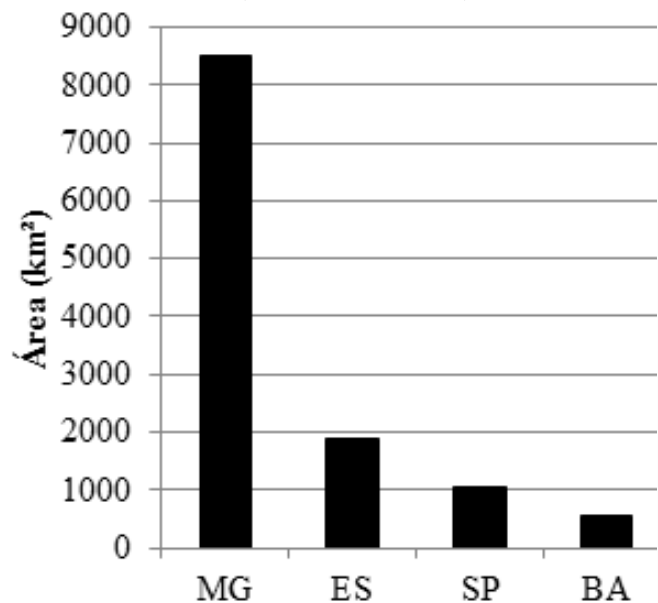
- **Arroz** (*Oryza sativa*)



# Resultados e Discussões

## Principais culturas agrícolas - MapBiomas v.3.0 (2022)

- **Café** (*Coffea sp.*)



## Item 4.1.1 - Organismos do solo - mapeamento, caracterização e modelos de exposição

Para determinação dos parâmetros/características do solo necessários à inserção nos modelos matemáticos foram avaliadas as informações disponibilizadas na plataforma **PronaSolos** (POLIDORO et al., 2016), através dos Perfis de Solos do **IBGE** e dados do Banco de Dados Hidrofísico de Solos Brasileiros – **HYBRAS 1.0** (OTTONI et al., 2018).



## Item 4.1.1 - Organismos do solo - mapeamento, caracterização e modelos de exposição

Tabela: Estrutura das informações - solos

CLASSE DO SOLO	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS (cor, textura, estrutura*, etc)	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (densidade*, porosidade, permeabilidade*, fluxo de água, temperatura, etc.)	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS (teor de carbono*, teor de matéria orgânica*, pH*, teor de nutrientes, condutividade elétrica, atividade da fração argila, quantidade e proporção de bases trocáveis, caráter eutrófico, distrófico, ácrico, aluminico, eutrítico, sódico, solódico, salino, sálico, carbonático, carbonato, etc)	CARACTERÍSTICAS MINERALÓGICAS (caráter vértico, superfície de fricção, Gilgai, teor de óxidos de ferro, etc.)	ALTITUDE	CARACTERÍSTICAS DOS PRINCIPAIS HORIZONTES DO SOLO (mudança textural abrupta, caráter argilúvico, flúvico, lítico, lítico fragmentário, plântico, eiaquico, etc.)	PREDOMINÂNCIA GEOGRÁFICA (percentual de distribuição no Brasil)	CULTURAS AGRÍCOLAS RELACIONADAS
----------------	--	---	--	---	----------	--	---	---------------------------------

\* Deve obrigatoriamente constar nos dados

## Item 4.1.1 - Organismos do solo - mapeamento, caracterização e modelos de exposição

Atributos de solos do edital		Nº de perfis	% relativa
Distribuição geográfica		4848	100
Culturas agrícolas relacionadas		4848	100
Altitude		4848	100
Classificação dos solos	1º NC	4848	100
	2º NC	4848	100
	3º NC	4848	100
	4º NC	4486	92,5
Características morfológicas	Cor	3418	70,5
	Textura	4558	94
	Estrutura*	0	0
Características físicas	Densidade*	1075	0
	Porosidade	1075	0
	Permeabilidade*	0	0
	Fluxo de água	0	0
	Temperatura	0	0

## Item 4.1.1 - Organismos do solo - mapeamento, caracterização e modelos de exposição

	Atributos de solos do edital	Nº de perfis	% relativa
Características químicas	Teor de Carbono*	4702	97
	Teor de Matéria Orgânica*	4702	97
	pH*	4800	99
	Teor de Nutrientes (CTC)	4654	96
	Condutividade Elétrica	5	0,1
	Atividade da Fração Argila	0	0
	Quantidade e Proporção De Bases Trocáveis (Soma de Bases)	4780	98,6
	Caráter Eutrófico	4654	96
	Caráter Distrófico	4654	96
	Caráter Ácrico	0	0
	Caráter Alumínico	0	0
	Caráter Êutrico	0	0
	Caráter Sódico	0	0
	Caráter Solódico	0	0
	Caráter Salino	0	0
	Caráter Sáfico	0	0
	Caráter Carbonático	0	0
	Caráter Carbonato	0	0

## Item 4.1.1 - Organismos do solo - mapeamento, caracterização e modelos de exposição

Atributos de solos do edital		Nº de perfis	% relativa
Características mineralógicas	Caráter Vértico	0	0
	Superfície De Fricção	0	0
	Gilgai	0	0
	Teor De Óxidos De Ferro	3005	62
Características dos principais horizontes do solo	Mudança Textual Abrupta	2516	51,9
	Caráter Argilúvico	0	0
	Caráter Flúvico	0	0
	Caráter Lítico	0	0
	Carater Lítico Fragmentário	0	0
	Caráter Plântico	0	0
	Eiáquico	0	0



## Item 4.1.1 - Organismos do solo - mapeamento, caracterização e modelos de exposição

Tabela: Estrutura das informações - solos

CLASSE DO SOLO	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS (cor, textura, estrutura*, etc)	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (densidade*, porosidade, permeabilidade*, fluxo de água, temperatura, etc.)	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS (teor de carbono*, teor de matéria orgânica*, pH*, teor de nutrientes, condutividade elétrica, atividade da fração argila, quantidade e proporção de bases trocáveis, caráter eutrófico, distrófico, ácrico, aluminico, eutróico, sódico, solódico, salino, sálico, carbonático, carbonato, etc)	CARACTERÍSTICAS MINERALÓGICAS (caráter vértico, superfície de fricção, Gilgai, teor de óxidos de ferro, etc.)	ALTITUDE	CARACTERÍSTICAS DOS PRINCIPAIS HORIZONTES DO SOLO (mudança textural abrupta, caráter argilúvico, flúvico, lítico, lítico fragmentário, plântico, eiaquico, etc.)	PREDOMINÂNCIA GEOGRÁFICA (percentual de distribuição no Brasil)	CULTURAS AGRÍCOLAS RELACIONADAS
	54%	40%	38%	15%	100%	7%	100%	100%

\* Deve obrigatoriamente constar nos dados

## Limitações e Restrições Técnicas para Estudos Futuros

- **Plataforma Pronasolos (POLIDORO et al., 2016)**

Perfis de solos **sem dados** sobre o 3º NC

**Inconsistências** com relação à classificação

- **Monitoramento da Cobertura e Uso da Terra do Brasil (2016-2018)**  
**disponibilizado por IBGE (2020)**

Não é possível determinar quais as principais culturas agrícolas, Dados disponibilizados apresentam **classes generalizadas** (mosaico de ocupação...) às quais não permitem identificar as principais culturas agrícolas.

Os mapeamentos de solos executados no Brasil apresentam caráter **exploratório** ou de **reconhecimento** (1:1.000.000 a 1:250.000), focados para ordenamento territorial

## Limitações e Restrições Técnicas para Estudos Futuros

- **Plataforma MapBiomas (PROJETO MAPBIOMAS, 2022)**

Restrições para processamento computacional: Tamanho dos arquivos referentes aos mapas de cobertura e uso da terra superior a **20GB**.

- **HYBRAS 1.0 (OTTONI et al., 2018)**

**Baixa representatividade** de solos com:

- I. Alto teor de matéria orgânica ( $>6\%$ );
- II. Baixo volume de densidade ( $<0,8 \text{ g cm}^{-3}$ );
- III. Alto teor de silte ( $> 50\%$ ).

## Limitações e Restrições Técnicas para Estudos Futuros

É necessário destacar a ausência de informações relativas à **estrutura** e **permeabilidade** dos solos.

Em todas as bases de dados avaliadas (Plataforma PronaSolos, Base de Dados da Pesquisa Agropecuária, Banco de Dados de Informações Ambientais, Repositório de Dados do Solo Brasileiro, MapBiomas Brasil Coleção 7 e Banco de Dados Hidrofísico de Solos Brasileiros) não foram identificadas maiores detalhes sobre os atributos em questão.

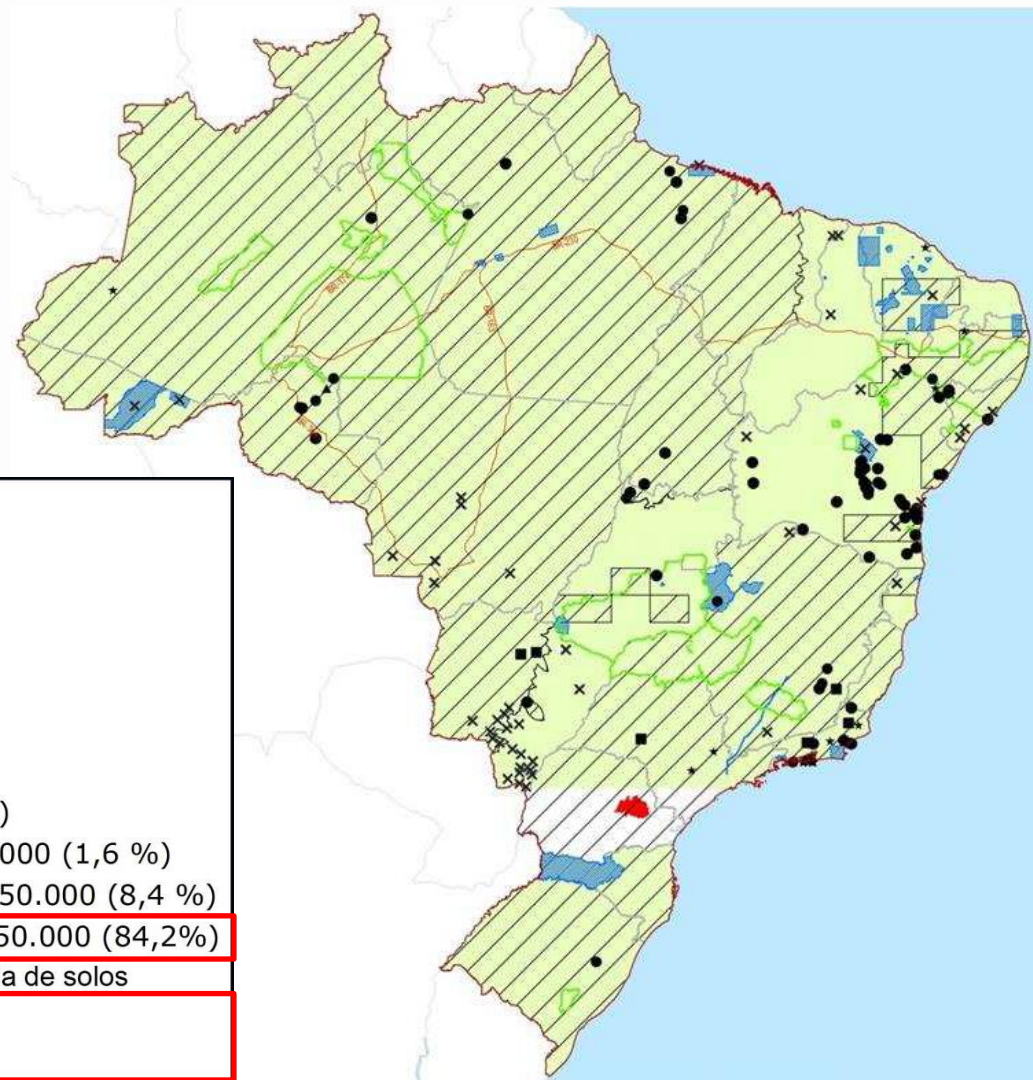
Neste sentido não é possível atender, de forma completa, o que pede o edital no item 4.1.1 'Tabela 1 – Estrutura das informações – solos'

# Limitações e Restrições

## Técnicas para Estudos Futuros

### Níveis de levantamentos:

- ★ Detalhado
- Semidetalhado
- Reconhecimento de alta intensidade
- ▲ Reconhecimento de média intensidade
- × Reconhecimento
- Detalhado > ou = 1:20.000 (0,0003 %)
- Municípios Semidetalhado > ou = 1:50.000 (0,11 %)
- Reconhecimento Alta Intensidade 1:50.000 a 1:100.000 (1,6 %)
- Reconhecimento Media Intensidade 1:100.000 a 1:250.000 (8,4 %)
- Reconhecimento Baixa Intensidade 1:250.000 a 1:750.000 (84,2%)
- Estudos exploratórios para fins de de classificação e legenda de solos
- Exploratório 1:750.000 a 1:2.500.000 (94%)
- Esquemático < ou = 1:1.000.000 (100%)

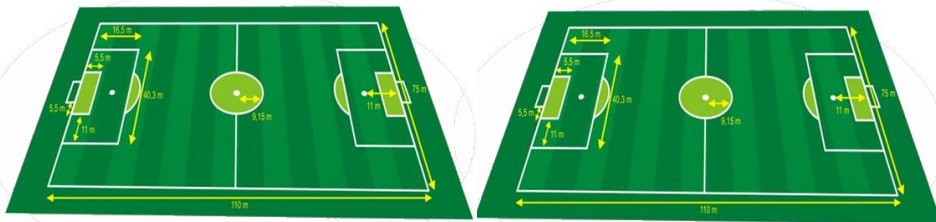


## Limitações e Restrições Técnicas para Estudos Futuros

**Área Mínima Mapeável**  
(Menor dimensão no mapa de solos)

Escala do Mapa	Área (ha)
1:1.000.000	4000
1:750.000	2250
1:500.000	1000
1:100.000	40
1:50.000	10
1:20.000	1,6
1:10.000	0,4

## 2 Campos de Futebol



Luís Eduardo Magalhães/BA

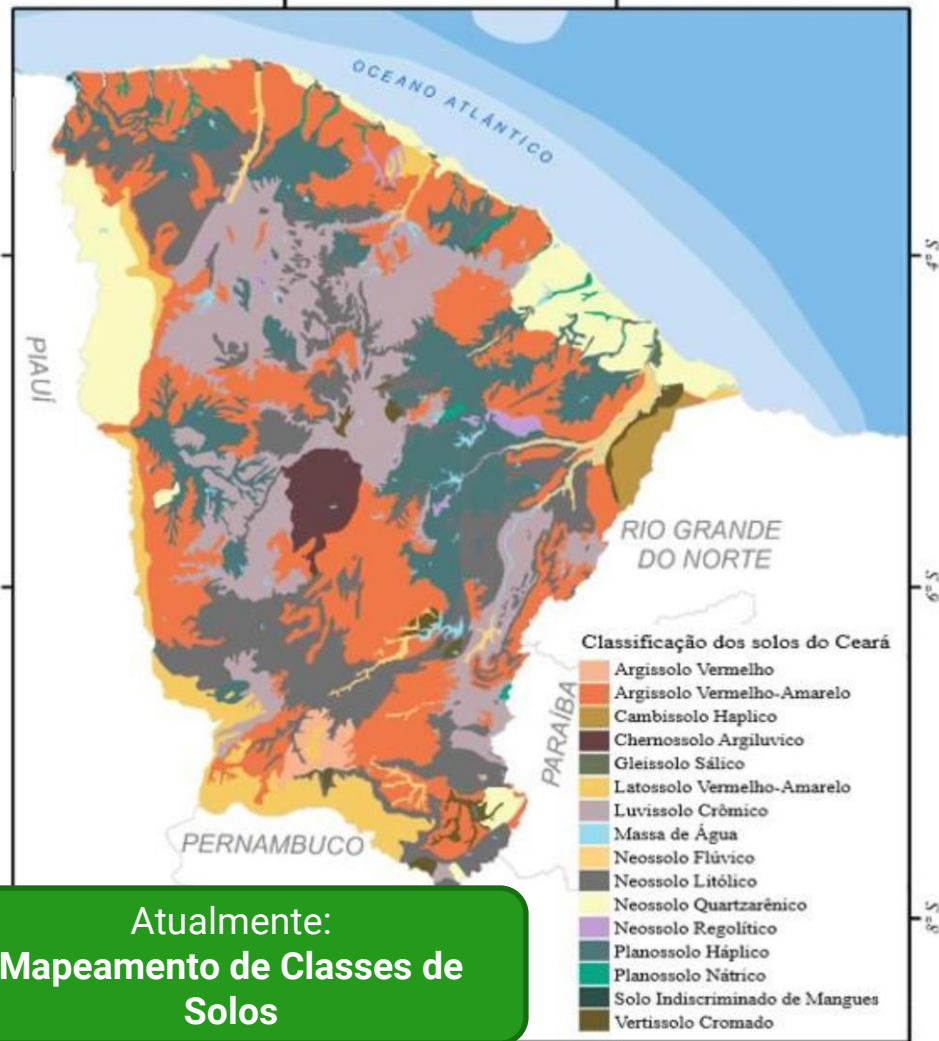


## Balneário Camboriú/SC





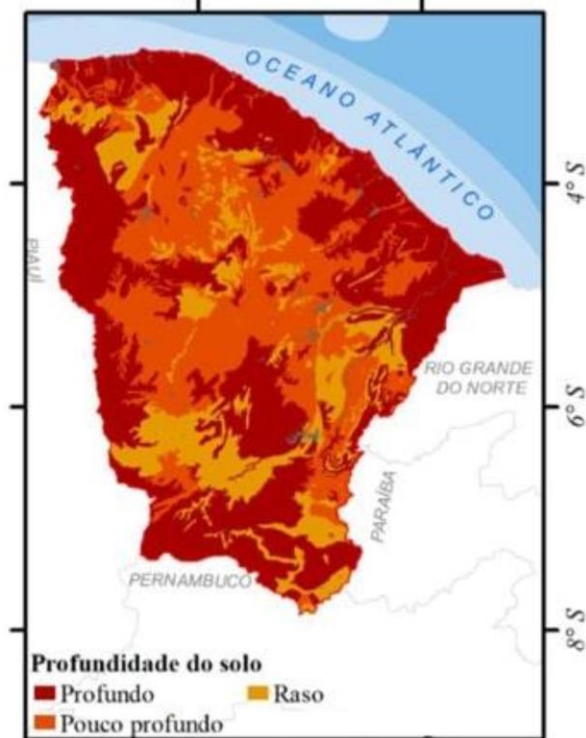
a)



Atualmente:  
Mapeamento de Classes de Solos

Ideal (Futuramente)  
Mapeamento de Propriedades do Solo

b)



## Considerações Finais

- Em nível internacional o Brasil é reconhecido por significativos avanços em estudos sobre solos e sistemas de manejo agrícola.
- Estudos complementares são fundamentais para obtenção de informações mais detalhadas sobre as propriedades dos solos e sua distribuição geográfica.

**AGRICULTURA,  
O BRAÇO FORTE DO  
NOSSO BRASIL!**

Dia Mundial da **Agricultura**  
20 de Março





## Considerações Finais

- ✓ Este relatório visa contribuir para futuros estudos relacionados a solos em relação às classes de uso e cobertura da terra no Brasil.
- ✓ Todas as informações foram obtidas a partir de bases de dados e programas computacionais de livre acesso, o que permite a réplica futura de todos os dados e análises apresentadas.

# Referências

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Mapa de solos do Brasil (1:5.000.000). Rio de Janeiro, 1981. (Escala 1:5.000.000).

EMBRAPA. Bases de Dados da Pesquisa Agropecuária – BDP@. 2022. Disponível em: <<https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/>>. Acesso em 15 out. de 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Mapeamento de Recurso Naturais do Brasil. Escala 1:250.000. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: < [https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes\\_ambientais/pedologia/vetores/escala\\_250\\_mil/DOCUMENTACAO\\_TECNICA\\_MRN.pdf](https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/pedologia/vetores/escala_250_mil/DOCUMENTACAO_TECNICA_MRN.pdf)>. Acesso em 03 mai. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Banco de Dados de Informações Ambientais (BDiA). Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <<https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/geologia>>. Acesso em: 18 abr. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Monitoramento da cobertura e uso da terra do Brasil 2016-2018. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 27p. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101703.pdf>>. Acesso em 13 abr. 2022.

IBGE - EMBRAPA - Mapa de Solos do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2001 - Escala 1:5.000.000.

OTTONI, M.V.; OTTONI FILHO, T.B.; SCHAAP, M.G.; LOPES-ASSAD, M.L.R.C.; ROTUNNO FILHO, O.C. Hydrophysical database for Brazilian soils (HYBRAS) and pedotransfer functions for water retention. Vadose Zone.v,17, 170095. 2018.

POLIDORO, J.C.; BREFIN, M.L.M.S.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; CARVALHO FILHO, A.; MOTTA, P.E.F.; CARVALHO JUNIOR, W.; ARAUJO FILHO, J.C.; CURCIO, G.R.; CORREIA, J.R.; MARTINS, E.S.; SPERA, S.T.;

PROJETO MAPBIOMAS (Coleção 7 da série anual de mapas de uso e cobertura da terra do Brasil). 2022. Disponível em: < <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/>>. Acesso em 19 set. 2022.

SAMUEL-ROSA, A.; HORST, T. febr: Data Repository of the Brazilian Soil. R package v. 1.9.9, 2022. Disponível em: <<https://github.com/laboratorio-de-pedometria/febr-package/>>. Acesso em 14 abr. 2022.

SANTOS, H. G. dos; CARVALHO JUNIOR, W. de; DART, R. de O.; AGLIO, M. L. D.; SOUSA, J. S. de; PARES, J. G.; FONTANA, A.; MARTINS, A. L. da S.; OLIVEIRA, A. P. de. O novo mapa de solos do Brasil: legenda atualizada. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 67 p. (Embrapa Solos. Documentos, 130.) 1 mapa, color. Escala 1:5.000.000. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/123772/1/DOC-130-O-novo-mapa-de-solos-do-Brasil.pdf>>. Acesso em 19 set. 2022.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2018. 355p. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/181677/1/SiBCS-2018-ISBN-9788570358172.epub>>.



# 1º WORKSHOP SOBRE BASES TÉCNICO-CIENTÍFICAS DA AVALIAÇÃO DE RISCO AMBIENTAL DE AGROTÓXICOS

14 E 15 DE FEVEREIRO DE 2023  
EVENTO GRATUITO - VIRTUAL

Apoio:



MINISTÉRIO DA  
JUSTIÇA E  
SEGURANÇA PÚBLICA



UNIVERSIDADE FEDERAL  
DE SANTA CATARINA



UDESC  
UNIVERSIDADE  
DO ESTADO DE  
SANTA CATARINA



PPGEAN  
Programa de Pós-graduação em  
Ecossistemas Agrícolas e Naturais



LABORATÓRIO  
DE GEOMÁTICA



# OBRIGADO !

## Dados para contato

Prof. Dr. Alexandre ten Caten  
[ten.caten@ufsc.br](mailto:ten.caten@ufsc.br)  
(49) 2122-0319

Dr. Gustavo Eduardo Pereira  
[gustavo.ep@posgrad.ufsc.br](mailto:gustavo.ep@posgrad.ufsc.br)  
(49) 99985-4082





# 1º WORKSHOP SOBRE BASES TÉCNICO-CIENTÍFICAS DA AVALIAÇÃO DE RISCO AMBIENTAL DE AGROTÓXICOS

**Clara Wandenkolck Silva Aragão**

Analista Ambiental

Coordenação de Avaliação de Agrotóxicos- COAVA/ IBAMA

Brasília, 15 de fevereiro de 2023

Apoio:



MINISTÉRIO DA  
JUSTIÇA E  
SEGURANÇA PÚBLICA





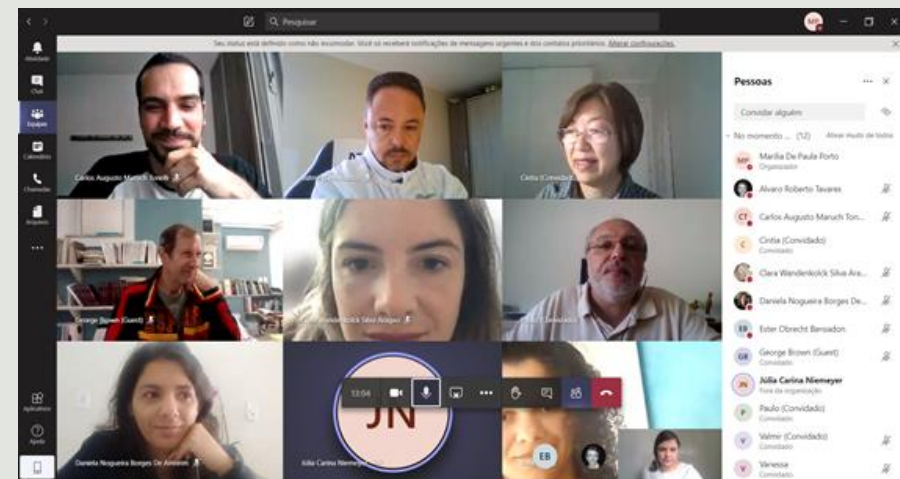


# Grupo Técnico de Avaliação de Risco Ambiental para Organismos dos solos



# Grupo Técnico de Avaliação de Risco Ambiental para Organismos dos solos

Clara Wandenkolk – Ibama  
Marília Porto – Ibama  
Carlos Tonelli – Ibama  
Valmir Rocha – Ibama  
Jhon Chagas – Ibama  
Daniel Leão – Ibama  
Vicente Arcela – Ibama  
Cinthia Niva – Embrapa Cerrados  
George Brown – Embrapa Florestas  
Osmar Klauberg – UDESC  
Julia Niemeyer – UFSC  
Vanessa Oliveira – UFT  
José Paulo Sousa – Universidade de Coimbra



# Grupo Técnico de Avaliação de Risco Ambiental para Organismos dos solos

---

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE APOIO AO ENSINO PESQUISA  
E EXTENSÃO DO CAV (FIEPE/CAV)



# Introdução

---

- 1) Objetivos de Proteção Geral e Específicos para ARA de agrotóxicos de organismos dos solos
- 2) Expectativas da ARA de Agrotóxicos para Organismos do Solo, no âmbito do projeto FDD





# Objetivos de Proteção Geral e Específicos para ARA de agrotóxicos de organismos dos solos

# Objetivos de Proteção Geral e Específicos para Organismos dos solos

1

## Avaliação de Risco Ambiental de Agrotóxicos

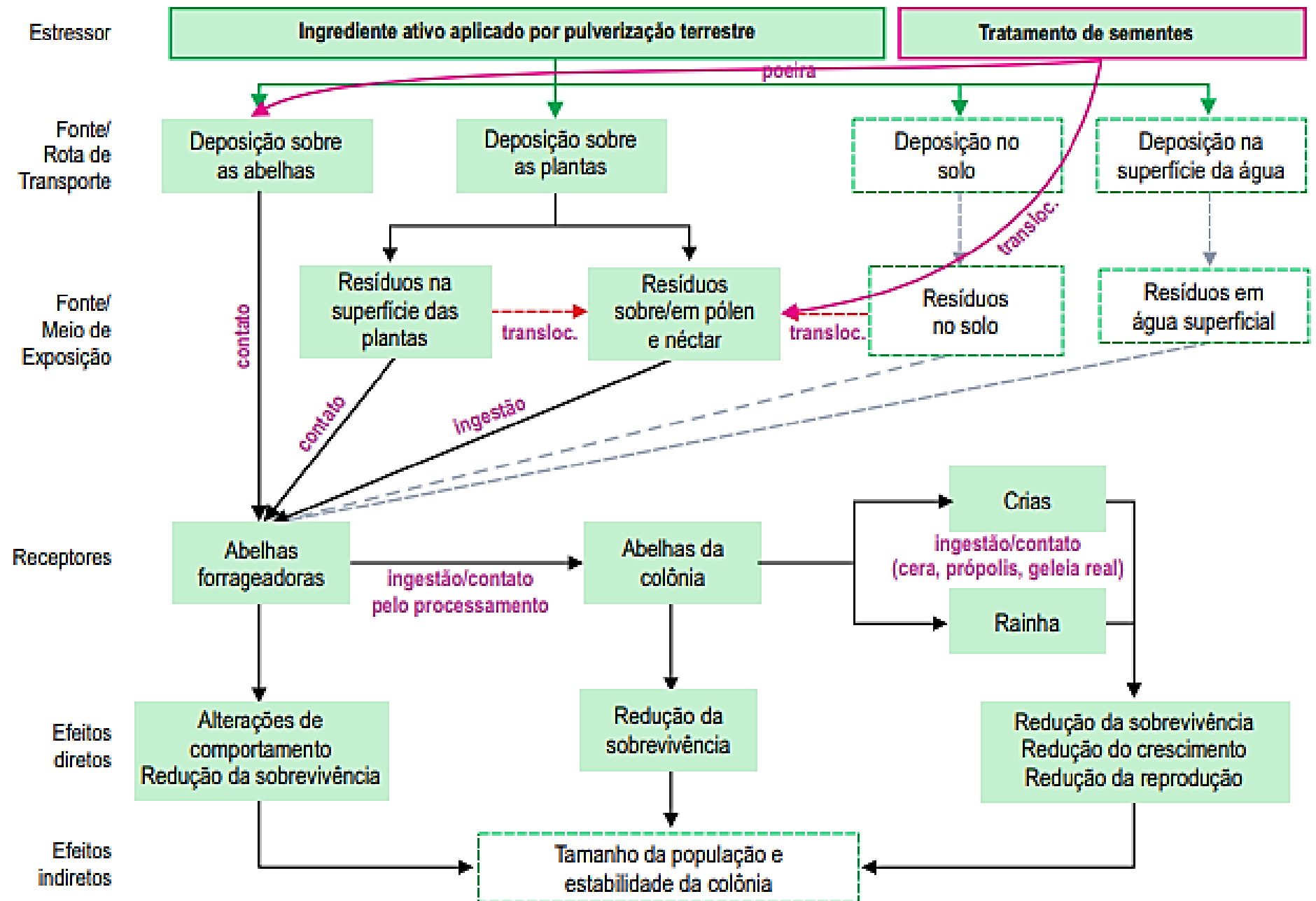
- **Formulação do problema:**

é a etapa da avaliação de risco ambiental na qual é estabelecida a hipótese de risco e o plano de avaliação dessa hipótese.

representação  
esquemática

**Diagrama  
conceitual**

A Figura 10 apresenta o seguinte exemplo de diagrama conceitual:



**Figura 10**  
Exemplo de diagrama conceitual.

# Objetivos de Proteção Geral e Específicos para Organismos dos solos

---

1

1. O que se precisa proteger ?
2. Onde proteger ?
3. Em que período de tempo proteger ?

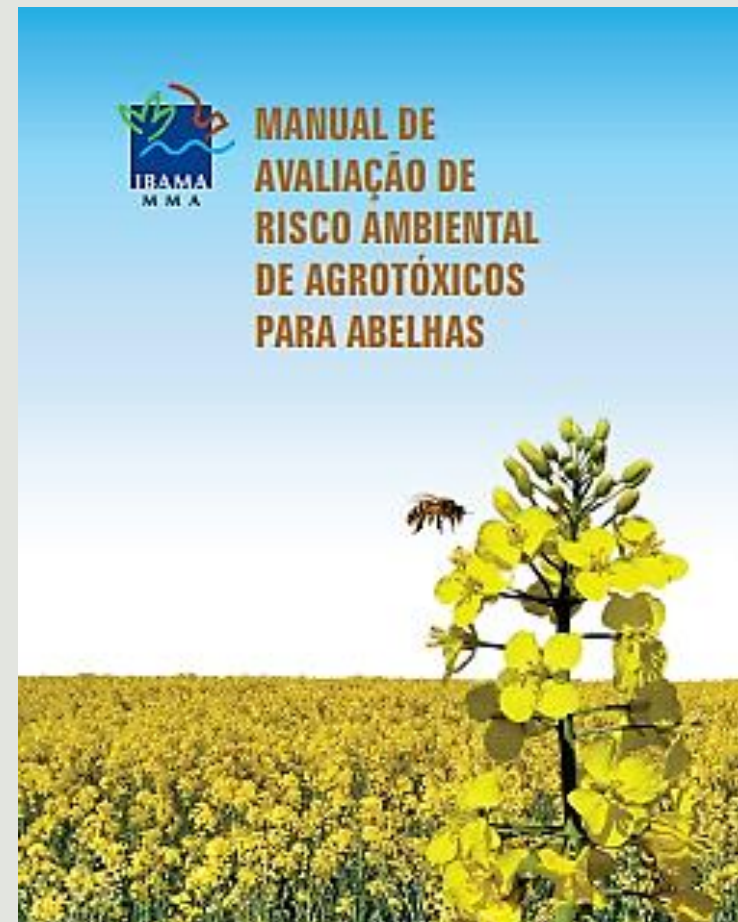
# Objetivos de Proteção Geral e Específicos para Organismos dos solos

1

## Definição

### Objetivo de proteção geral (OPG):

reflete os valores da sociedade e define o que proteger, onde proteger e durante quanto tempo proteger, de modo a guiar o desenvolvimento da avaliação de risco





# Objetivos de Proteção Geral e Específicos para Organismos dos solos

1

## Definição

### Objetivo de proteção Específico (OPE):

É a conexão entre o OPG e os procedimentos práticos de avaliação de risco. É composto das seguintes dimensões: as **entidades ecológicas** que necessitam ser protegidas, os **atributos ou funções** desses organismos, bem como a **magnitude** e a **escala temporal e espacial dos efeitos** sobre esses atributos ou funções que podem ser tolerados sem impactar o objetivo de proteção geral e o grau requerido de certeza, com o qual o objetivo de proteção definido deve ser alcançado.



# Objetivos de Proteção Geral e Específicos para Organismos dos solos

1

Tabela 1 - Objetivos de proteção gerais e específicos para abelhas?

Requisito legal	Serviço ecossistêmico relacionado	Organismos	Objetivo de Proteção Específico (DPE)	Entidade ecológica	Atributo a ser medido	Magnitude de efeito aceitável	Escala espacial	Escala temporal
Conservação pelo valor dos produtos da colônia	Provisão de alimento	<i>Apis mellifera</i> Meliponíneos	Efeitos não devem comprometer a viabilidade da colônia	colônia	Sobrevivência, vigor e produção de produtos da colônia	Até 20% de redução estatisticamente detectável em todos os atributos quando comparado ao controle	Dentro e fora da área cultivada	Dois ciclos, avaliados em cada um dos estágios de desenvolvimento
Promover a conservação dos polinizadores na agricultura e ecossistemas relacionados;	Polinização	<i>Apis mellifera</i> Abelhas nativas	Efeitos não devem comprometer a viabilidade da colônia	colônia	Tamanho da colônia, vigor e comportamento de forrageamento			
Manter os serviços de polinização								
Preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do País;	Provisão de Recursos genéticos/ biodiversidade	Espécies nativas sociais	Efeitos não devem comprometer a viabilidade da colônia	colônia	Sobrevivência, tamanho da colônia, vigor e reprodução	(lacuna de dados)		
Manter populações viáveis de espécies em seu meio natural;		Espécies nativas solitárias	-	(lacuna de dados)	Sobrevivência, tamanho da população (lacuna de dados), vigor e reprodução			
Garantir e promover a capacidade de reprodução sexuada e cruzada dos organismos			(lacuna de dados)	(lacuna de dados)	(lacuna de dados)			



# Objetivos de Proteção Geral e Específicos para Organismos dos solos

1

Tabela 1 - Objetivos de proteção gerais e específicos para abelhas<sup>2</sup>.

Requisito legal	Serviço ecossistêmico relacionado	Organismos	Objetivo de Proteção Específico (OPE)	Entidade ecológica	Atributo a ser medido	Magnitude de efeito aceitável	Escala espacial	Escala temporal
Conservação pelo valor dos produtos da colônia	Provisão de alimento	<i>Apis mellifera</i> Meliponíneos	Efeitos não devem comprometer a viabilidade da colônia	colônia	Sobrevivência, vigor e produção de produtos da colônia	Até 20% de redução estatisticamente detectável em todos os atributos quando comparado ao controle	Dentro e fora da área cultivada	Dois ciclos, avaliados em cada um dos estágios de desenvolvimento



# Objetivos de Proteção Geral e Específicos para Organismos dos solos

1



## SCIENTIFIC OPINION

ADOPTED: 15 December 2016

doi: 10.2903/j.efsa.2017.4690

### **Scientific Opinion addressing the state of the science on risk assessment of plant protection products for in-soil organisms**

Aplicar Zoom

# Objetivos de Proteção Geral e Específicos para Organismos dos solos



REQUISITO LEGAL	CATEGORIA DO SERVIÇO	SERVIÇO ECOSISTÊMICO RELACIONADO	ORGANISMOS	OBJETIVO DE PROTEÇÃO ESPECÍFICO (OPE)	ENTIDADE ECOLÓGICA	MAGNITUDE DE EFEITO ACEITÁVEL/ ESCALA TEMPORAL	ATRIBUTO A SER MEDIDO	ESCALA ESPACIAL
-----------------	----------------------	----------------------------------	------------	---------------------------------------	--------------------	--	-----------------------	-----------------

# Objetivos de Proteção Geral e Específicos para Organismos dos solos

1

## REQUISITO LEGAL

- Incisos I, II, VI e VII do § 1º do **Art. 225 da Constituição Federal de 1998:**

*Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.*

*§ 1º Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:*

# Objetivos de Proteção Geral e Específicos para Organismos dos solos

1

## REQUISITO LEGAL

*I - preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas;*

*II - preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do País e fiscalizar as entidades dedicadas à pesquisa e manipulação de material genético;*

*VI - promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente;*

*VII - proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais a crueldade.*

# Objetivos de Proteção Geral e Específicos para Organismos dos solos

1

## REQUISITO LEGAL

- Inciso I do parágrafo único do Art. 1-A da **Lei Nº 12.651/2012 (código florestal)**:

*Art. 1º-A.*

*Parágrafo único. Tendo como objetivo o desenvolvimento sustentável, esta Lei atenderá aos seguintes princípios:*

*I - afirmação do compromisso soberano do Brasil com a preservação das suas florestas e demais formas de vegetação nativa, bem como da biodiversidade, do solo, dos recursos hídricos e da integridade do sistema climático, para o bem estar das gerações presentes e futuras;*

# Objetivos de Proteção Geral e Específicos para Organismos dos solos

1

## REQUISITO LEGAL

- Incisos I ao VII do art 2º da **Lei nº 6938/1981 (Política Nacional do Meio Ambiente)**

*Art 2º - ... princípios:*

*I - ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo;*

*II - racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar;*

*III - planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais;*

*IV - proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas;*

*V - controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras;*

*VI - incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais;*

*VII - acompanhamento do estado da qualidade ambiental;*

# Objetivos de Proteção Geral e Específicos para Organismos dos solos

1

## REQUISITO LEGAL

- Inciso IV do art. 3º da **Lei N° 8.171/1991 (Política Agrícola)**

*Art. 3º São objetivos da política agrícola:*

*IV - proteger o meio ambiente, garantir o seu uso racional e estimular a recuperação dos recursos naturais;*

- Decreto nº 9.414/2018 (Institui o **Programa Nacional de Levantamento e Interpretação de Solos do Brasil - PronaSolos**).

# Objetivos de Proteção Geral e Específicos para Organismos dos solos

1



REQUISITO LEGAL	CATEGORIA DO SERVIÇO	SERVIÇO ECOSISTÊMICO RELACIONADO	ORGANISMOS	OBJETIVO DE PROTEÇÃO ESPECÍFICO (OPE)	ENTIDADE ECOLÓGICA	MAGNITUDE DE EFEITO ACEITÁVEL/ ESCALA TEMPORAL	ATRIBUTO A SER MEDIDO	ESCALA ESPACIAL
-----------------	----------------------	----------------------------------	------------	---------------------------------------	--------------------	--	-----------------------	-----------------



# Objetivos de Proteção Geral e Específicos para Organismos dos solos

1

## CATEGORIA DO SERVIÇO

Conforme Avaliação Ecossistêmica do Milênio (2005):

Ecossistema é um complexo dinâmico de comunidades vegetais, animais, microorganismos, e seu respectivo meio, que interagem como uma unidade funcional.



OpenStax: <https://openstax.org/books/biology-2e/pages/1-introduction>

# Objetivos de Proteção Geral e Específicos para Organismos dos solos

1

## CATEGORIA DO SERVIÇO



# Objetivos de Proteção Geral e Específicos para Organismos dos solos

1



REQUISITO LEGAL	CATEGORIA DO SERVIÇO	SERVIÇO ECOSISTÊMICO RELACIONADO	ORGANISMOS	OBJETIVO DE PROTEÇÃO ESPECÍFICO (OPE)	ENTIDADE ECOLÓGICA	MAGNITUDE DE EFEITO ACEITÁVEL/ ESCALA TEMPORAL	ATRIBUTO A SER MEDIDO	ESCALA ESPACIAL
-----------------	----------------------	----------------------------------	------------	---------------------------------------	--------------------	--	-----------------------	-----------------

# Objetivos de Proteção Geral e Específicos para Organismos dos solos

1

## SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

### SUPORTE

- Recursos genéticos, biodiversidade e serviços culturais
- Decomposição de resíduos orgânicos e ciclagem de nutrientes
- **Pedogênese**

### REGULAÇÃO

- Controle de pragas e doenças
- Atenuação natural e biorremediação do solo
- Estruturação do solo e regulação hídrica
- Sequestro de carbono

### PROVISÃO

- Apoio a cadeia alimentar
- Estruturação do solo e regulação hídrica



# Objetivos de Proteção Geral e Específicos para Organismos dos solos

1

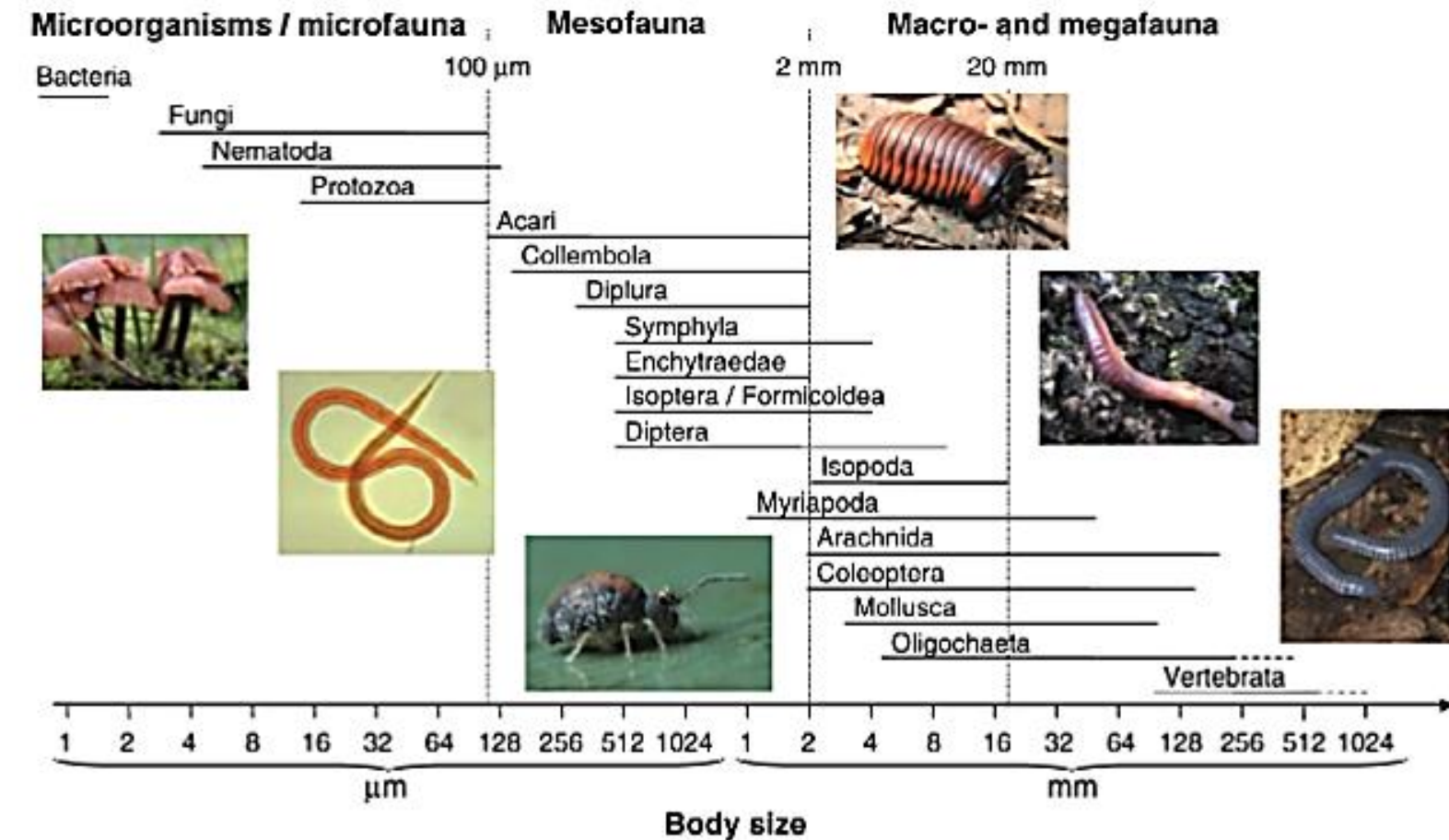


REQUISITO LEGAL	CATEGORIA DO SERVIÇO	SERVIÇO ECOSISTÊMICO RELACIONADO	ORGANISMOS	OBJETIVO DE PROTEÇÃO ESPECÍFICO (OPE)	ENTIDADE ECOLÓGICA	MAGNITUDE DE EFEITO ACEITÁVEL/ ESCALA TEMPORAL	ATRIBUTO A SER MEDIDO	ESCALA ESPACIAL
-----------------	----------------------	----------------------------------	------------	---------------------------------------	--------------------	--	-----------------------	-----------------

# Objetivos de Proteção Geral e Específicos para Organismos dos solos

1

## ORGANISMOS



**Figure 1:** Representation of the main taxonomic groups of soil organisms on a body-width basis (Reprinted with permission from John Wiley and Sons after Swift et al., 1979) from Decaens (2010) and Barrios (2007) (all photo credits: Flickr, <http://www.flickr.com/>)

# Objetivos de Proteção Geral e Específicos para Organismos dos solos

1

Fonte: European Union, Global Soil Biodiversity Atlas, 2016

## ORGANISMOS

- Oligoquetas (minhocas)



- Oligoquetas (enquitréídeos)



- Microartrópodes (ácaros e colêmbolos)



- Macroartrópodos (isopodes)





# Objetivos de Proteção Geral e Específicos para Organismos dos solos

1

## ORGANISMOS

Fonte: European Union, Global Soil Biodiversity Atlas, 2016

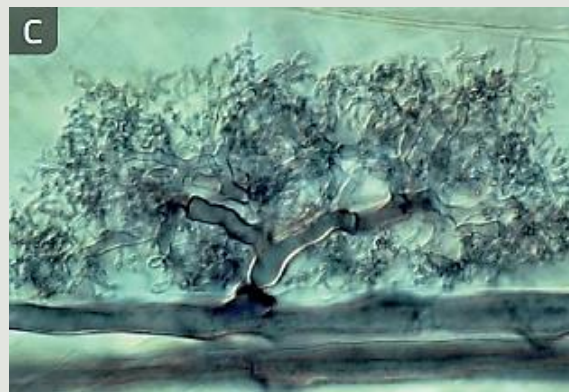
### ☐ Gastrópodes



### ☐ Nematóides



### ☐ Fungos Micorrízicos



### ☐ Outros fungos e protozoa



# Objetivos de Proteção Geral e Específicos para Organismos dos solos

1

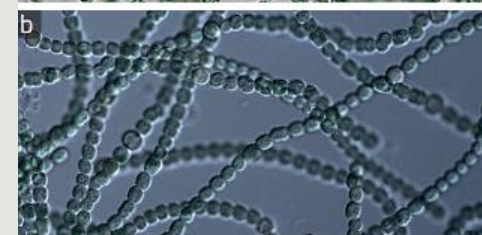
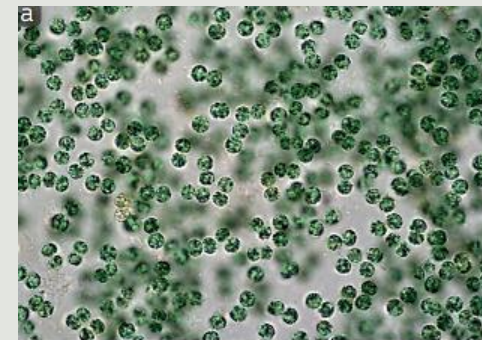
Fonte: European Union, Global Soil Biodiversity Atlas, 2016

## ORGANISMOS

### ☐ Bactérias fixadoras de Nitrogênio



### ☐ Bacteria e Archea



# Objetivos de Proteção Geral e Específicos para Organismos dos solos

1

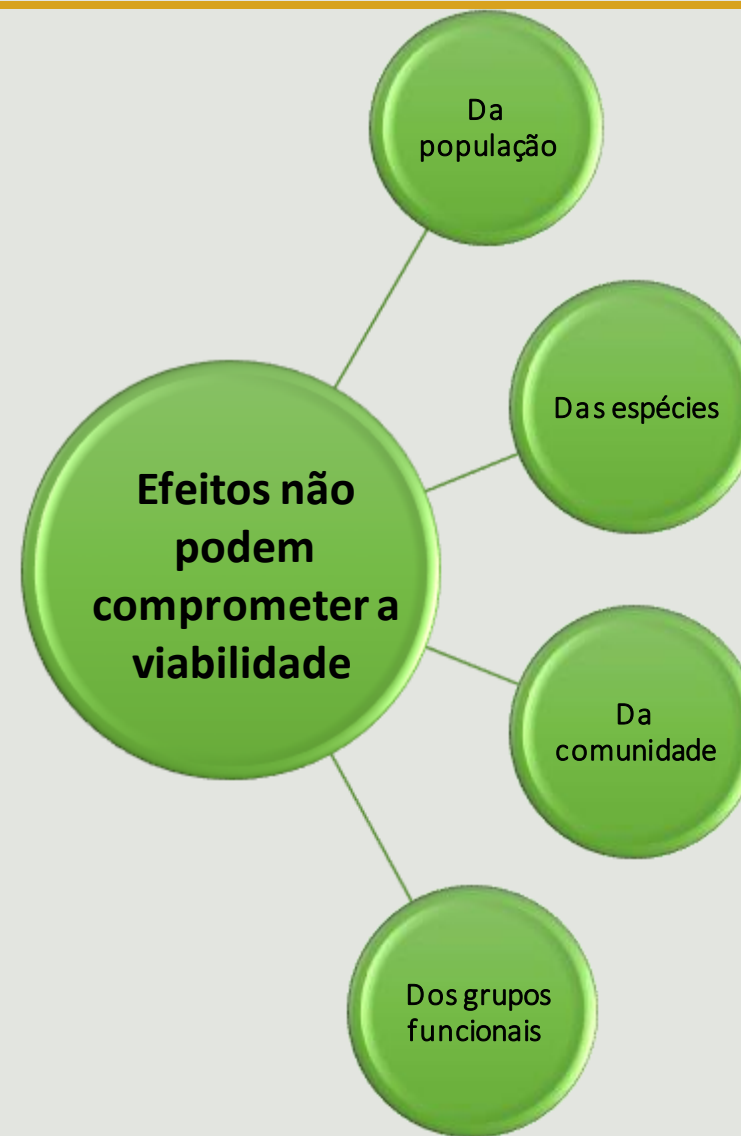


REQUISITO LEGAL	CATEGORIA DO SERVIÇO	SERVIÇO ECOSISTÊMICO RELACIONADO	ORGANISMOS	OBJETIVO DE PROTEÇÃO ESPECÍFICO (OPE)	ENTIDADE ECOLÓGICA	MAGNITUDE DE EFEITO ACEITÁVEL/ ESCALA TEMPORAL	ATRIBUTO A SER MEDIDO	ESCALA ESPACIAL
-----------------	----------------------	----------------------------------	------------	---------------------------------------	--------------------	--	-----------------------	-----------------

# Objetivos de Proteção Geral e Específicos para Organismos dos solos

1

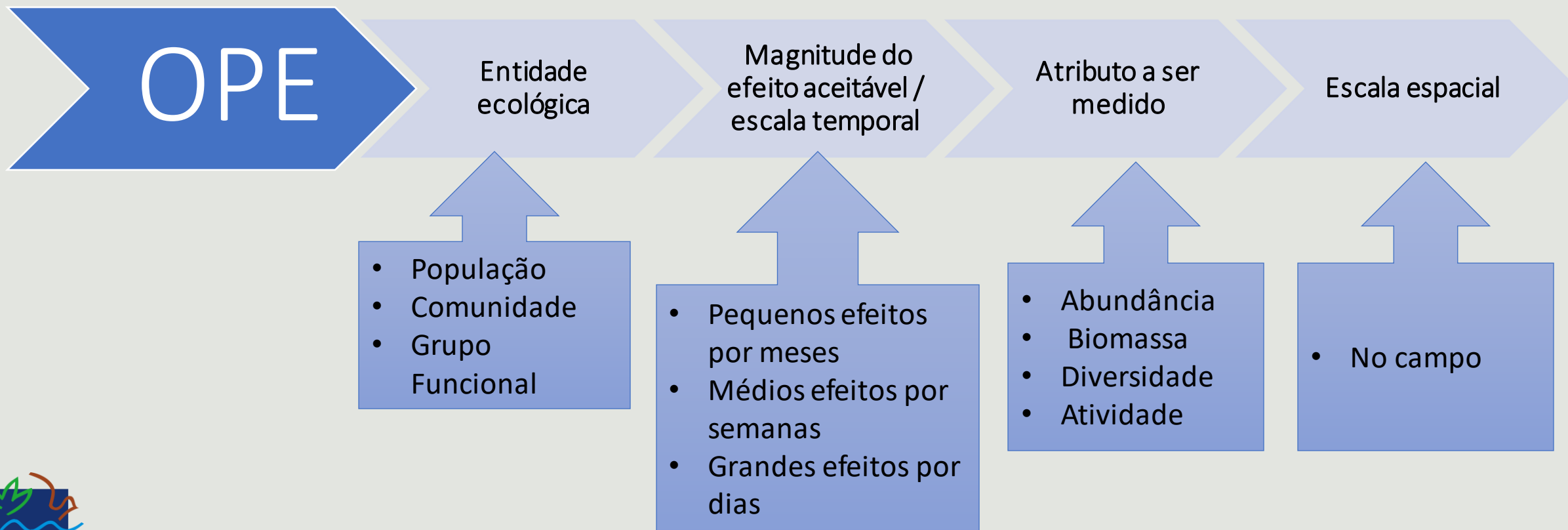
## OBJETIVOS DE PROTEÇÃO ESPECÍFICOS - OPE



# Objetivos de Proteção Geral e Específicos para Organismos dos solos

1

## OBJETIVOS DE PROTEÇÃO ESPECÍFICOS - OPE





# Objetivos de Proteção Geral e Específicos para Organismos dos solos

1



REQUISITO LEGAL	CATEGORIA DO SERVIÇO	SERVIÇO ECOSISTÊMICO RELACIONADO	ORGANISMOS	OBJETIVO DE PROTEÇÃO ESPECÍFICO (OPE)	ENTIDADE ECOLÓGICA	MAGNITUDE DE EFEITO ACEITÁVEL/ ESCALA TEMPORAL	ATRIBUTO A SER MEDIDO	ESCALA ESPACIAL
-----------------	----------------------	----------------------------------	------------	---------------------------------------	--------------------	--	-----------------------	-----------------



# Objetivos de Proteção Geral e Específicos para Organismos dos solos

1

## ENTIDADE ECOLÓGICA

- Um nível de organização protegerá aqueles em um nível mais alto de organização
- Organismos não-alvo, exceto vertebrados, não são protegidos em nível individual

### ENTIDADE ECOLÓGICA

População

Comunidade

Grupo funcional

# Objetivos de Proteção Geral e Específicos para Organismos dos solos

1



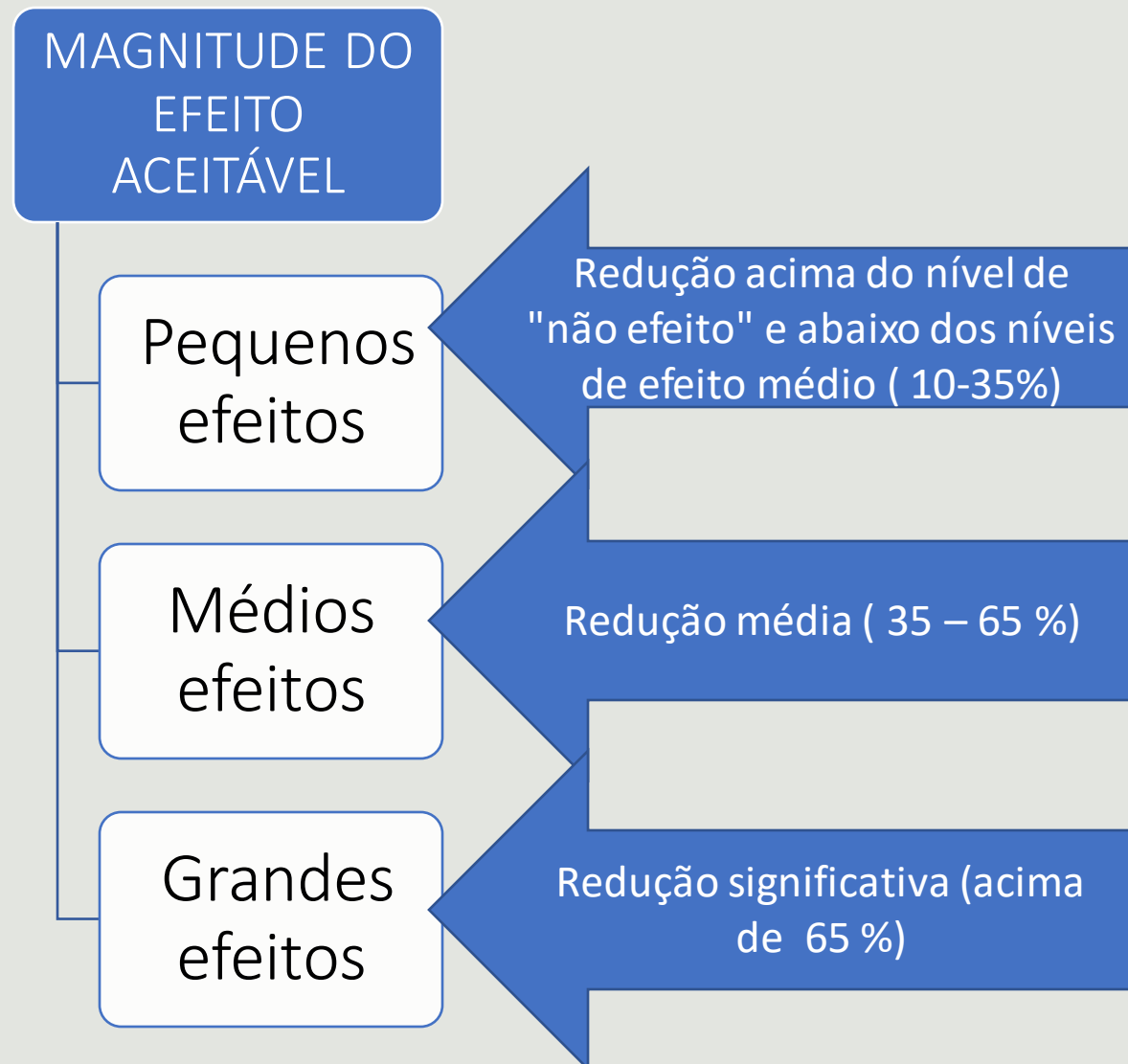
REQUISITO LEGAL	CATEGORIA DO SERVIÇO	SERVIÇO ECOSISTÊMICO RELACIONADO	ORGANISMOS	OBJETIVO DE PROTEÇÃO ESPECÍFICO (OPE)	ENTIDADE ECOLÓGICA	MAGNITUDE DE EFEITO ACEITÁVEL/ ESCALA TEMPORAL	ATRIBUTO A SER MEDIDO	ESCALA ESPACIAL
-----------------	----------------------	----------------------------------	------------	---------------------------------------	--------------------	--	-----------------------	-----------------

# Objetivos de Proteção Geral e Específicos para Organismos dos solos

1

## MAGNITUDE DO EFEITO ACEITÁVEL

- Classificado conforme as características dos **organismos**
  - ex: sensibilidade, ciclo de vida, potencial de recuperação.

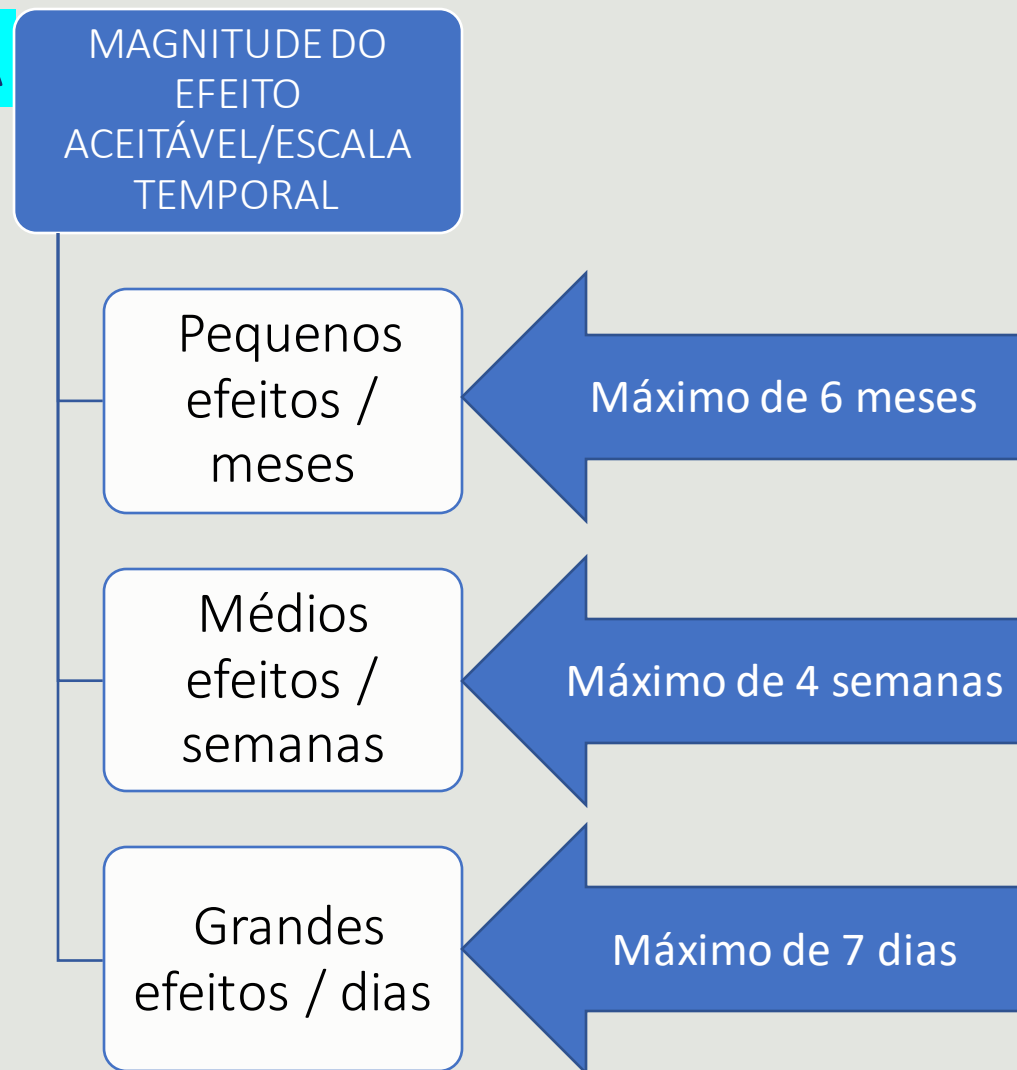


# Objetivos de Proteção Geral e Específicos para Organismos dos solos

1

## MAGNITUDE DO EFEITO ACEITÁVEL / ESCALA TEMPORAL

- Considerada juntamente com o "magnitude dos efeitos aceitáveis"
  - alguns efeitos podem ser toleráveis desde que a recuperação ecológica ocorra dentro de um período especificado
- Varia de acordo com ciclo de vida dos organismos: uni, semi ou multivoltinos



# Objetivos de Proteção Geral e Específicos para Organismos dos solos

1



REQUISITO LEGAL	CATEGORIA DO SERVIÇO	SERVIÇO ECOSISTÊMICO RELACIONADO	ORGANISMOS	OBJETIVO DE PROTEÇÃO ESPECÍFICO (OPE)	ENTIDADE ECOLÓGICA	MAGNITUDE DE EFEITO ACEITÁVEL/ ESCALA TEMPORAL	ATRIBUTO A SER MEDIDO	ESCALA ESPACIAL
-----------------	----------------------	----------------------------------	------------	---------------------------------------	--------------------	--	-----------------------	-----------------

# Objetivos de Proteção Geral e Específicos para Organismos dos solos

1

## ATRIBUTO A SER MEDIDO

- Mensuração de mudanças no comportamento, na sobrevivência, no crescimento, na **atividade** na **abundância**, na **biomassa**, na taxa de processo ou na **biodiversidade**.

### ATRIBUTO A SER MEDIDO

Abundância

Biomassa

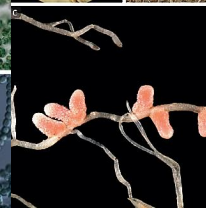
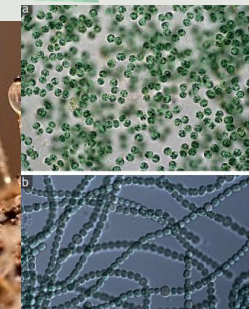
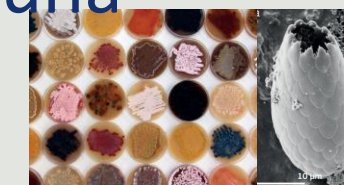
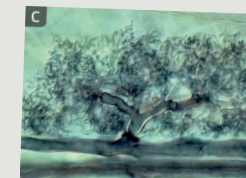
Diversidade

Atividade

## Macro e mesofauna



## Microfauna





# Objetivos de Proteção Geral e Específicos para Organismos dos solos

1



REQUISITO LEGAL	CATEGORIA DO SERVIÇO	SERVIÇO ECOSISTÊMICO RELACIONADO	ORGANISMOS	OBJETIVO DE PROTEÇÃO ESPECÍFICO (OPE)	ENTIDADE ECOLÓGICA	MAGNITUDE DE EFEITO ACEITÁVEL/ ESCALA TEMPORAL	ATRIBUTO A SER MEDIDO	ESCALA ESPACIAL
-----------------	----------------------	----------------------------------	------------	---------------------------------------	--------------------	--	-----------------------	-----------------

# Objetivos de Proteção Geral e Específicos para Organismos dos solos

1

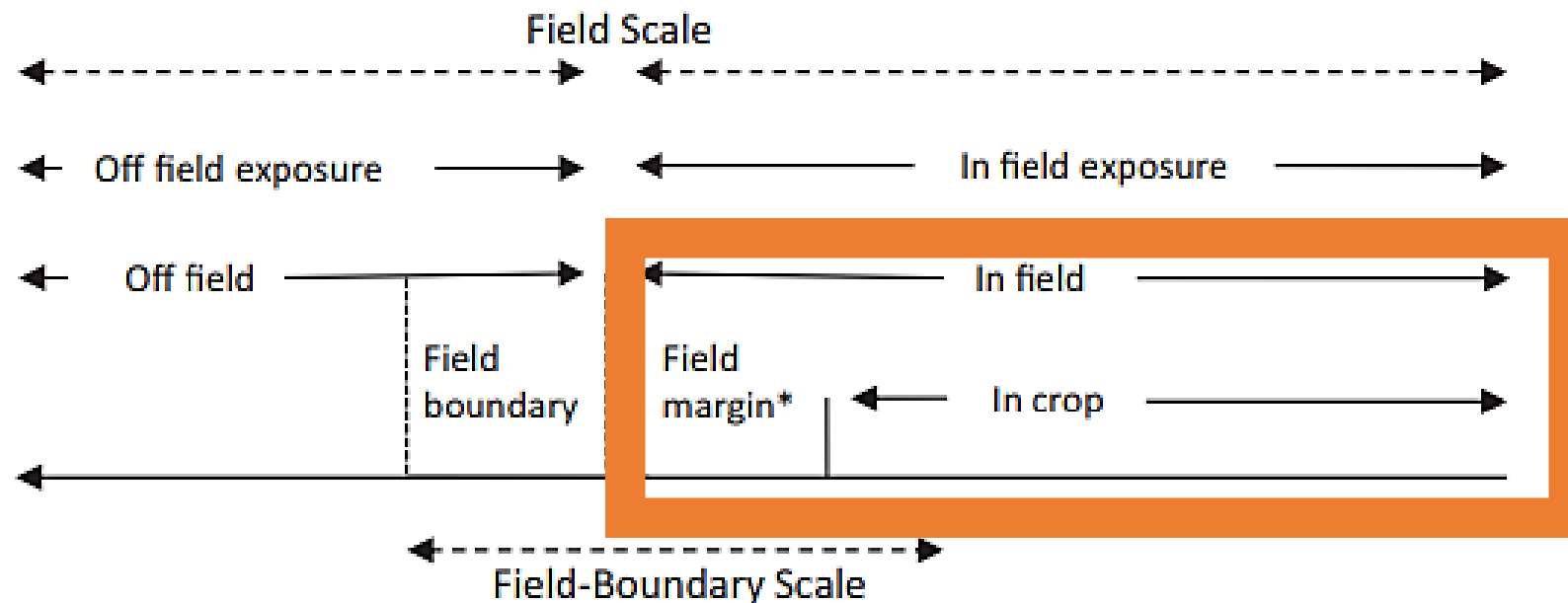
## ESCALA ESPACIAL

- A determinação da escala espacial para avaliação de risco de organismos dos solos foi considerada apenas no âmbito da área DQ CAMPO, "in field".
- Análise associada à análise temporal, devido a baixa taxa de movimentação dos organismos dos solos.
- A área tratada (*off field*) não foi considerada, tendo em vista que a recuperação externa por imigração é lenta.

# Objetivos de Proteção Geral e Específicos para Organismos dos solos

1

## ESCALA ESPACIAL



**Figure 9:** Spatial scales considered for the environmental risk assessment of in-soil organisms. Please, note that the landscape scale is not considered relevant for in-soil organisms. \* If present as non-cropped or unsprayed area

# Objetivos de Proteção Geral e Específicos para Organismos dos solos

1

## EXEMPLO – SERVIÇO ECOSSISTÊMICO "APOIO A CADEIA ALIMENTAR"

- Presas cruciais para diferentes grupos de animais: anelídeos, nematóides, gastrópodes e artrópodes;
- Relações complexas e multiníveis;
- Procariotos, fungos e protozoários: base da teia alimentar dos detritos;
- A estrutura da paisagem tem importância crucial na manutenção da função dos ecossistemas agrícolas .

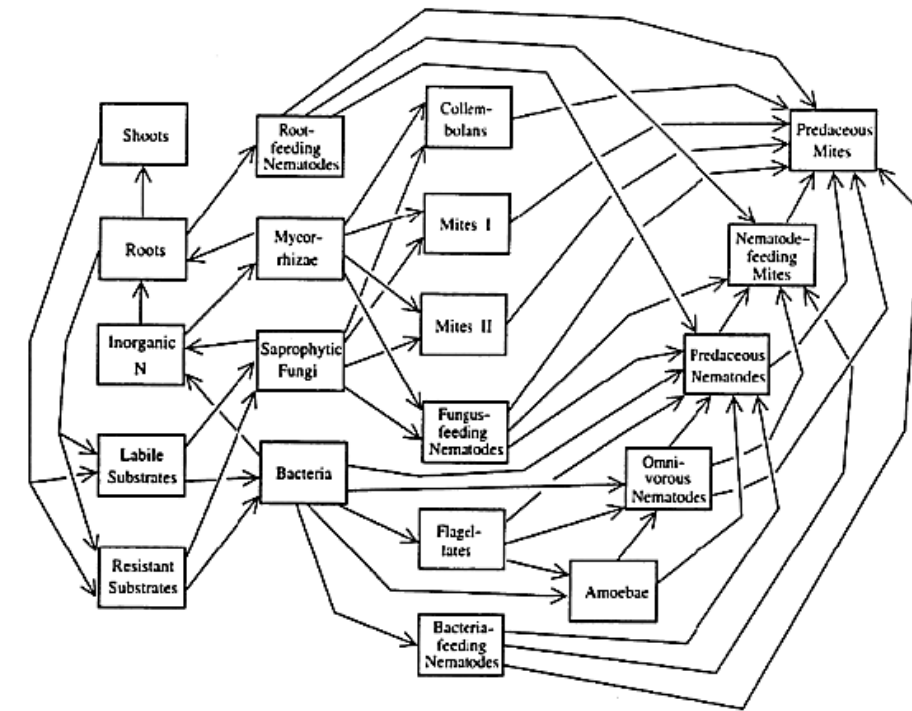


Figure 6: Soil food web (Reprinted from Hunt and Wall, 2002. Copyright John Wiley and Sons from Hunt et al., 1997)

# Objetivos de Proteção Geral e Específicos para Organismos dos solos

REQUISITO LEGAL	CATEGORIA DO SERVIÇO	SERVIÇO ECOSISTÊMICO RELACIONADO	ORGANISMOS	OBJETIVO DE PROTEÇÃO ESPECÍFICO (OPE)	ENTIDADE ECOLÓGICA	MAGNITUDE DE EFEITO ACEITÁVEL/ ESCALA TEMPORAL	ATRIBUTO A SER MEDIDO	ESCALA ESPACIAL
Inciso I do § 1º do Art. 225 da Constituição Federal de 1998	Provisão	Apoio a cadeia alimentar	Oligoquetas (minhocas)	Efeitos não podem comprometer a viabilidade da população / grupos funcionais	População/ grupos funcionais	Pequenos efeitos por meses	Abundância / biomassa dos grupos funcionais	no campo
			Oligoquetas (enquitreídeos)			Pequenos efeitos por meses		
			Microartrópodes (ácaros e colêmbolos)			Médios efeitos por semanas		
			Macroartrópodes (isópodes)			Pequenos efeitos por meses		
			Gastrópodes			Pequenos efeitos por meses		
			Nematóides	Efeitos não podem comprometer a viabilidade dos grupos funcionais	Grupos funcionais	Pequenos efeitos por meses Médios efeitos por semanas	Abundância	
			Fungos Micorrízicos	Efeitos não podem comprometer a viabilidade da população	População	Pequenos efeitos por meses Médios efeitos por semanas	Abundância / biomassa	
			Outros fungos e protozoa	Efeitos não podem comprometer a viabilidade dos grupos funcionais	Grupos funcionais	Pequenos efeitos por meses	Abundância / biomassa / atividade	
			Bactéria e Archaea			Médios efeitos por semanas Grandes efeitos por dias		





## Expectativas da ARA de Agrotóxicos para Organismos do Solo, no âmbito do projeto FDD



# Expectativas da ARA de agrotóxicos para organismos dos solos no âmbito do projeto FDD

2

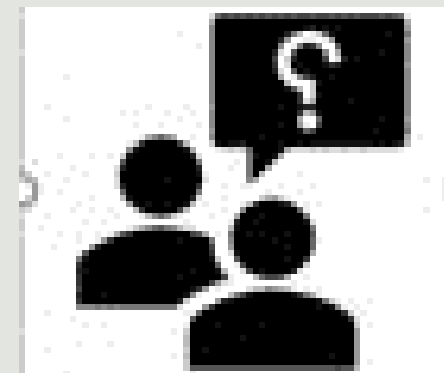
## GAPS DA ARA DE AGROTÓXICOS PARA ORGANISMOS DO SOLO

### Espécies

- Quais espécies frequentam as paisagens agrícolas brasileiras e suas áreas adjacentes?
- Há organismos "padrão" representativos da fauna brasileira?
- Existem espécies ameaçadas de extinção?
- Qual a sensibilidade das espécies aos diferentes agrotóxicos?
- Quais seriam os fatores de extrapolação de toxicidade entre espécies utilizadas em protocolos padronizados e espécies nativas?
- Qual a taxa de recuperação das espécies?

### Testes ecotoxicológicos

- Quais testes e grupos de organismos são necessários para caracterizar o efeito?
- Há protocolos padronizados?
- Há a necessidade de testes agudos e crônicos?
- Testes semi-campo e campo?



# Expectativas da ARA de agrotóxicos para organismos dos solos no âmbito do projeto FDD

2

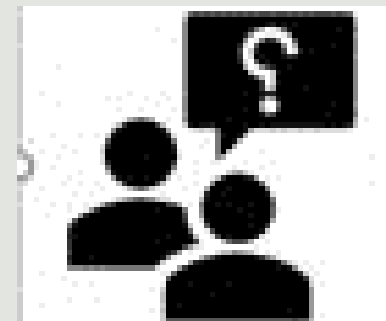
## GAPS DA ARA DE AGROTÓXICOS PARA ORGANISMOS DO SOLO

### Solos

- Quais solos são considerados representativos para o Brasil?
- Há a possibilidade de extrapolação dos resultados em solos artificiais para solos naturais?
- Qual é o comportamento dos agrotóxicos nos diferentes solos, climas e relevos brasileiros?
- Quais são as principais rotas/cenários de exposição?

### Modelos matemáticos

- Quais modelos matemáticos podem ser extrapolado/adequado para a realidade brasileira?
- Qual seria o mais adequado para calcular a Concentração Ambiental Estimada?
- Quais os fatores de extrapolação/*inputs* nos modelos para diferentes: tipos de solo, clima, relevo, regiões edáficas, espécies, comunidades biológicas, produtos, tipo de aplicação do produto, deriva, taxa de interceptação?
- Como seriam as fases mais avançadas (*higher tier*) da ARA para organismos do solo?
- Quais seriam os gatilhos (*triggers*) ideais para a realidade brasileira?



# Expectativas da ARA de agrotóxicos para organismos dos solos no âmbito do projeto FDD

2

## PARA RESPOSTA DOS GAPS



INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS  
SCEN Trecho 2 - Ed. Sede do IBAMA - Bloco B - Sub-Solo, , Brasília/DF, CEP 70818-900  
Telefone: (61) 3316-1212 e Fax: @fax\_unidade@ - <http://www.ibama.gov.br>

### EDITAL Nº 14/2020

Processo nº 02001.017096/2020-12

**OBJETO:** O Ibama apresenta o Edital de Chamamento Público visando à seleção de organização da sociedade civil interessada em celebrar Termo de Colaboração, nos termos da Lei nº 13.019, de 31 de julho de 2014, e do Decreto nº 8.726, de 27 de abril de 2016, tendo por objeto a elaboração de documentos técnicos e científicos que servirão de base para o desenvolvimento de metodologias de Avaliação de Risco Ambiental para mamíferos e aves; organismos aquáticos; organismos do solo; répteis e anfíbios, considerando os cenários brasileiros de exposição, além de documento orientador para a educação ambiental dos atores envolvidos no uso de agrotóxicos.



# Expectativas da ARA de agrotóxicos para organismos dos solos no âmbito do projeto FDD

2

## PARA RESPOSTA DOS GAPS

### PLANO DE TRABALHO

#### 1. IDENTIFICAÇÃO

- 1.1. TÍTULO: Elaboração de documentos técnicos, que possibilitem o desenvolvimento de metodologia para Avaliação de Risco Ambiental (ARA) de agrotóxicos para organismos edáficos não-alvo, adaptadas às condições brasileiras.
- 1.2. IDENTIFICAÇÃO DA ENTIDADE PROPONENTE: FUNDAÇÃO INSTITUTO DE APOIO AO ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO DO CAV (FIEPE/CAV),

# Item 4 - Organismos do solo

## Mapeamento, caracterização e modelos de exposição



### Edital (Objetivos)

**4.1.1** Realizar a **revisão de literatura** para confeccionar relatório técnico com o **mapeamento, distribuição geográfica e características dos diferentes tipos de solos do Brasil.**

Dr. Gustavo Eduardo Pereira

### Plano de trabalho

#### Metodologia:

- Levantamento de **classe do solo**, características **morfológicas**, características **físicas**, características **químicas**, características **mineralógicas**, **altitude**, características dos principais **horizontes do solo**, **predominância geográfica** e **culturas agrícolas** relacionadas
- Espacialização no **QGIS**

#### Resultados esperados:

- Inventário da distribuição espacial dos solos do Brasil
- Mapa de distribuição dos solos do Brasil e suas principais características
- Tabulação da relação entre os solos e a agricultura praticada neles

# Item 4 - Organismos do solo

## Mapeamento, caracterização e modelos de exposição



### Edital (Objetivos)

**4.1.2** Descrição **comparativa dos modelos matemáticos** utilizados por agências internacionais de regulação para calcular/simular a exposição de agrotóxicos nos solos

### Plano de trabalho

#### Metodologia:

- Análise comparativa e crítica dos **modelos mais utilizados na União Europeia** para o cálculo de exposição prevista para organismos de solo
  - **PERSAM, PEARL, PELMO e ESCAPE**
- Análise dos **parâmetros de entrada e saída**

#### Resultados esperados:

- Elucidar a viabilidade de uso de modelos existentes (após adaptações)
- Indicar as potenciais restrições aos parâmetros de *input* existentes nas bases de dados nacionais
- Verificar a necessidade de desenvolver um modelo próprio



# Item 5 - Organismos do solo

## *Oligoquetas (enquitreídeos e minhocas)*



Fonte: European Union, Global Soil Biodiversity Atlas, 2016

### Edital (Objetivos)

**5.1.1** Elaborar **revisão de literatura** sobre padrões de comportamento, características fisiológicas, reprodutivas e ecológicas, biodiversidade e distribuição de oligoquetas terrestres (com foco em enquitreídeos e minhocas) dentro e fora da área tratada

Revisão de Literatura

### Plano de trabalho

#### Metodologia:

- Pesquisa bibliográfica acerca da classificação taxonômica dos oligoquetas a nível de **espécie, origem dos organismos, estágio de desenvolvimento, características morfológicas, fisiológicas e reprodutivas, padrões de comportamento, local de distribuição (dentro ou fora da área tratada), estado fenológico da cultura, período do ano** em que as espécies são encontradas

#### Resultados esperados:

- Verificar quais oligoquetas terrestres estão presentes em solos de cultivo agrícola e como eles podem estar

# Item 5 - Organismos do solo

## *Oligoquetas (enquitreídeos e minhocas)*



Fonte: European Union, Global Soil Biodiversity Atlas, 2016

### Edital (Objetivos)

**5.1.2.** Identificar como espécies de **oligoquetas terrestres** (com ênfase em **enquitreídeos e minhocas**) são afetadas pela **exposição** a diferentes agrotóxicos e os principais **efeitos adversos** observados sobre estes organismos, no Brasil e em outros países, com ênfase na avaliação de risco ambiental de agrotóxicos

Revisão de Literatura

### Plano de trabalho

#### Metodologia:

**Levantamento bibliográfico** sobre os efeitos da exposição dos oligoquetas terrestres aos agrotóxicos:

- Solos brasileiros - espécies nativas
- Outros países - espécies descritas em protocolos
- Informações ecotoxicológicas em diferentes tipos de **solo (natural e artificial)** para **12 ingredientes ativos**

Inseticida	Herbicida	Fungicida
Imidacloprido	2,4-D	Clorotalonil
Lambda-cialotrina	Atrazina	Mancozebe
Clorpirifós	Cletodim	Picoxistrobina
Fipronil	Glifosato	Thiram

#### Resultados esperados:

- Verificar a **sensibilidade das oligoquetas** terrestres expostos a **diferentes agrotóxicos**

# Item 5 - Organismos do solo

## *Oligoquetas (enquitreídeos e minhocas)*



Fonte: European Union, Global Soil Biodiversity Atlas, 2016

### Edital (Objetivos)

**5.1.3. Conduzir estudos ecotoxicológicos de reprodução** para observar a sensibilidade de **6 espécies de oligoquetas terrestres (3 espécies de minhocas e 3 espécies de enquitreídeos)**, em **Solo Artificial Tropical (SAT) e solo natural**, expostas aos ingredientes ativos **imidacloprido e mancozebe**, seguindo protocolos internacionais

Ecotoxicologia

### Plano de trabalho

#### Metodologia:

#### Ensaio agudos de varredura e ensaios crônicos

- Organismos-teste:
  - Minhocas: *Eisenia andrei*, *Perionyx excavatus* e *Dendrobaena veneta* - ISO 11268-2 (1998)
  - Enquitreídeos: *Enchytraeus crypticus*, *Enchytraeus albidus* e *Enchytraeus dudichi* - ISO 16387 (2004) e adaptação Bandow et al. (2013)
- Solos-teste:
  - Latossolo
  - Solo Artificial Tropical (SAT)
- Substâncias-teste: **imidacloprido e mancozebe**
- Parâmetros de toxicidade medidos: **CENO, CEO, CE<sub>50</sub>, CE<sub>10</sub>**

#### Resultados esperados:

- Verificar as concentrações de efeito das substâncias-teste para as espécies e nos solos considerados

# Item 5 - Organismos do solo

## *Oligoquetas (enquitreídeos e minhocas)*



Fonte: European Union, Global Soil Biodiversity Atlas, 2016

### Edital (Objetivos)

**5.1.4.** Elaborar relatório técnico, a partir dos **estudos de ecotoxicidade** com os oligoquetas terrestres, com **curvas de distribuição de sensibilidade de espécies (SSD)**

Ecotoxicologia

### Plano de trabalho

#### Metodologia:

- Para a execução das SSDs, serão utilizados os valores de **CENO, CEO, CE<sub>50</sub> e CE<sub>10</sub> (das metas 2 e 3) para cada espécie, agrotóxico e solo testados**
- A curva será construída a partir do **software ETX 2.0**

#### Resultados esperados:

- Obter as **curvas SSD** de oligoquetas expostas aos agrotóxicos pesquisados em solo natural e solo artificial tropical



# Item 6 - Organismos do solo

## *Microartrópodes e microrganismos*



Fonte: European Union, Global Soil Biodiversity Atlas, 2016

### Edital (Objetivos)

**6.1.1** Elaborar **revisão de literatura** sobre padrões de **comportamento, características fisiológicas, reprodutivas e ecológicas, biodiversidade e distribuição de microartrópodes** (com foco em **colêmbolos e ácaros**) e **microrganismos** do solo dentro e fora da área tratada

Revisão de Literatura

### Plano de trabalho

#### Metodologia:

**Pesquisa bibliográfica** acerca de microartrópodes (**colêmbolos e ácaros**) e microrganismos do solo **dentro e fora da área tratada**

- Solos brasileiros -> espécies nativas
- Outros países -> espécies descritas em protocolos

#### Resultados esperados:

- Elencar e **identificar as espécies nativas mais representativas**, considerando também a paisagem agrícola, bem como suas **características ecológicas e fisiológicas**
- Estes resultados darão base para o melhor entendimento de **quais organismos estão presentes em solos de cultivo agrícola** e como eles podem estar **expostos aos agrotóxicos**

# Item 6 - Organismos do solo

## *Microartrópodes e microrganismos*



Fonte: European Union, Global Soil Biodiversity Atlas, 2016

### Edital (Objetivos)

**6.1.2** Elaborar relatório sobre **exposição, efeitos adversos** e sensibilidade de **microartrópodes** (preferencialmente **colêmbolos e ácaros**) e microrganismos (preferencialmente **micorrizas**) do solo aos agrotóxicos, contemplando os protocolos internacionais dos estudos de toxicidade

Revisão de Literatura



### Plano de trabalho

#### Metodologia:

- Pesquisa bibliográfica** dos efeitos da exposição dos organismos da mesofauna (colêmbolos e ácaros) e microfauna (com ênfase nos fungos micorrízicos) do solo aos agrotóxicos
- 2 tipos de solo: **natural e artificial**
- Ingredientes ativos: 12
- Análise comparativa quanto à efetividade dos protocolos: **OECD 232, ISO 11267:2014, OECD 226, ISO 21285:2019, OECD 216, ISO 15685:2012, OECD 217, ISO 16072:2002**

Inseticida	Herbicida	Fungicida
Imidacloprido	2,4-D	Clorotalonil
Lambda-cialotrina	Atrazina	Mancozebe
Clorpirifós	Cletodim	Picoxistrobina
Fipronil	Glifosato	Thiram

#### Resultados esperados:

- Identificar como **espécies de microartrópodes e microrganismos** do solo são afetadas pela **exposição a diferentes agrotóxicos** e os principais **efeitos adversos** observados sobre estes organismos, no Brasil e em outros países, com ênfase na avaliação de risco ambiental de agrotóxicos



# Item 6 - Organismos do solo

## Microartrópodes

Fonte: European Union, Global Soil Biodiversity Atlas, 2016



### Edital (Objetivos)

**6.1.3** Conduzir **estudos ecotoxicológicos** de reprodução para observar a sensibilidade de **6 espécies de microartrópodes (5 espécies de colêmbolos e 1 espécie de ácaro)**, em Solo Artificial Tropical (SAT) e solo natural, expostas aos ingredientes ativos **imidacloprido e mancozebe**, seguindo protocolos internacionais com adaptações propostas em artigos científicos para os casos em que as normas internacionais ainda não estejam totalmente estabelecidas.

Ecotoxicologia



### Plano de trabalho

#### Metodologia:

- Busca **inicial na literatura internacional** acerca dos efeitos dos agrotóxicos **imidacloprido e mancozebe** sobre espécies padronizadas de **ácaros e colêmbolos**
- Ensaio definitivos:
  - Colêmbolos
    - ***Folsomia candida* e *Folsomia fimetaria*** - OECD 232 (2016).
    - ***Proisotoma minuta*, *Sinella curviseta*, *Protaphorura fimata* e *Folsomia fimetaria***) - adaptações por BANDOW et al., 2014; BUCH et al., 2016; NAKAMORI et al., 2008
  - Ácaro predador
    - ***Hypoaspis aculeifer*** - OECD 226 (2016)
  - Solo Latossolo e solo artificial tropical (SNT)

**Resultados esperados:** Calcular as **concentrações de efeito (CENO, CEO, CE<sub>50</sub> e CE<sub>10</sub>)**

# Item 6 - Organismos do solo

## Microartrópodes



Fonte: European Union, Global Soil Biodiversity Atlas, 2016

### Edital (Objetivos)

**6.1.4** Elaborar relatório técnico, a partir dos estudos de ecotoxicidade com microartrópodes, com **curvas de distribuição de sensibilidade de espécies (SSD)**.

Ecotoxicologia

### Plano de trabalho

#### Metodologia:

- Para a execução das SSDs, serão utilizados os **valores de CENO, CEO, CE50 e CE10 (das metas 2 e 3)** para cada espécie, agrotóxico e solo testados
- A curva será construída a partir do **software ETX 2.0** - estimar a concentração química perigosa HCp (*Hazardous concentration*)

#### Resultados esperados:

- Obter as **curvas SSD** de microartrópodes expostas aos agrotóxicos pesquisados em solo natural e solo artificial tropical

# 1º WORKSHOP SOBRE BASES TÉCNICO-CIENTÍFICAS DA AVALIAÇÃO DE RISCO AMBIENTAL DE AGROTÓXICOS



## Contato:

Clara Wandenkolck Silva Aragão  
Analista Ambiental- COAVA/IBAMA  
[clara.aragao@ibama.gov.br](mailto:clara.aragao@ibama.gov.br)



# 1º Workshop sobre bases técnico- científicas da ARA

## Organismos do solo

Dra. Leticia Scopel  
BASF SA

---

15 de fevereiro de 2023





## Serviços ecossistêmicos e agricultura:

*Quem proteger? Por quê? Por quanto tempo? Onde?*

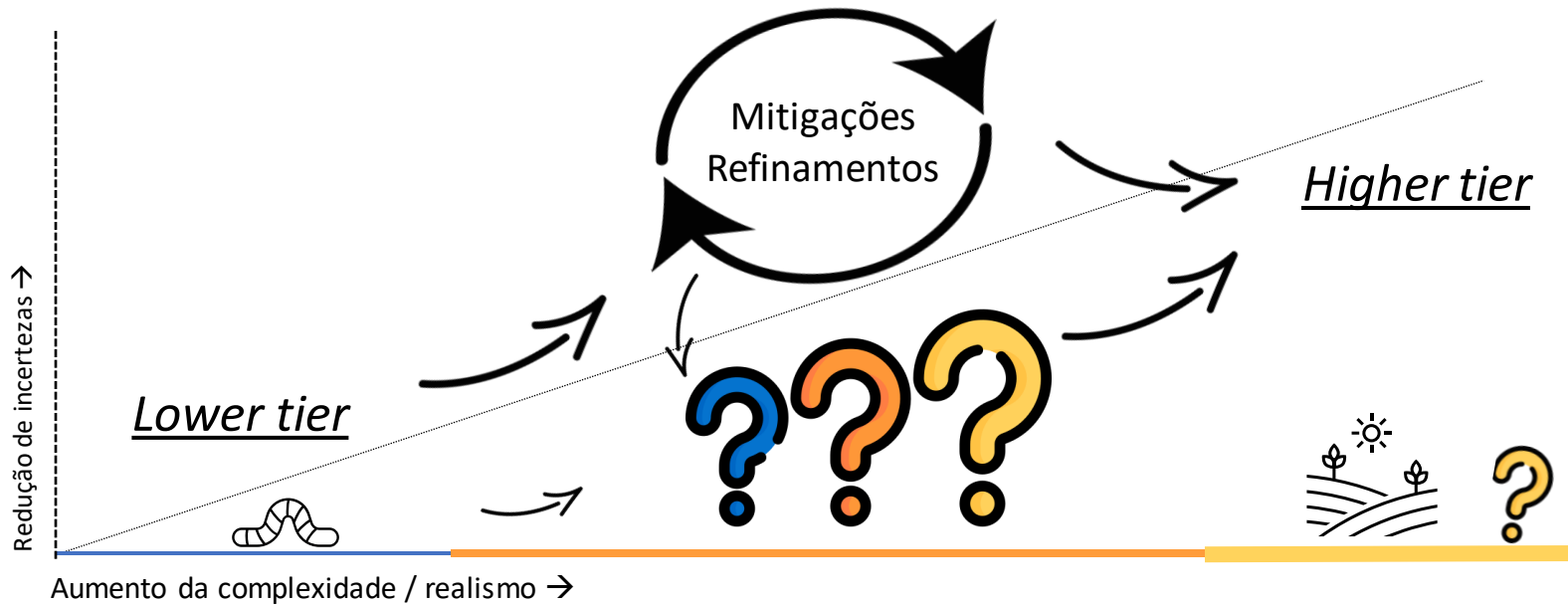


Quais serviços precisamos proteger em diferentes áreas?

Quais **funções ecológicas** são necessárias para cada serviço?

Quem são os principais prestadores desses serviços?

É impossível proteger todos, o tempo todo em todo lugar!



- Conservador;
- Pior cenário;
- Espécies padronizadas;
- Precisa considerar os objetivos de proteção



- Devem-se usar dados adicionais para cobrir incertezas / pensar em fatores de segurança quanto ao Lower tier + mitigações + refinamentos
- Espécies adicionais / SSDs ?
- Teste de multiresíduos/ testes múltiplas gerações;
- Teste de multiespécies (lab.) ?
- Teste de comunidades (lab.+ campo)?
- Testes com solos naturais?



Experimentos de campo ?

*Terrestrial Model Ecosystems (TMEs)?*

Abordagem de modelagem populacional?



É necessário construir um esquema que possa ser seguido.

Isso significa que ele precisa ser **executável no lab. (BPL)**; ser **aceito** pelas autoridades – *por ex.*

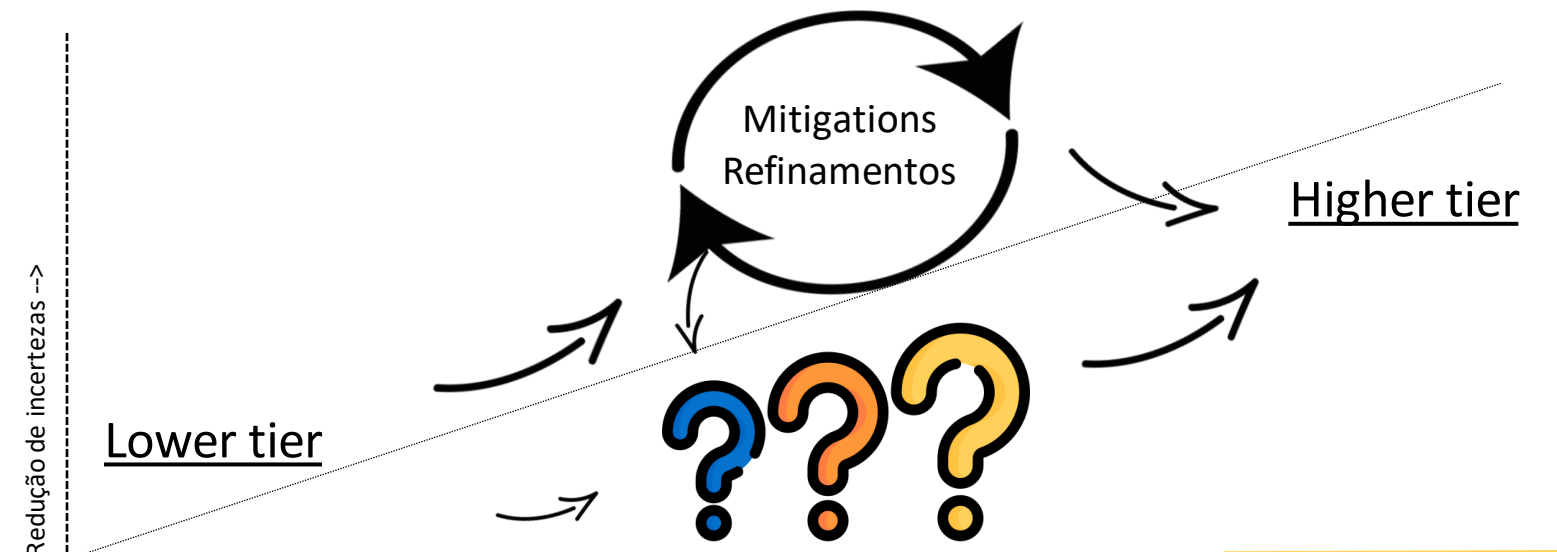
*Hoje na Europa mesmo abordagens muito complexas não tem sido consideradas devido a*  
**variabilidade** de dados...



A fauna do solo é muito complexa pois o solo é um sistema **MUITO** heterogêneo.

A ciência regulatória deve ser **precisa e robusta**





- Conservador;
- Pior cenário;
- Ferramentas simples;
- Sem considerações complexas
- Ex., PECsoil UK

- Solos naturais?
  - Quem escolher? (SETAC, Ramon et al., 2021)
- Boas alternativas onde considerar refinamentos e definir mitigações antes de avançar com ensaios (efeitos – ecotox)
- ex. ESCAPE

- Solos naturais?

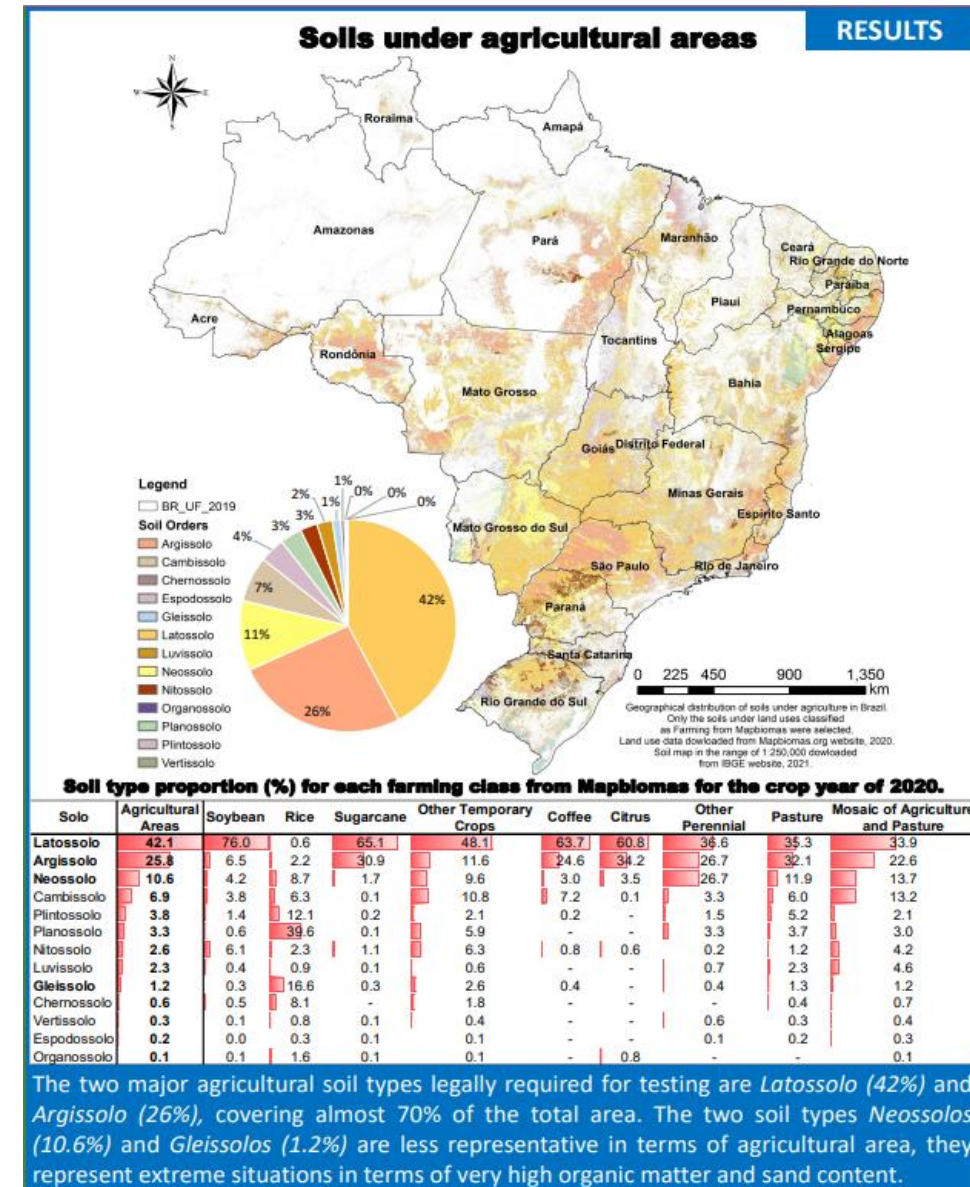
Integrated Environmental Assessment and Management

Brief Communication











Development of a soil exposure assessment for plant protection products in Brazil: Requirements, options and recommendations

Neil Mackay, Ana Clone, Klaus Hammel, Bernhard Jene, Flavio Tincani, Gregor Spickermann

First published: 20 December 2022 | <https://doi.org/10.1002/ieam.4726>



<https://setac.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/ieam.4726>

 País / região	LOWER TIER			
	<i>F. candida</i> 	<i>H. aculeifer</i> 	<i>E. fetida</i> 	Fs <sup>2</sup>
 Canadá	Sim <sup>1</sup>	Sim	Sim	1 <sup>3</sup>
 EUA	Não	Não	Não	--
 Europa	**	**	Sim	5
 China	Não	Não	Sim	5
 Austrália	**	**	Sim	5
 Países Andinos	Não	Não	Sim	2 <sup>4</sup>

Fs – Fator de segurança; <sup>1</sup> Para área não tratada; <sup>2</sup>Fs para testes crônicos; <sup>3</sup>Baseado em profundidade de solo = 15cm; <sup>4</sup>Fs para ensaios agudos  
\*\*requerido condicionalmente

INTERMEDIATE  
TIER

Não há diretrizes  
claras para nenhum  
dos países



HIGHER  
TIER

Estudos de  
campo  
Hoje basicamente  
para **EUROPA**



Qual a:  
Executabilidade / aceitabilidade / variabilidade  
???

*E. fetida* é considerada aceitável e sensível como organismo teste globalmente;  
Colêmbolos (*F. candida*) e ácaros (*H. aculeifer*) não são requeridos em todas as situações e são utilizados apenas no Canadá e Europa.  
Espécies adicionais (locais) não são requeridas.

Área tratada



Área de cultivo

Proteção: Funções do solo para produção

Opções de mitigação limitadas  
(taxa de aplicação, interceptação da planta,  
boas práticas agrícolas)



Área não tratada



Área natural

Proteção: Biodiversidade

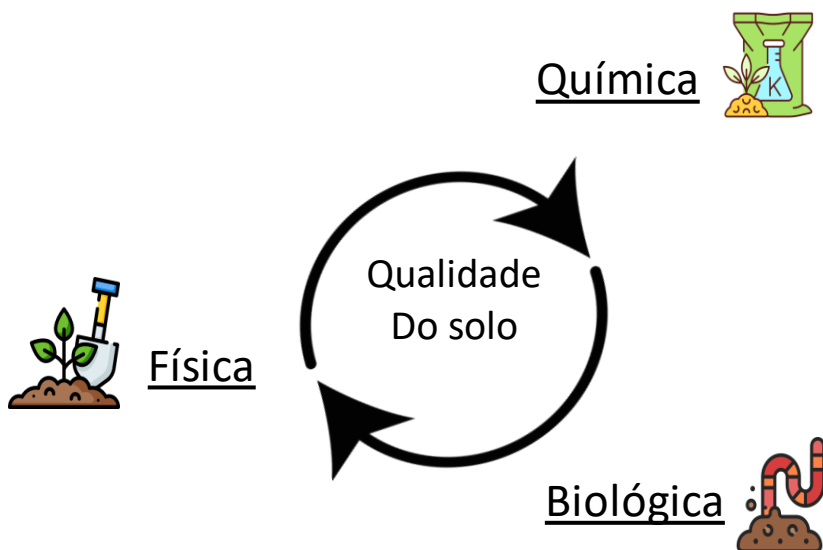
Opções de mitigação  
possíveis  
(todas relacionadas com  
redução de deriva)



...ARA precisa ser **apropriadamente protetiva, internamente consistente e custo-efetiva**

Foco = Produção de alimentos/fibra

Qualidade do solo:



- Solos ácidos – alteração do pH = pequenas mudanças podem alterar as comunidades edáficas; (Coyle et al., 2017; Malmström et al., 2009; Buddle et al., 2006)
- Argila de alta atividade – influência na umidade e compactação = pode alterar o comportamento da biota (Beylich et al., 2010);
- Sistema plantio direto (SPD) ou técnicas de plantio direto - redução da erosão, manutenção da umidade e melhoria dos teores de matéria orgânica = influência positiva na biologia do solo (Govaerts et al., 2007; Wang et. Al, 2017; ...);
- Rotação de culturas – melhor qualidade da matéria orgânica e novas entradas no sistema solo; Integração de outros elementos nas lavouras também altera essas entradas e essas dinâmicas (ILP [Integração Lavoura-Pecuária] / ILPF [Integração Lavoura-Pecuária-Floresta])...
- Condições climáticas (pluviosidade e temperaturas) têm influência sob a agricultura, e portanto sob as pragas e doenças exigindo práticas específicas para manter o solo funcional;
- O Brasil tem uma agricultura rica e repleta de bons exemplos que mantêm a saúde e funcionalidade dos solos ✓

**Análise de risco e benefício precisa ser considerada como o passo final para a decisão dos gestores de risco**





**Obrigada(o)!**





- Development of a soil exposure assessment for plant protection products in Brazil: Requirements, options and recommendations. Disponível em: <https://setac.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/ieam.4726>
- Beylich et al., 2010 - Evaluation of soil compaction effects on soil biota and soil biological processes in soils. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198710001017>
- Coyle et al., 2017 - Soil fauna responses to natural disturbances, invasive species, and global climate change: Current state of the science and a call to action. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038071717301530>
- Malmström et al., 2009 - Dynamics of soil meso- and macrofauna during a 5-year period after clear-cut burning in a boreal forest. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0929139309001103>
- Buddle et al., 2006 - Arthropod responses to harvesting and wildfire: implications for emulation of natural disturbance in forest management. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006320705004064>
- Govaerts et al., 2007 - Influence of tillage, residue management, and crop rotation on soil microbial biomass and catabolic diversity. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0929139307000467>
- Wang et. al, 2017 - Long-term no-tillage and organic input management enhanced the diversity and stability of soil microbial community. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969717317564>

Imagens: Shutterstock.

1. Big beautiful earthworm in the black soil, close-up. Referência: 2190599467.
2. The jungle crossed by a river. Referência: 1848849961
3. Eucalyptus plantations interspersed with areas of preserved Atlantic forest - south of Bahia, Brazil. Referência: 1180178131
4. Soybean farm field in Brazil on a sunny day. Referência: 1254491341
5. Herd of Nelore cattle grazing in a pasture on the Brazilian ranch. Referência: 2147159747
6. Modern architecture in the new business center of the city on the promenade of Porta Nova Varezina. Office buildings. Referência: 1713522136
7. Great Aerial Rural View. Referência: 2009642849.