

Cenários de exposição para ARA de agrotóxicos em águas superficiais no Brasil.

Rômulo Penna Scorza Júnior
Pesquisador



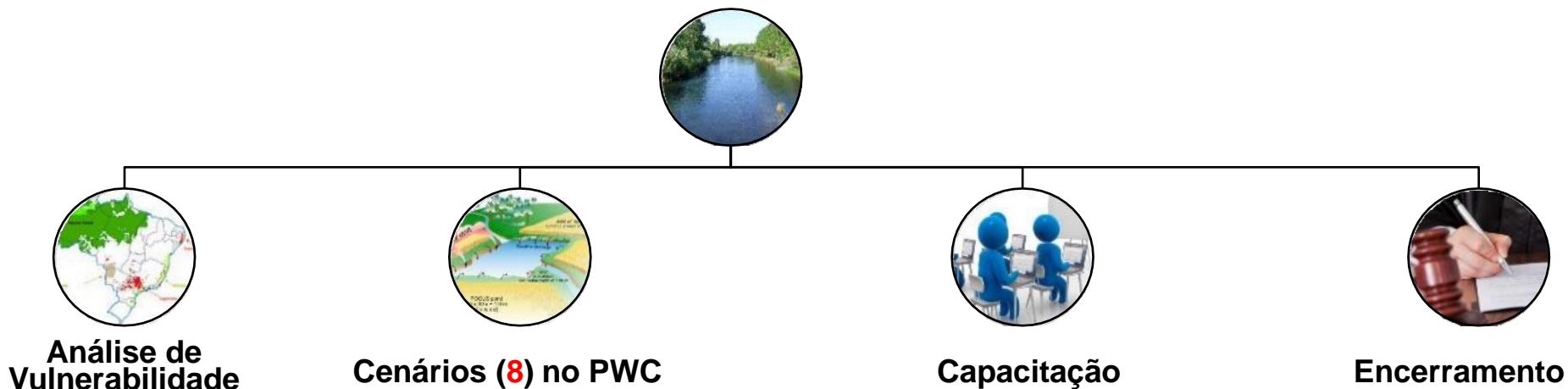
Sumário

- **Projeto de Cooperação Técnica (Embrapa x Ibama);**
- **Avaliação do Risco Ambiental (ARA) de agrotóxicos;**
- **Pesticide in Water Calculator (PWC): breve fundamentação teórica;**
- **Metodologia para definição dos cenários de exposição;**
- **Parametrização e teste dos cenários;**
- **Considerações finais.**



Cooperação Técnica: Embrapa x Ibama

Cenários de Exposição para Água Superficial

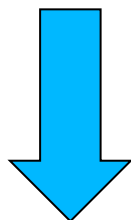


Plano de trabalho: nº 89/2022- Coasp/Cgasq/Diqua
Processo SEI: 02001.036960/2019-41 (Ibama)
Código SEG: 40.20.00.112.00.00 (Embrapa)
Processo SEI: 21154.000682/2020-29 (Embrapa)
Vigência: 01/10/2020 a 31/12/2022



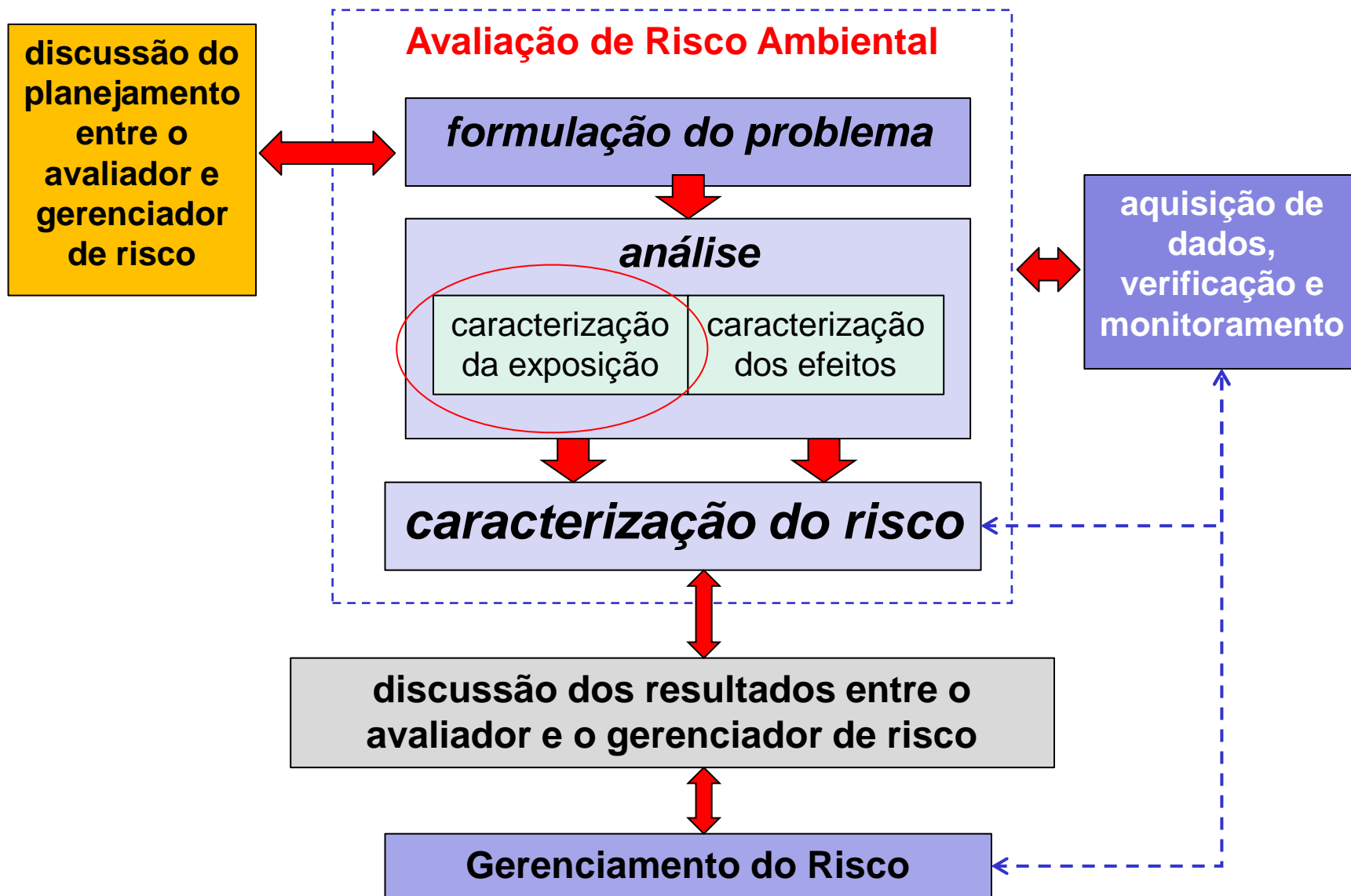
Avaliação do Risco Ambiental (ARA) de Agrotóxicos

**“Processo que avalia a probabilidade de um efeito ecológico adverso ocorrer, ou estar ocorrendo, como resultado da exposição a um ou mais agrotóxicos”
(IBAMA, 2022)**

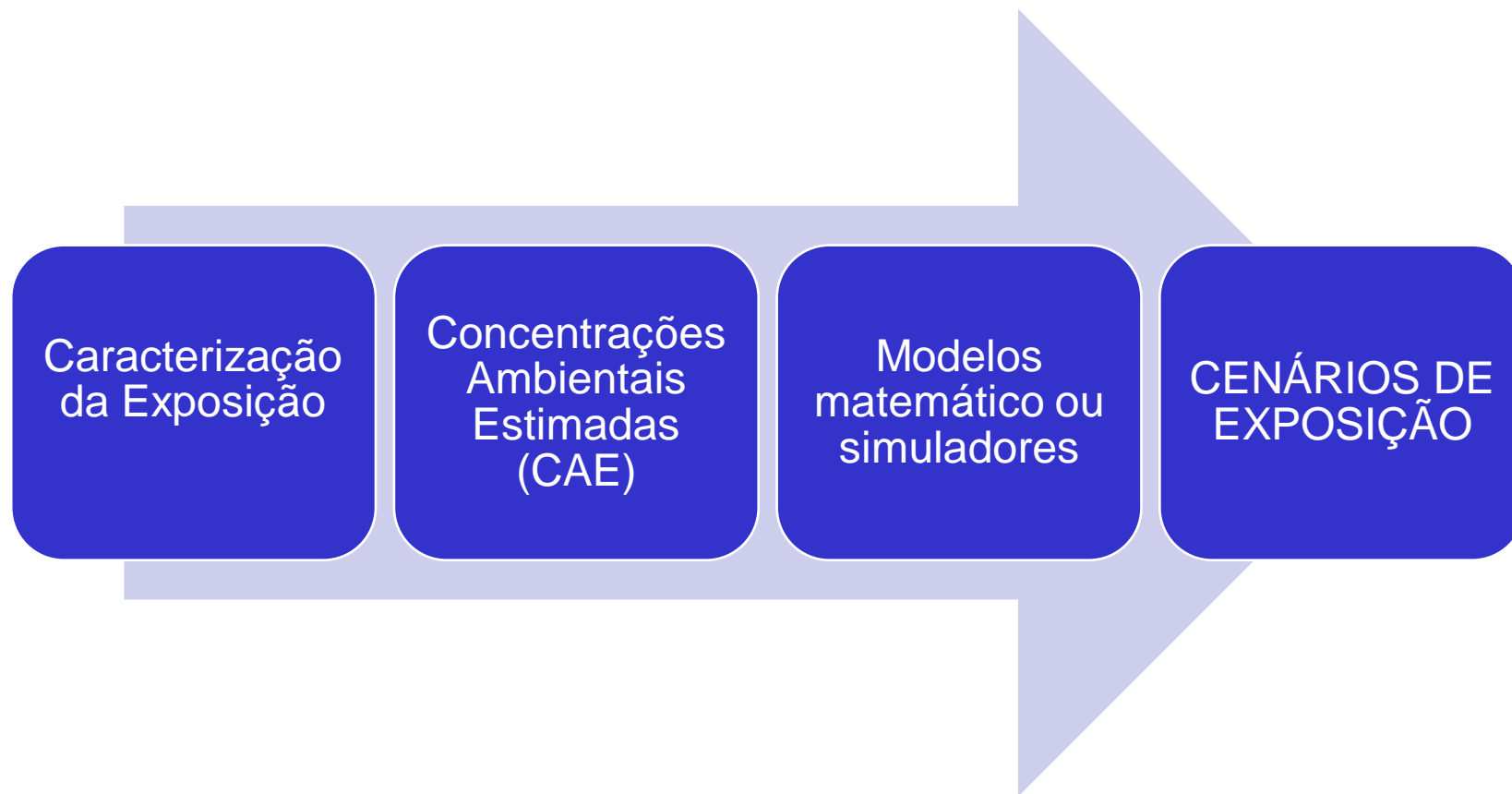


“quantidade do agrotóxico presente no ambiente e que esteja disponível para entrar em contato com o organismo não-alvo”
(IBAMA, 2022)





Avaliação do Risco Ambiental (ARA) de Agrotóxicos



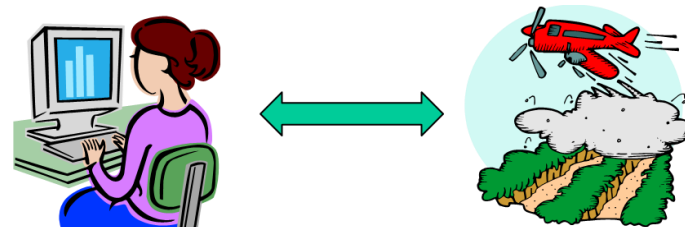
Avaliação do Risco Ambiental (ARA) de Agrotóxicos

- Na caracterização da exposição há necessidade do uso de “cenários de exposição”;
- **Cenários de exposição** = combinação **realista** e **representativa** de parâmetros que caracterizem o solo, condições climáticas, cultura e práticas agronômicas dos locais ou áreas de uso dos agrotóxicos.



Avaliação do Risco Ambiental (ARA) de Agrotóxicos

Vantagens no uso de cenários de exposição:



1. Aumento da consistência (todos atores usam os mesmos cenários para avaliar a exposição);
2. Maior rapidez e simplicidade nas simulações (já que todos os cenários já foram definidos);
3. Estabelece uma base para avaliação comum e acordada com todos os atores;
4. Possibilidade de representar a situação de “pior caso” de forma fundamentada e com base em critérios estatísticos;
5. Facilita a interpretação dos resultados.



Avaliação do Risco Ambiental (ARA) de Agrotóxicos

“Campo de forças”

Atores	Objetivos
Indústria	Registro
Agricultores	Eficiente/Menor custo
Governo (autoridades)	Compromisso defensável
Ambientalistas	Ausência de risco
Sociedade	

Compromisso defensável = baseado em argumentos que considerem conhecimento científico, viabilidade e segurança.



Modelos matemáticos e simuladores para água superficial

(alguns modelos usados na área regulatória)

EUA: **PWC**, PFAM, Tier I Rice Model e KABAM.

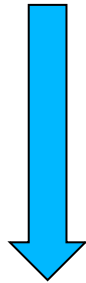
Europa: TOXSWA (MACRO e PRZM)

OBS: tendência de se ter poucos modelos e que sejam flexíveis na construção dos cenários de exposição. Assim, a ARA de agrotóxicos, por meio de fases, é construída com base no refinamento dos cenários (maior realidade) e não no uso de outro modelo! Para tal, o modelo deve ser robusto na descrição dos processos (rotas de exposição).



Pesticide in Water Calculator (PWC)

- Usado pela Agência de Proteção Ambiental (EPA) dos EUA;
- ARA de agrotóxicos na área regulatória;
- Modelo para área regulatória \neq modelo para “pesquisa”



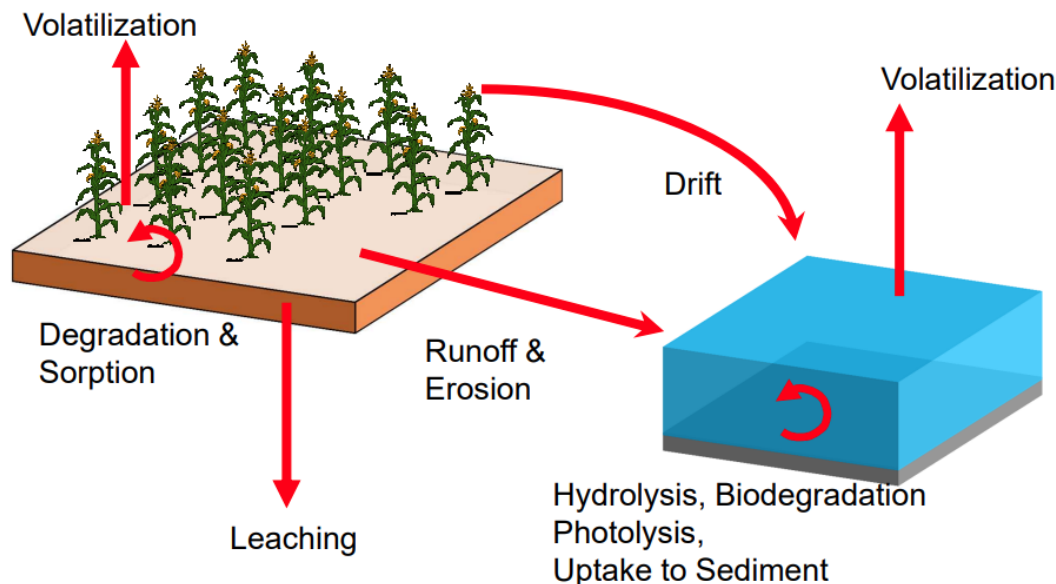
Tendem a ser mais simples e incorporam um certo nível de conservadorismo em função das incertezas na descrição dos processos e das variáveis ambientais.



Explicar os dados de pesquisa com base nos processos e mecanismos.



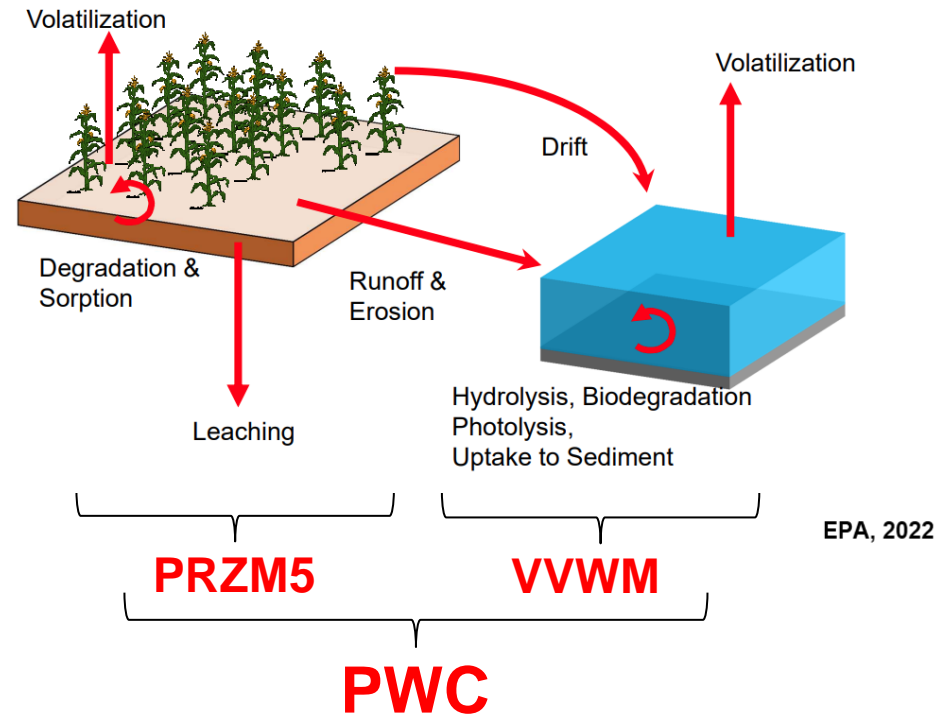
Pesticide in Water Calculator (PWC)



- **Campo agrícola**: método e época de aplicação, sorção, degradação, transporte (lixiviação, escoamento superficial e erosão), deriva, fenologia da cultura, etc;
- **Corpo hídrico**: hidrólise, fotólise, degradação, sorção, etc na coluna de água e zona bentônica.



Pesticide in Water Calculator (PWC)



- **PWC** = interface gráfica que une e executa os modelos PRZM5 (**P**esticide **R**oot **Z**one **M**odel) e VVWM (**V**ariable **V**olume **W**aterbody **M**odel) e permite a visualização dos resultados em gráficos e arquivo texto no formato usado para ARA de agrotóxicos.



Cenários de exposição para organismos aquáticos

Etapas para criação dos cenários brasileiros (abordagem):

1. Análise de vulnerabilidade com base em **processos que governam o transporte superficial** de agrotóxicos;
2. Recorte da análise de vulnerabilidade com base na distribuição espacial das culturas (área com **potencial de uso** do agrotóxico para soja, trigo, cana-de-açúcar, citros, algodão e café);
3. Ranqueamento dos locais com base no percentil 90 da vulnerabilidade;
4. Definição final do local com base em imagens de satélite (confirmação da metodologia).



Cenários de exposição para organismos aquáticos

Análise de Vulnerabilidade (IV):

$$IV = NMEC + MAESM - 2 \cdot CO$$

NMEC = número médio de dias no ano com escoamento superficial (dias);

MAESM = média anual de escoamento superficial máximo (cm);

CO = carbono orgânico do solo ($t\ ha^{-1}$).

* Normalização dos fatores (valores absolutos / média)

$$\text{Equação do PRZM5} \left\{ \begin{array}{ll} ES = \begin{cases} 0 & ; P \leq 0,2 \cdot S \\ \frac{(P - 0,2 \cdot S)^2}{P + 0,8 \cdot S} & ; P > 0,2 \cdot S \end{cases} & S = \frac{2540}{CN} - 25,4 \end{array} \right.$$



Cenários de exposição para organismos aquáticos

Análise de Vulnerabilidade (fonte de dados):

P { Dados meteorológicos diários (precipitação) – 34 anos (1980 a 2013)
Xavier et al. (2015) <https://utexas.app.box.com/v/Xavier-et-al-IJOC-DATA>

CN { FOCUS (2010), EPA (2007) e USDA (2004)

Cultura	Potencial de escoamento			
	Grupo Hidrológico			
	A	B	C	D
Soja	67	78	85	89
Cana-de-açúcar	70	80	87	90
Trigo	54	70	80	85
Algodão	67	78	85	89
Citros	36	60	73	79
Café	22	52	68	75



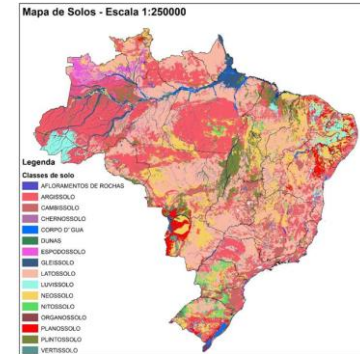
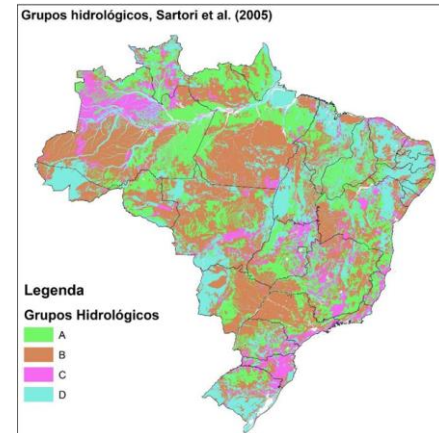
Cenários de exposição para organismos aquáticos

Análise de Vulnerabilidade (fonte de dados):

Grupos hidrológicos { Classificação hidrológica dos solos brasileiros:
Sartori et al. (2005)

Mapa de solos { Mapa de classificação dos solos brasileiros (1:250.000)
Embrapa (<http://geoinfo.cnps.embrapa.br/maps/616>)

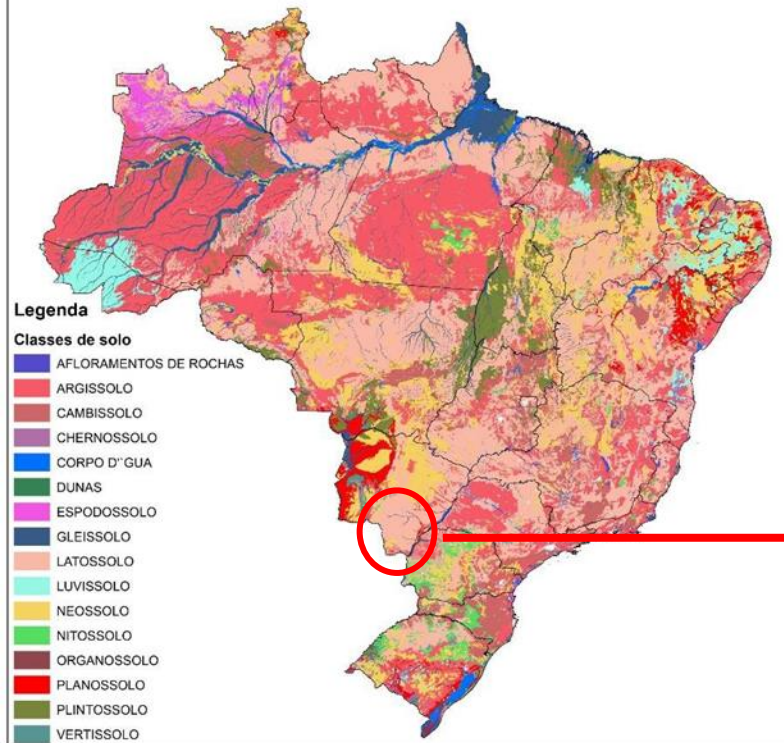
CO { Embrapa (<http://geoinfo.cnps.embrapa.br/documents/1115>)



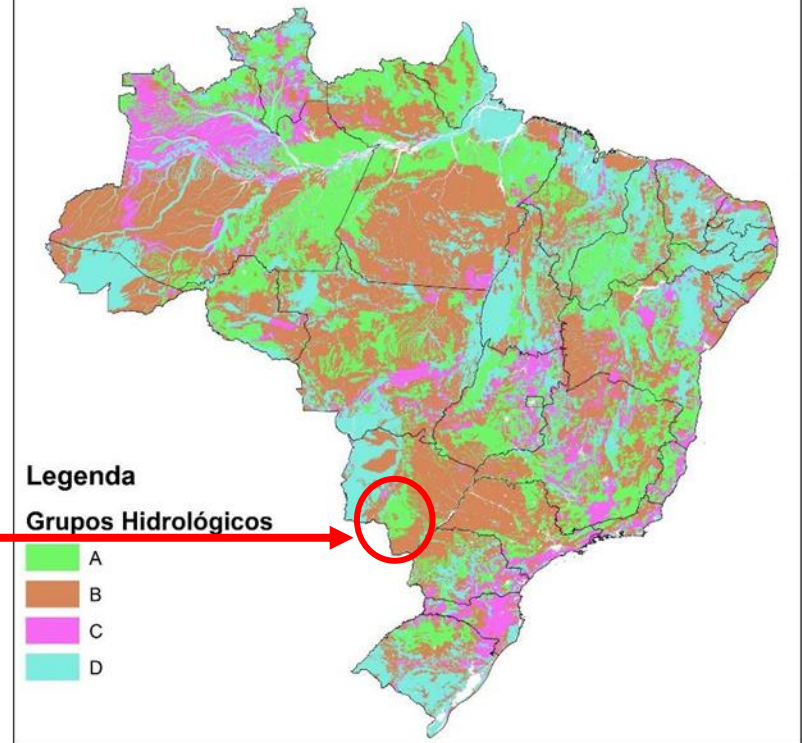
Cenários de exposição para organismos aquáticos

Análise de Vulnerabilidade (fonte de dados):

Mapa de Solos - Escala 1:250000



Grupos hidrológicos, Sartori et al. (2005)

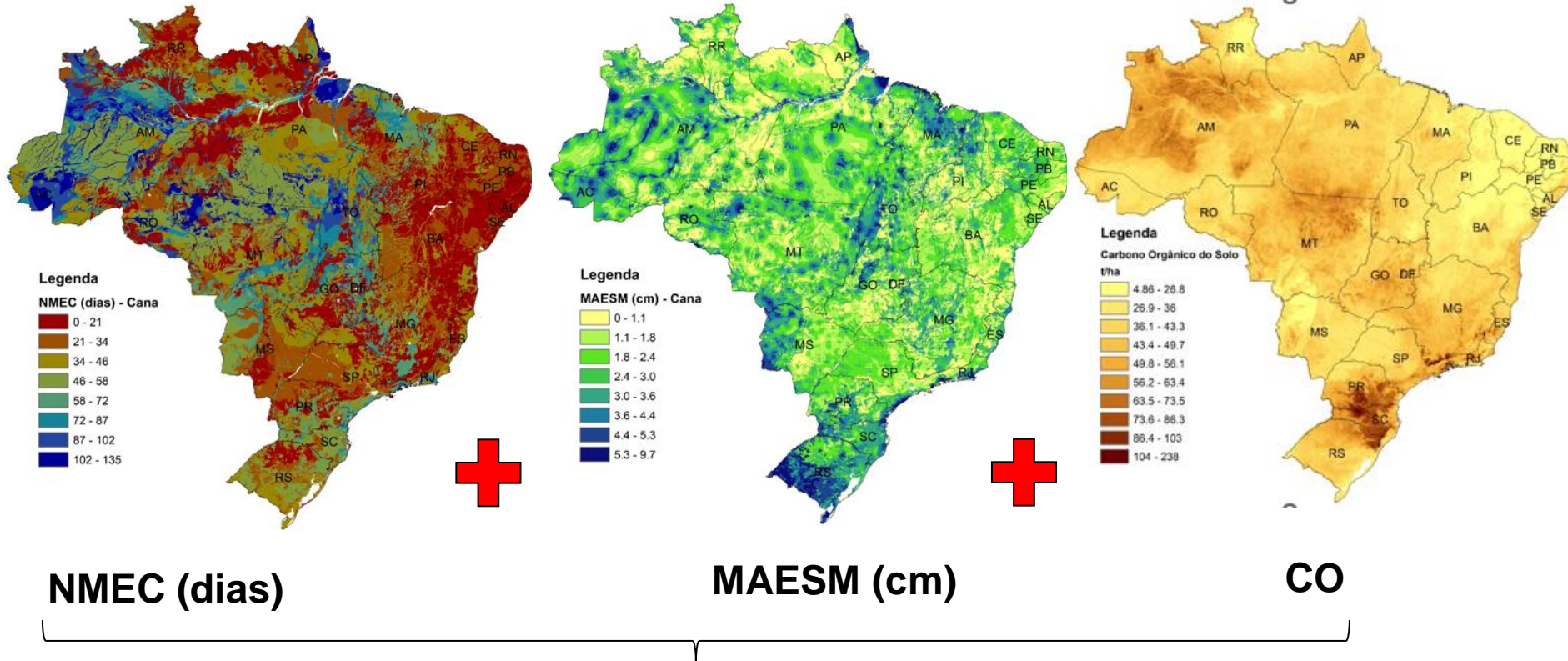


Ex: Latossolos com alto teor de argila (>75%) nos Grupos Hidrológicos A e B



Cenários de exposição para organismos aquáticos

Análise de Vulnerabilidade



$$IV = NMEC + MAESM - 2 \cdot CO$$

Cenários de exposição para organismos aquáticos

Análise de Vulnerabilidade:

- O “**IV**” foi calculado para cada célula (1 x 1 km) no Brasil, utilizando o pacote R;
- Foi desenvolvido um “script” no R, tendo como fonte de dados os mapas dos fatores de vulnerabilidade e dados de precipitação diária;
- Essa simulação, para todo o Brasil, leva em torno de dois dias (48 horas), considerando as seis culturas e 34 anos (48 horas em computador robusto!).



Cenários de exposição para organismos aquáticos

Análise de Vulnerabilidade:

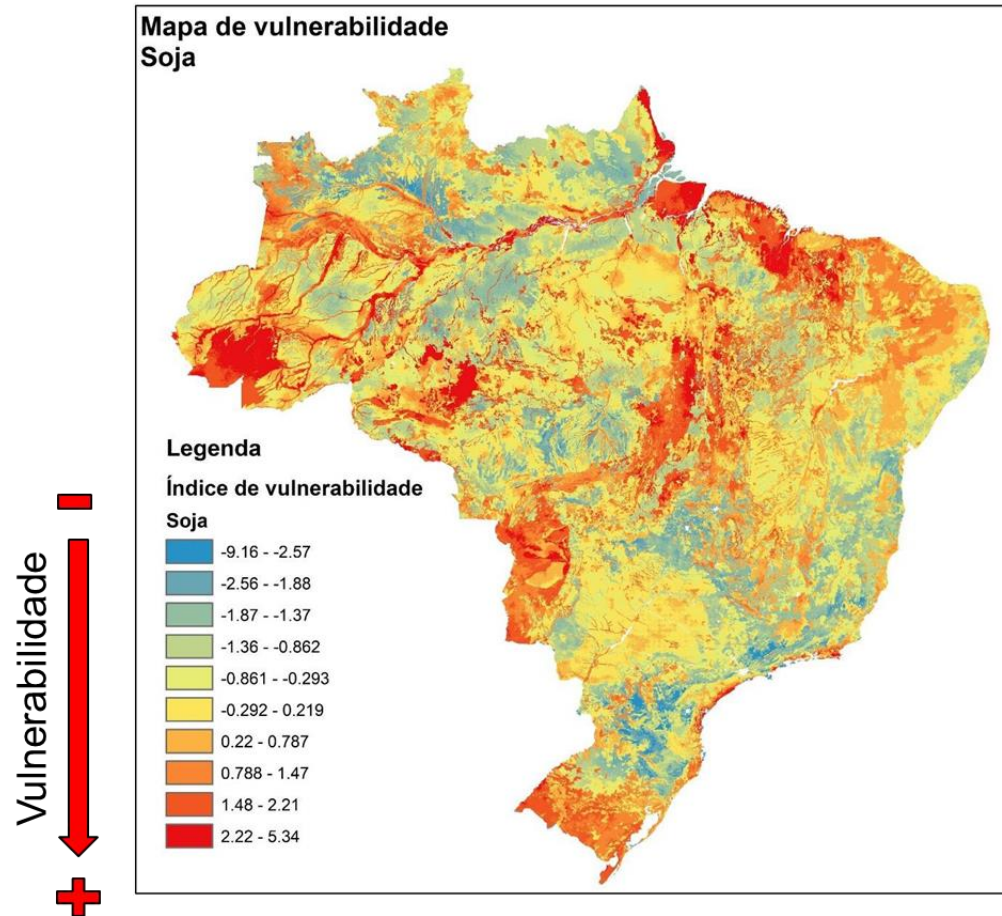
Script do R

```
#####  
### ANÁLISE DE VULNERABILIDADE PARA ÁGUA SUPERFICIAL - Organismos Aquáticos  
###  
### Premissa: A análise foi baseada na definição e uso de um índice de vulnerabilidade (IV) que considera  
### como rotas de transporte para entrada do agrotóxico na água superficial apenas o escoamento  
### superficial. Considera também que a avaliação da vulnerabilidade deve considerar o tipo de  
### cultura e sua distribuição espacial no Brasil.  
###  
### O IV é composto por fatores de vulnerabilidade, sendo o IV dado por:  
###  
###  $IV = NMEC + MAESM - 2 * CO$   
###  
### onde:  
###  
### NMEC = número médio de dias no ano com escoamento superficial (dias)  
### MAESM = média anual de escoamento superficial máximo (cm)  
### CO = carbono orgânico do solo (g/kg)  
###  
### Obs: para evitar que o IV seja dominado por um único fator de vulnerabilidade, devido às diferentes  
### amplitudes de valores, utilizou-se a média de cada fator de vulnerabilidade para normalização.  
###  
### CÁLCULO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL (usado para obtenção de NMEC e MAESM)  
###  
### Premissa: Os modelos matemáticos usados na ferramenta PRZM para estimativa de escoamento superficial são  
### bastante difundidos e aceitos pela área regulatória de agrotóxicos em todo o mundo (EUA e CE). Assim,  
### esses modelos matemáticos (analíticos) foram usados para simulação usando SI ### cálculo do escoamento superficial por dia para cada célula no Brasil (1980 - 2013)  
### no Brasil.  
###  
###  $R = (P - 0,2 * S)^2 / (P + 0,8 * S)$  ; se P maior que  $0,2 * S$   
###  
### Os resultados da simulação são transferidos para os fatores de vulnerabilidade NMEC e MAESM:  
###  
### 1. Para cada célula do raster verifica-se a ocorrência de escoamento superficial em um time-step de um dia (passo da sim  
### Cada dia com escoamento superficial é registrado e um novo raster é criado para cada ano, separadamente,  
### gerando o número de dias no ano com escoamento superficial. Ao final, os 34 rasters são agregados pelo cálculo do va  
### 2. Além do número de dias com escoamento superficial em cada célula do raster, a quantidade de escoamento superficial é  
### por ano é calculada e, na sequência, a média anual de escoamento superficial máximo, MAESM (cm) para cada célula.  
  
f <- met.dir[i]  
j <- 1  
for(f in met.dir){  
  met <- brick(f)  
  
  ## Restringir o período da simulação entre setembro e abril de cada ano (corresponde ao  
  ## período de cultivo da maior parte das culturas, além de maiores precipitações e uso de agrotóxicos).  
  myDate <- ymd(sub("X", "", names(met)))  
  layers_re1 <- myDate[month(myDate) >= 9 | month(myDate) <= 4] %>% as.character() %>% str_c("X", .) %>% str_replace_all("-",  
  met <- raster::subset(met, layers_re1)  
  
  for(j in 1:nlayers(met)){  
    x1 <- raster(met, layer = j)  
    print(names(x1))  
    x1 <- x1/10 # Transformar precipitação (P) em centímetros (cm).  
    myDate <- ymd(sub("X", "", names(x1)))  
  }  
}
```



Cenários de exposição para organismos aquáticos

Análise de Vulnerabilidade

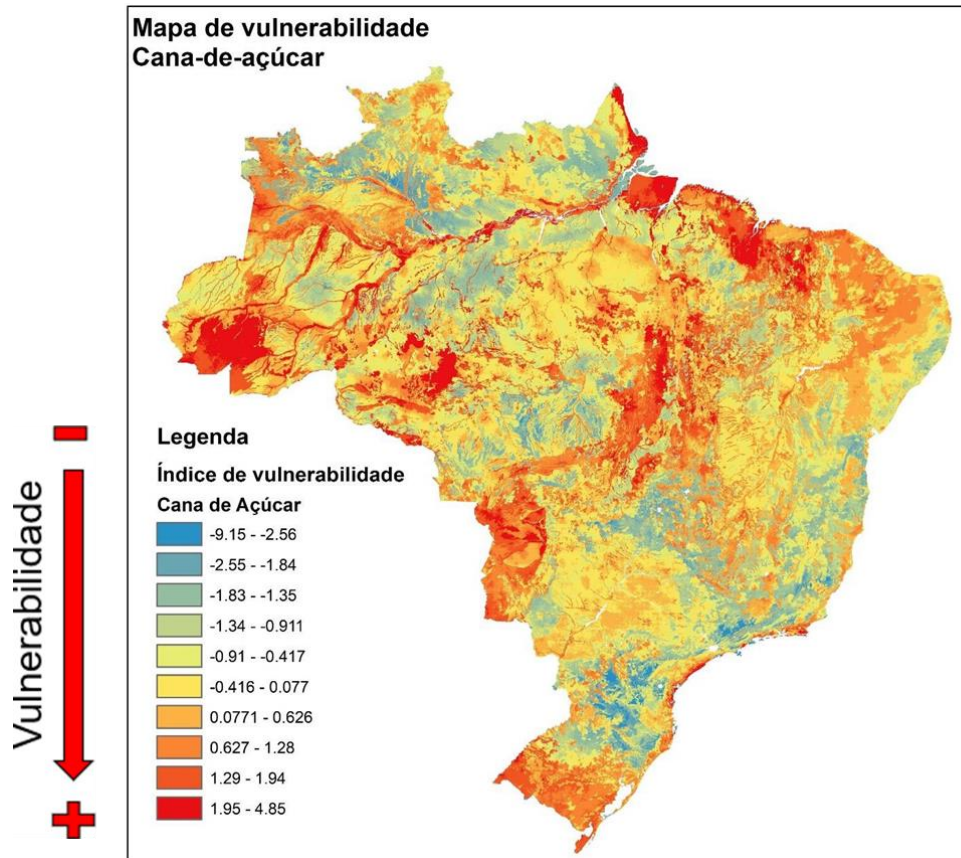


Sem o recorte para a
distribuição espacial
da cultura da soja no
Brasil

Resolução: 1 x 1 km

Cenários de exposição para organismos aquáticos

Análise de Vulnerabilidade



Sem o recorte para a
distribuição espacial
da cultura da cana-
de-açúcar no Brasil

Resolução: 1 x 1 km



Cenários de exposição para organismos aquáticos

Etapas para criação dos cenários brasileiros (abordagem):

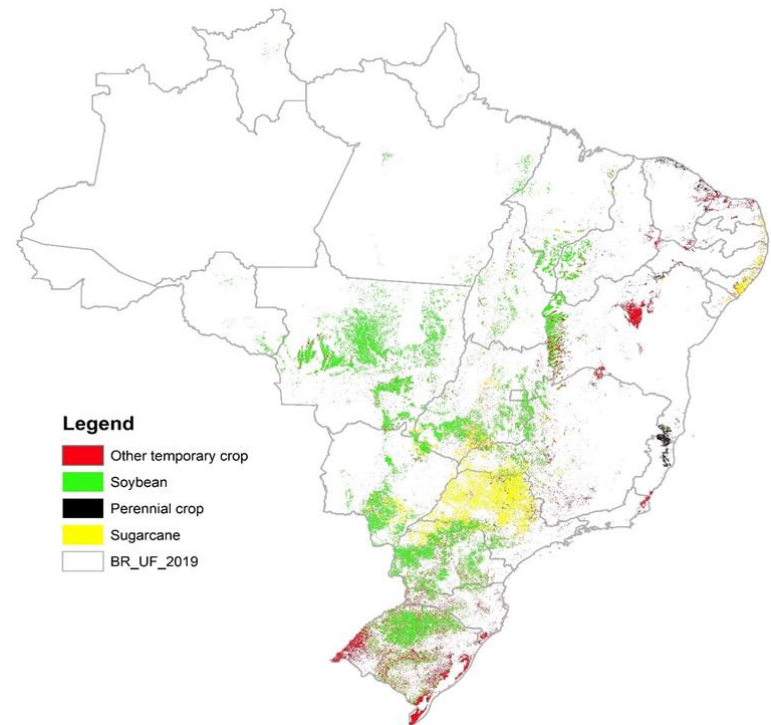
1. Análise de vulnerabilidade com base em **processos que governam o transporte superficial** de agrotóxicos;
2. Recorte da análise de vulnerabilidade com base na distribuição espacial das culturas (área com **potencial de uso** do agrotóxico para soja, trigo, cana-de-açúcar, citros, algodão e café);
3. Ranqueamento dos locais com base no percentil 90 da vulnerabilidade;
4. Definição final do local com base em imagens de satélite (confirmação da metodologia).



Cenários de exposição para organismos aquáticos

Análise de Vulnerabilidade (recorte do mapa do IV pelas culturas de interesse):

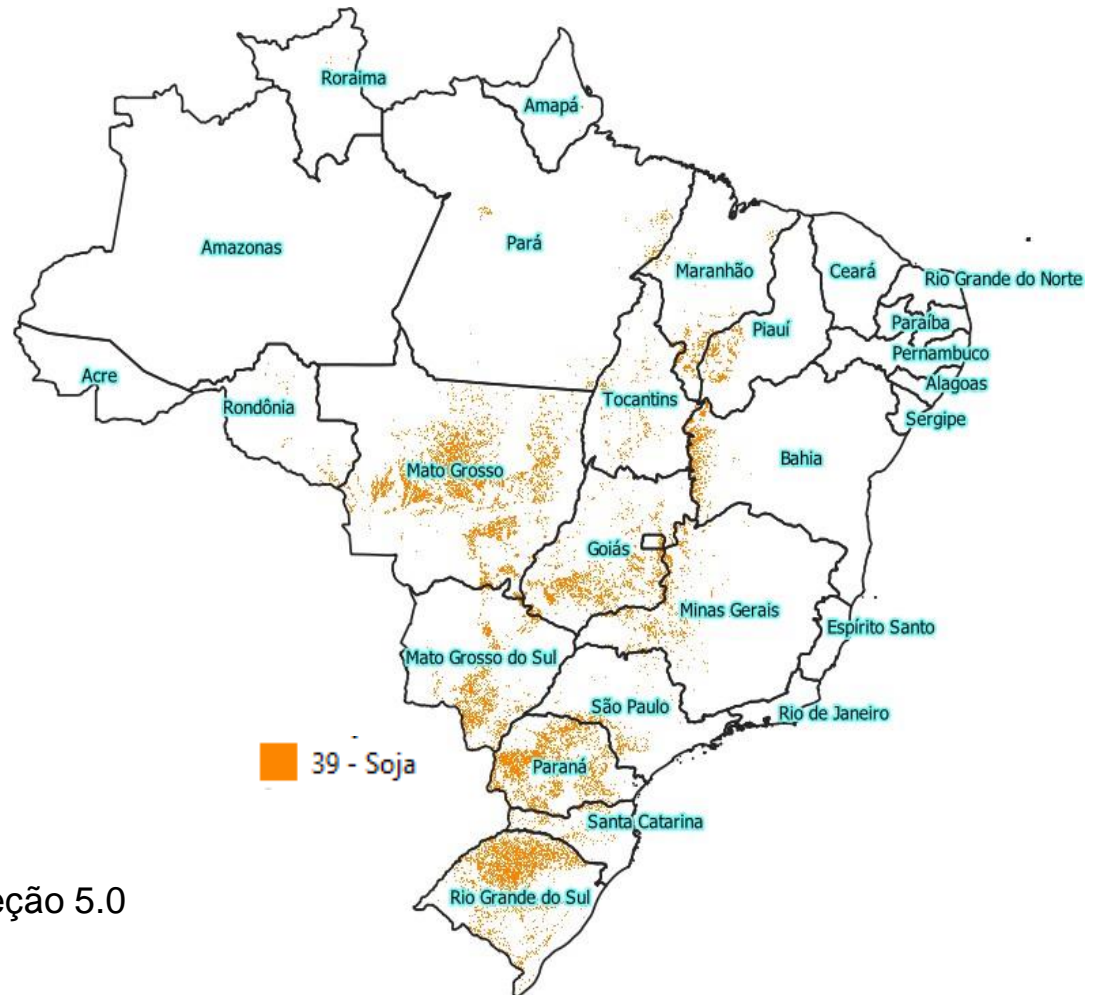
**Distribuição espacial das culturas: MapBiomass 5.0 e 6.0 ou
IBGE + MapBiomass 5.0 e 6.0**



Cenários de exposição para organismos aquáticos

Análise de Vulnerabilidade (fonte de dados):

Soja



Fonte: MapBiomas coleção 5.0

Cenários de exposição para organismos aquáticos

Análise de Vulnerabilidade (fonte de dados):

Cana-de-açúcar

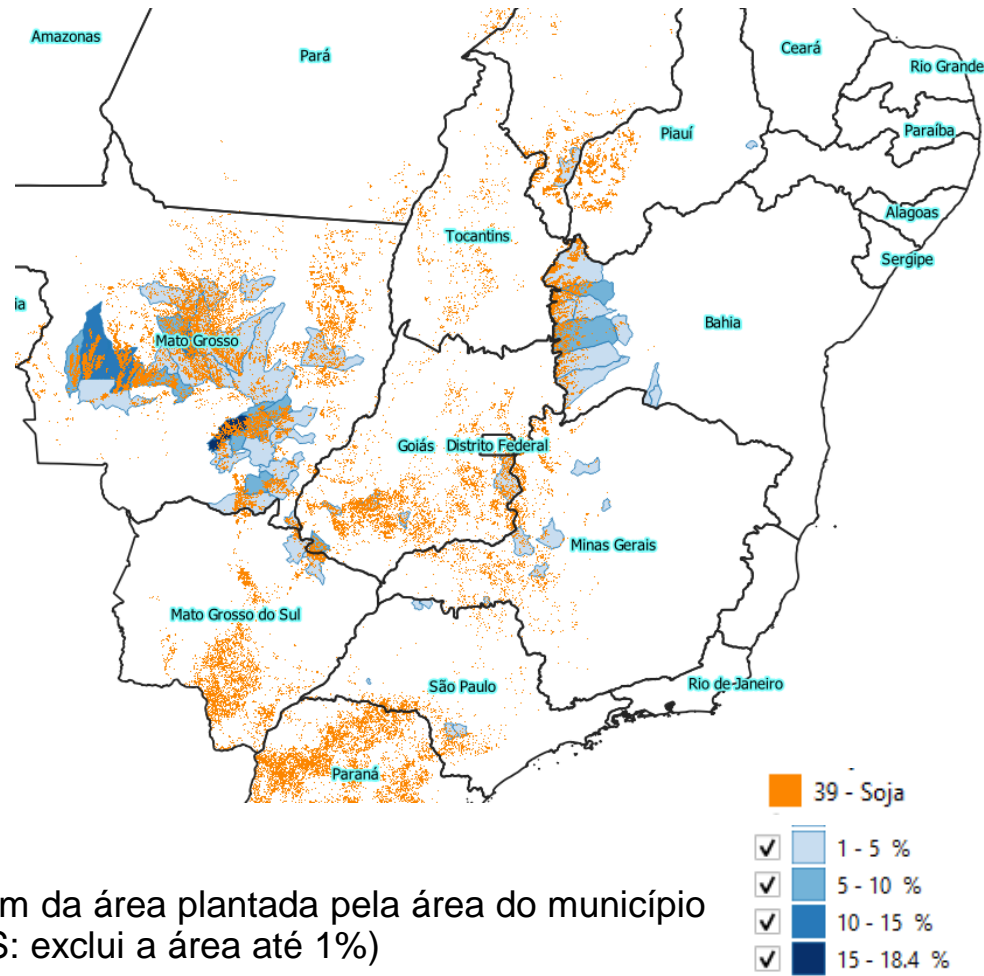


Fonte: MapBiomas coleção 5.0

Cenários de exposição para organismos aquáticos

Análise de Vulnerabilidade (fonte de dados):

Algodão
(MapBiomas coleção 5.0 + IBGE)

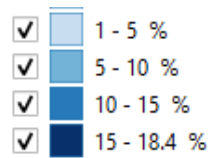


Cenários de exposição para organismos aquáticos

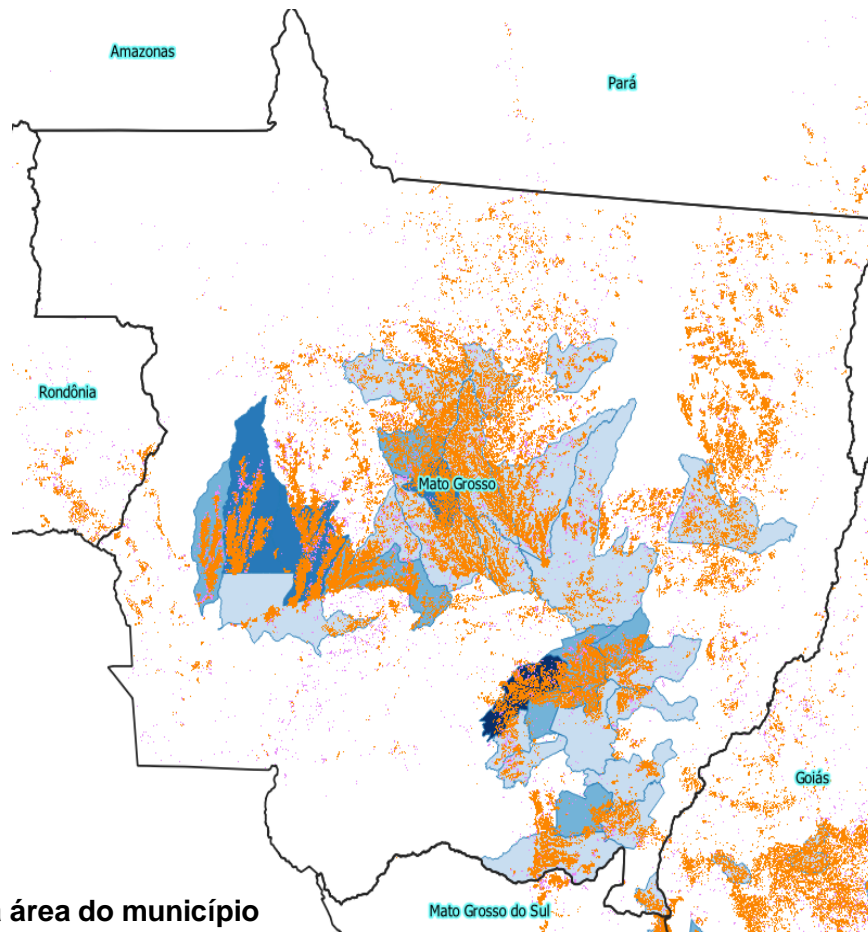
Análise de Vulnerabilidade (fonte de dados):

Algodão
MT = 80% é de 2ª safra
(após colheita da soja)

39 - Soja
41 - Outras Lavouras Temporárias



IBGE - Percentagem da área plantada pela área do município
(OBS: exclui a área até 1%)



Cenários de exposição para organismos aquáticos

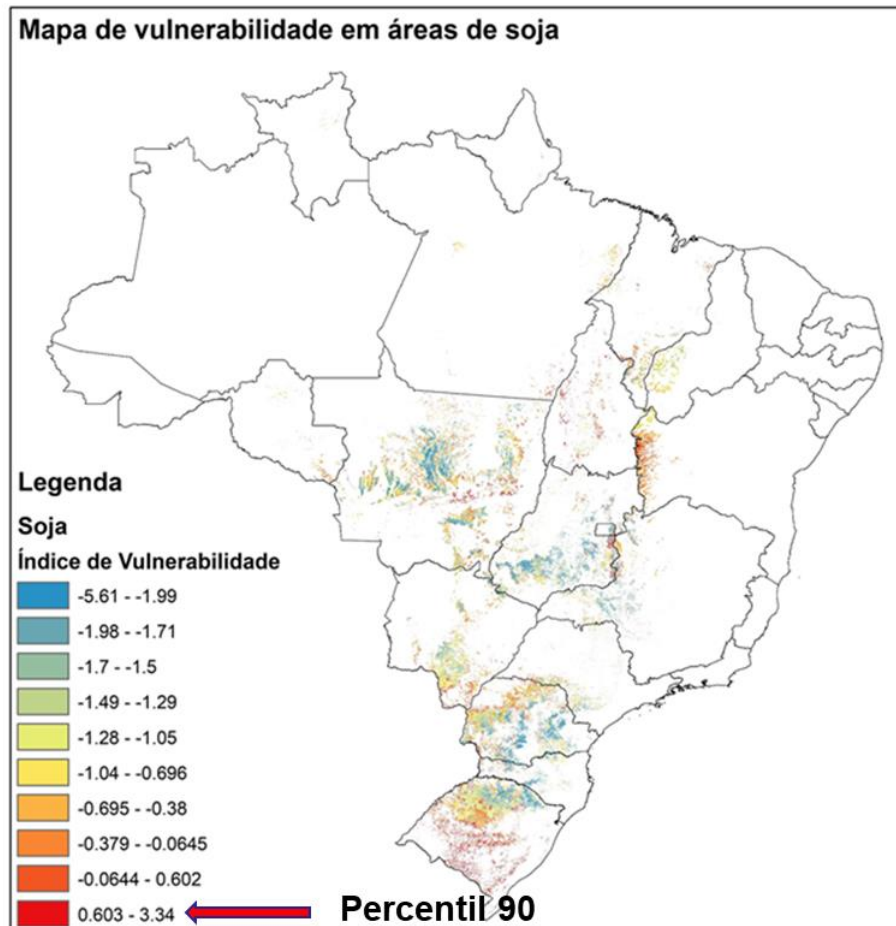
Etapas para criação dos cenários brasileiros (abordagem):

1. Análise de vulnerabilidade com base em **processos que governam o transporte superficial** de agrotóxicos;
2. Recorte da análise de vulnerabilidade com base na distribuição espacial das culturas (área com **potencial de uso** do agrotóxico para soja, trigo, cana-de-açúcar, citros, algodão e café);
3. **Ranqueamento dos locais com base no percentil 90 da vulnerabilidade;**
4. Definição final do local com base em imagens de satélite (confirmação da metodologia).

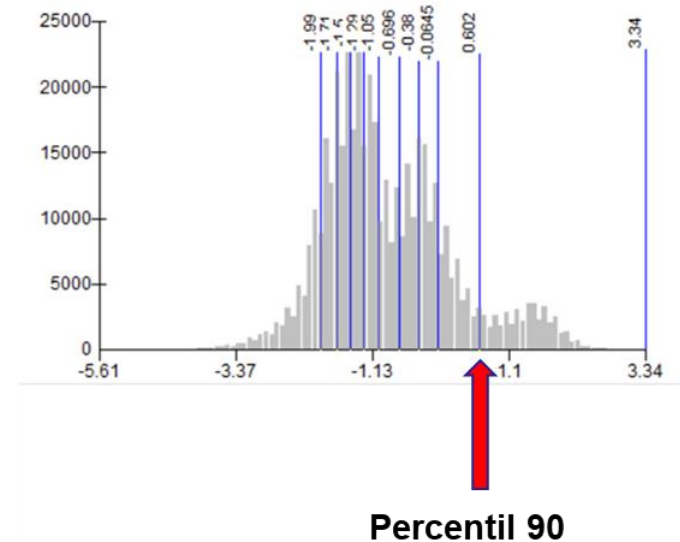


Cenários de exposição para organismos aquáticos

Análise de Vulnerabilidade (mapa final por cultura e 90 percentil):



SOJA



Cenários de exposição para organismos aquáticos

Soja								
FID	pointid	Rank	VI	Carbono_Or (g cm-3)	MAESM (cm)	NMEC (dias)	SoilGroups	Solos_rast
9	34526	1	0,602022	34,12	3,27	24,32	B	ARGISSOLO
7	28543	2	0,602055	40,71	3,66	29,09	B	LATOSSOLO
5	25275	3	0,602089	43,99	3,83	31,88	B	NITOSSOLO
8	30707	4	0,602114	46,76	3,67	39,82	C	ARGISSOLO
6	27805	5	0,602135	41,25	3,73	28,88	B	LATOSSOLO
0	3091	6	0,602168	29,38	2,55	28,97	A	LATOSSOLO
4	24503	7	0,602168	54,63	4,26	43,32	A	LATOSSOLO
1	7407	8	0,602170	28,80	1,71	43,47	B	LATOSSOLO
3	24209	9	0,602175	51,28	3,80	45,68	C	CAMBISSOLO
2	17383	10	0,602193	58,80	2,63	80,74	A	LATOSSOLO

Além do Índice de Vulnerabilidade, usamos critérios adicionais.



- 1) Mesorregião (IBGE);
- 2) Produtividade do município na Mesorregião (IBGE)

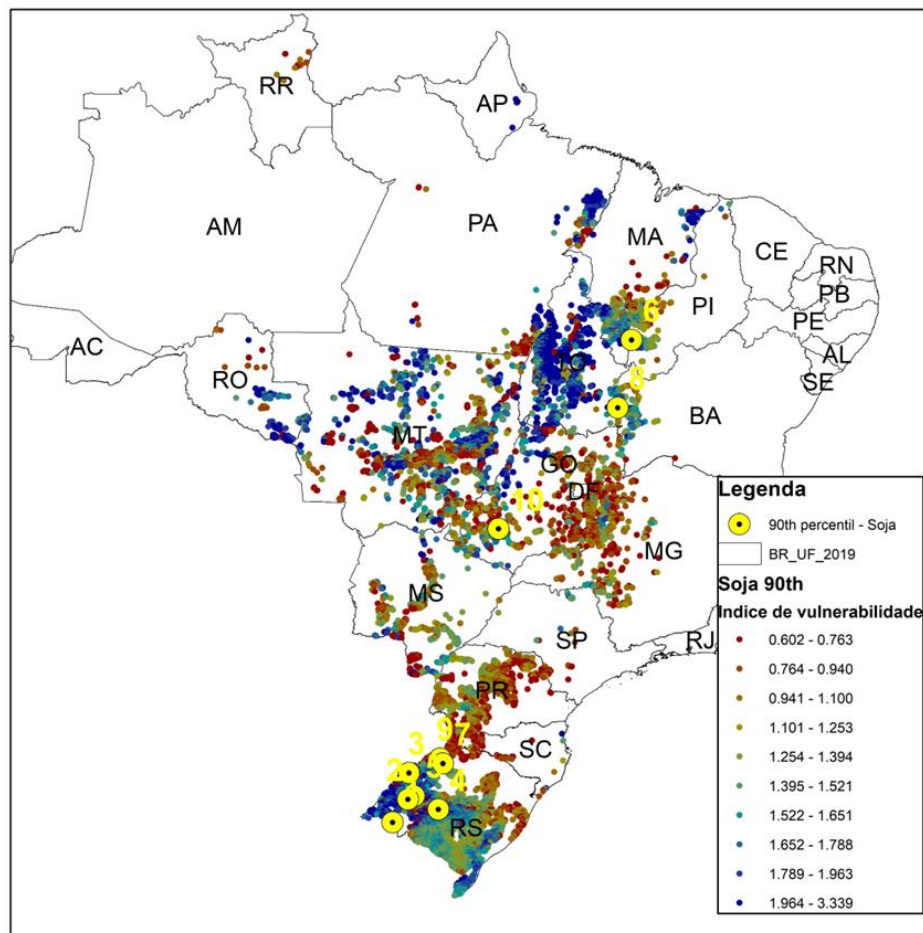
Município	Estado	Área territorial município (km²)	Área de produção (km²) - IBGE	% do município com produção
Quaraí	RS	3140	4	0
Manoel Viana	RS	1391	420	30
Garruchos	RS	804	183	23
Dilermando de Aguiar	RS	601	233	39
São Francisco de Assis	RS	2508	500	20
Santa Filomena	PI	5285	611	12
Alegria	RS	173	68	39
Luís Eduardo Magalhães	BA	4036	1776	44
Nova Candelária	RS	98	30	31
Rio Verde	GO	8387	3400	41



Cenários de exposição para organismos aquáticos

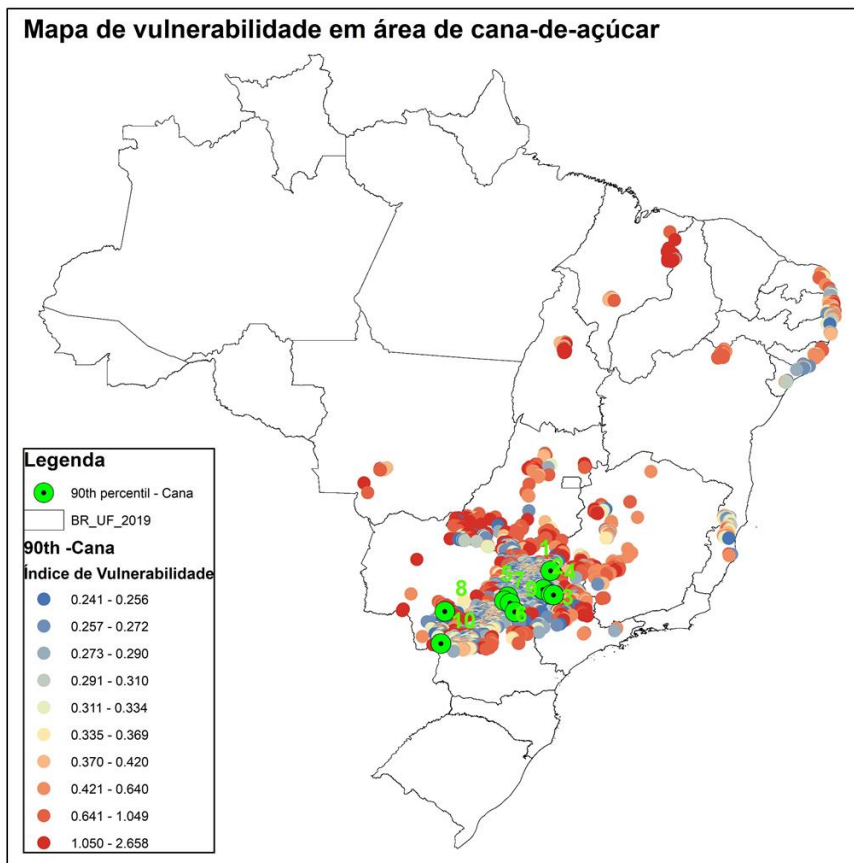
Análise de Vulnerabilidade (definição do 90 percentil do IV):

SOJA

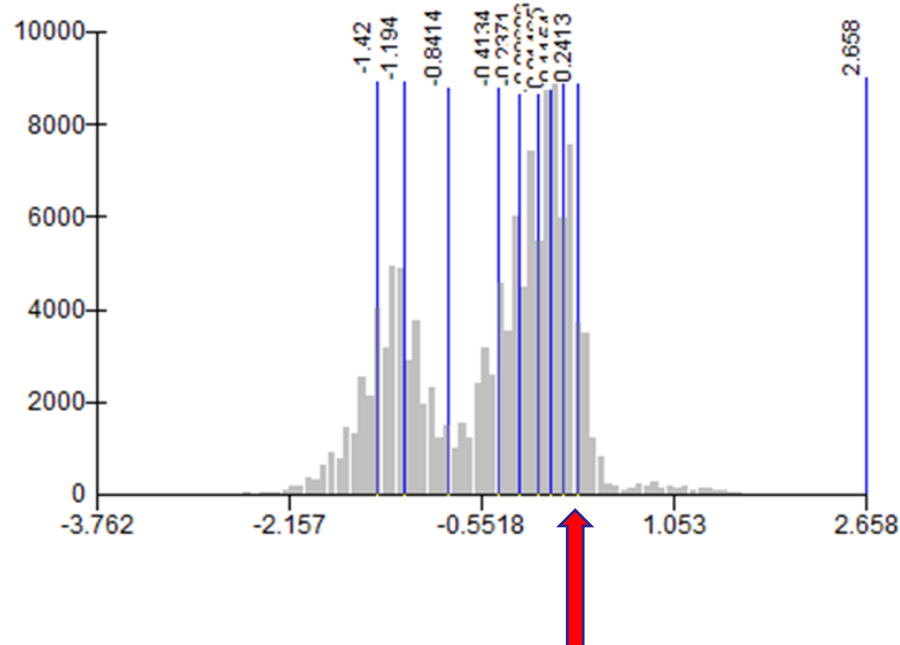


Cenários de exposição para organismos aquáticos

Análise de Vulnerabilidade (definição do 90 percentil do IV):



Cana-de-açúcar



Percentil 90

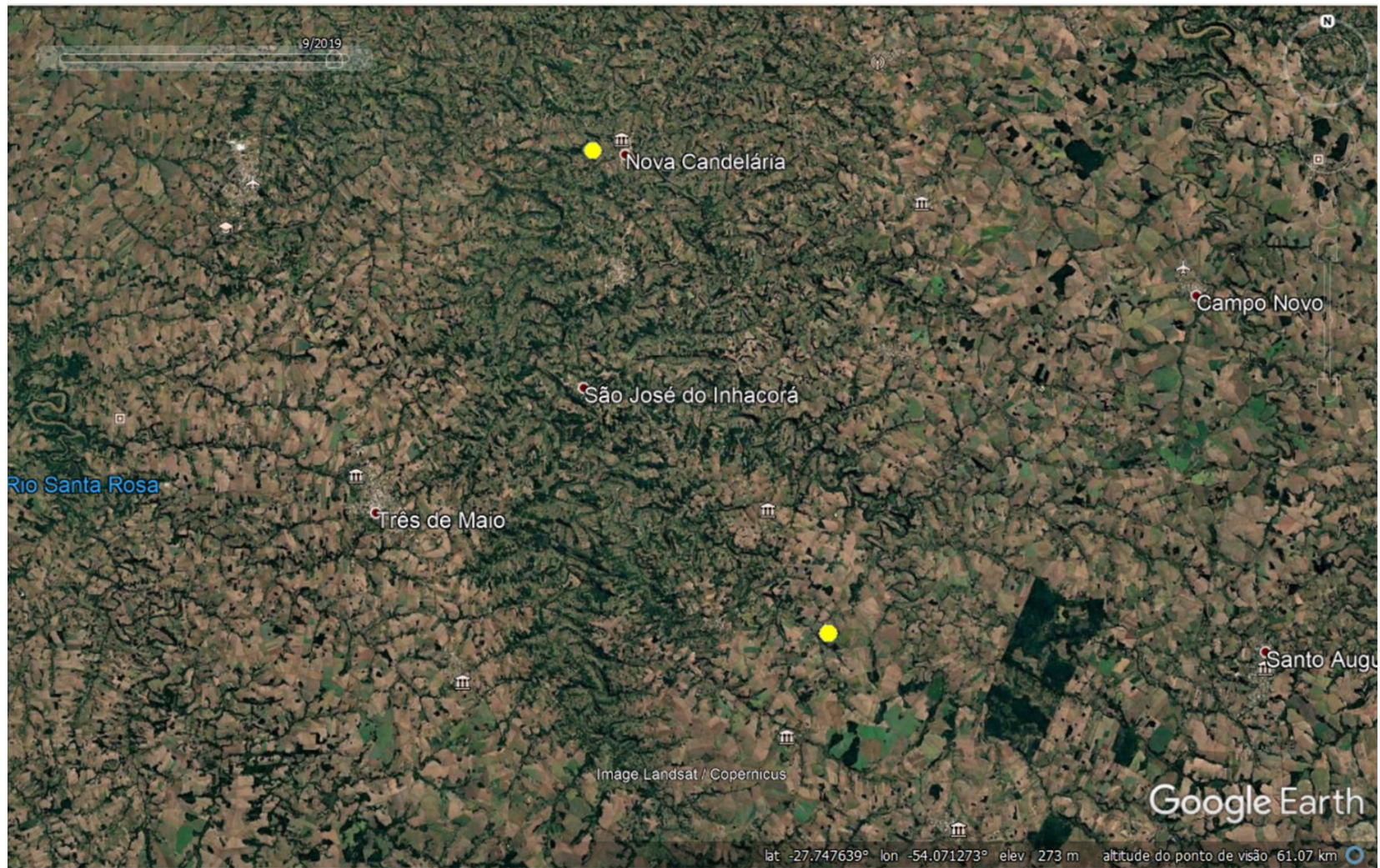
Cenários de exposição para organismos aquáticos

Etapas para criação dos cenários brasileiros (abordagem):

1. Análise de vulnerabilidade com base em **processos que governam o transporte superficial** de agrotóxicos;
2. Recorte da análise de vulnerabilidade com base na distribuição espacial das culturas (área com **potencial de uso** do agrotóxico para soja, trigo, cana-de-açúcar, citros, algodão e café);
3. Ranqueamento dos locais com base no percentil 90 da vulnerabilidade;
4. Definição final do local com base em imagens de satélite (confirmação da metodologia).



SOJA



SOJA



SOJA



Cenários de exposição para organismos aquáticos

Locais para desenvolvimento dos cenários de exposição										
Coordenadas Geográficas					Fatores de Vulnerabilidade					
Cultura	Local (município)	Estado	Latitude	Longitude	Índice de Vulnerabilidade	CO (g cm ⁻³)	Média anual de escoamento superficial máximo (cm)	Número médio de dias no ano com escoamento superficial (dias)	Grupo hidrológico do solo	Solo (Ordem)
Cana-de-açúcar	Uchoa	SP	-21,029684	-49,175137	0,24127	31,32	2,10	35,24	B	ARGISSOLO
Cana-de-açúcar	Santa Adélia	SP	-21,279663	-48,783504	0,24131	32,70	2,29	34,50	B	ARGISSOLO
Soja	Alegria	RS	-27,837439	-53,999727	0,60217	54,63	4,26	43,32	A	LATOSSOLO
Soja	Nova Candelária	RS	-27,612458	-54,124717	0,60218	51,28	3,80	45,68	C	CAMBISSOLO
Soja	Luís Eduardo Magalhães	BA	-12,122107	-46,300381	0,60217	28,80	1,71	43,47	B	LATOSSOLO
Café	Santana da Vargem	MG	-21,246332	-45,492117	0,98745	44,60	0,85	12,56	C	CAMBISSOLO
Café	Coqueiral	MG	-21,121343	-45,34213	0,99282	49,45	0,89	13,88	C	CAMBISSOLO
Café	Jaguaré	ES	-18,913197	-40,092575	0,99152	38,13	0,91	9,35	C	ARGISSOLO
Citros	Avai	SP	-22,279578	-49,383453	-0,50688	28,43	0,37	4,85	B	ARGISSOLO
Citros	Duartina	SP	-22,362904	-49,383453	-0,50601	31,32	0,46	5,24	B	ARGISSOLO



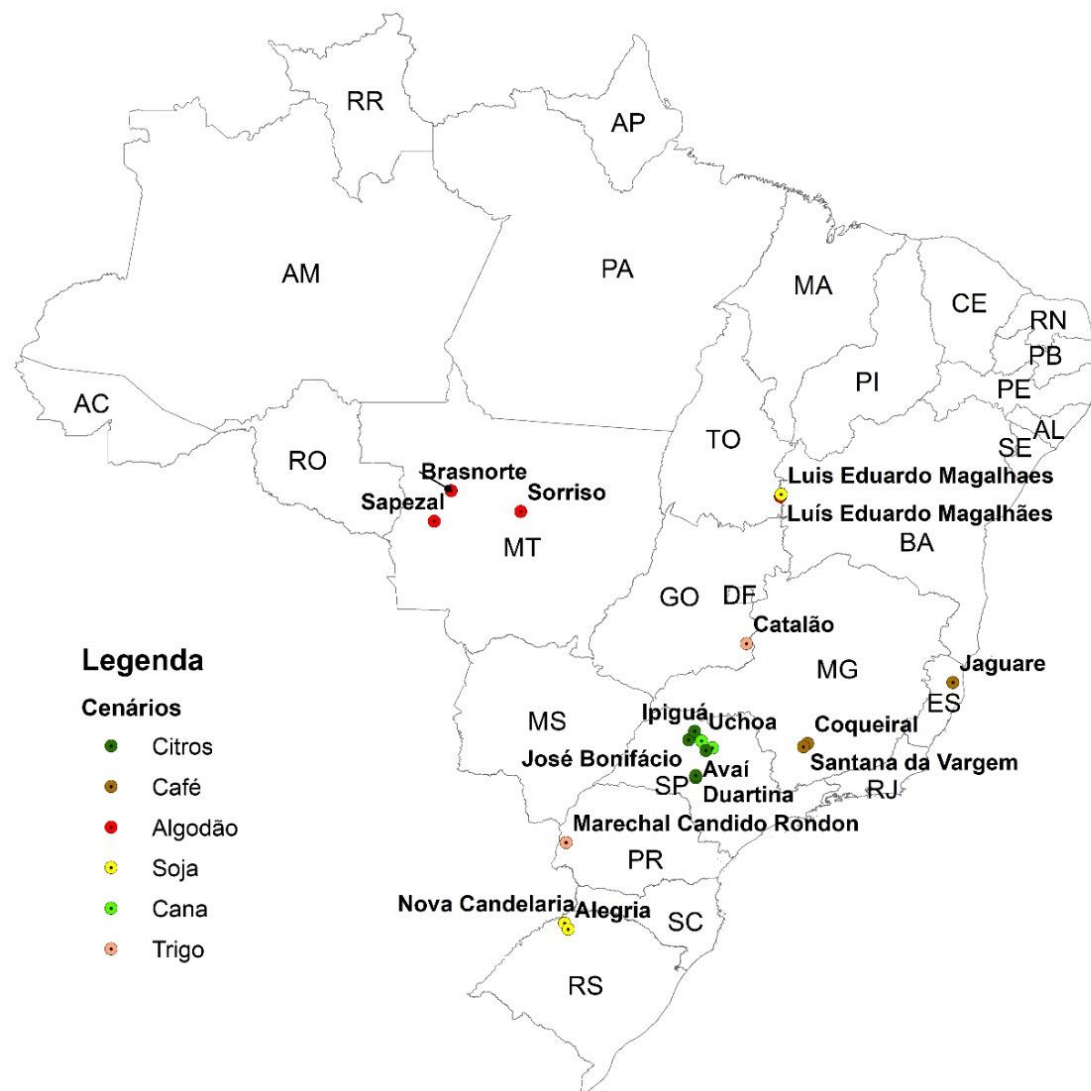
Cenários de exposição para organismos aquáticos

Ao final da etapa de análise de vulnerabilidade para as seis culturas, foram apresentados **19 cenários**:

- Algodão: **4 cenários** (Brasnorte-MT, Sapezal-MT, Sorriso-MT e LEM-BA);
- Café: **3 cenários** (Coqueiral-MG, Santana da Vargem-MG e Jaguaré-ES);
- Citros: **5 cenários** (Avaí-SP, Duartina-SP, José Bonifácio-SP, Ipiranga-SP e Itajobi-SP);
- Cana-de-açúcar: **2 cenários** (Uchoa-SP e Santa Adélia-SP);
- Soja: **3 cenários** (Alegria-RS, Nova Candelária-RS e LEM-BA);
- Trigo: **2 cenários** (Marechal Cândido Rondon-PR e Catalão-GO).



Cenários de exposição para organismos aquáticos



Parametrização dos cenários de exposição no PWC

Dados meteorológicos (base de dados de Xavier *et al.* 2015);

Cultura (literatura e ajuda de especialistas da Embrapa e Fundecitrus);

Solos (base de dados da Embrapa, IBGE, HYBRAS e funções de pedotransferência);

Escoamento superficial (literatura, imagem de satélite e uso de valores “padrões” do PWC);

Erosão (literatura e uso de valores “padrões” do PWC).



Parametrização dos cenários de exposição no PWC

- Planilha com os dados de entrada dos 19 cenários, incluindo **justificativas e fontes**.

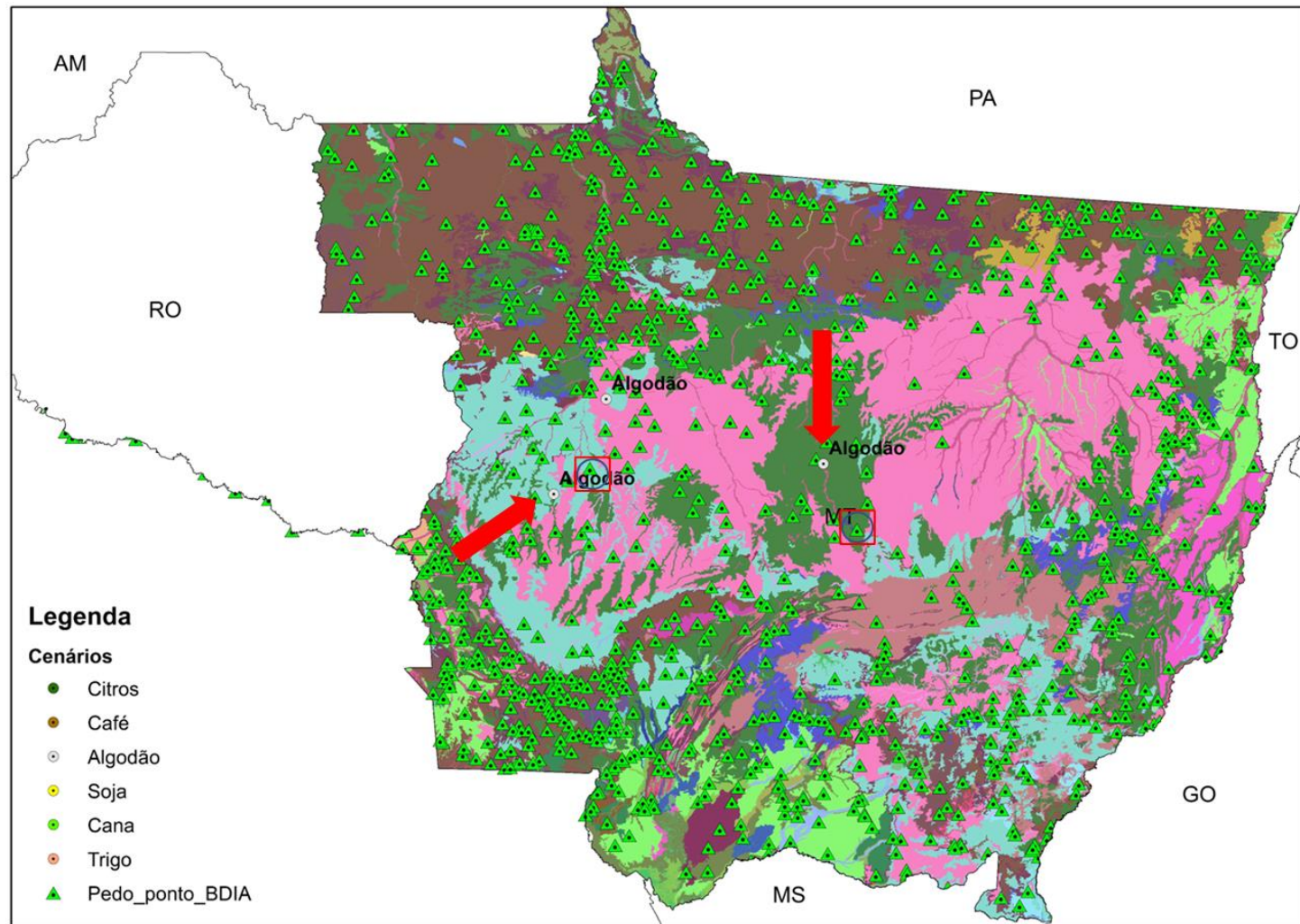
INPUT AND OUTPUT FILE NAMES							
Variable Name	Variable Description	Units	Value Luís Eduardo Magalhães - BA	Value Sapezal - MT	Value Sorriso - MT	Value Brasnorte - MT	Selection Notes
Meteorology file	Full path of meteorology file and file name	*.wea	C:\Users\romulo\Documents\RES ULTADOS PROJETOSICENARIOS EXPOSICAO IBAMA EMBRAPAICENARIOS_PWCIALG ODAO\Algodao_LuisEduardoMag alhaes.wea	C:\Users\romulo\Documents\RES ULTADOS PROJETOSICENARIOS EXPOSICAO IBAMA EMBRAPAICENARIOS_PWCIALG ODAO\Algodao_Sapezal.wea	C:\Users\romulo\Documents\RES ULTADOS PROJETOSICENARIOS EXPOSICAO IBAMA EMBRAPAICENARIOS_PWCIALG ODAO\Algodao_Sorriso.wea	C:\Users\romulo\Documents\RES ULTADOS PROJETOSICENARIOS EXPOSICAO IBAMA EMBRAPAICENARIOS_PWCIALG ODAO\Algodao_Brasnorte.wea	01/01/1980 a 31/12/2015 (35 anos)
PRZM5 time series output file	full path and filename for the output time series file	*.zts	C:\Users\romulo\Documents\RES ULTADOS PROJETOSICENARIOS EXPOSICAO IBAMA EMBRAPAICENARIOS_PWCIALG ODAO\Algodao_LuisEduardoMag alhaes.zts	C:\Users\romulo\Documents\RES ULTADOS PROJETOSICENARIOS EXPOSICAO IBAMA EMBRAPAICENARIOS_PWCIALG ODAO\Algodao_Sapezal.zts	C:\Users\romulo\Documents\RES ULTADOS PROJETOSICENARIOS EXPOSICAO IBAMA EMBRAPAICENARIOS_PWCIALG ODAO\Algodao_Sorriso.zts	C:\Users\romulo\Documents\RES ULTADOS PROJETOSICENARIOS EXPOSICAO IBAMA EMBRAPAICENARIOS_PWCIALG ODAO\Algodao_Brasnorte.zts	01/01/1980 a 31/12/2015 (35 anos)

HYDROLOGY AND EROSION PARAMETERS							
Variable Name	Variable Description	Units	Value Luís Eduardo Magalhães - BA	Value Sapezal - MT	Value Sorriso - MT	Value Brasnorte - MT	Selection Notes
PFAC	Pan factor	dimensionless	1	1	1	1	No arquivo .wea são fornecidos valores de ET0 (evapotranspiração potencial - romulo_l_eam.nacexpositada.de Não se considera formação de neve no cenário.
SFAC	Snow factor	cm / °C	0	0	0	0	Manual do PRZMS (Agosto de 2020) na página 22.
ANETD	Depth of evaporation extraction	cm	10	10	10	10	Se a profundidade da raiz for maior que 10 cm, o PRZM utiliza a Used when ERLAG=0. If values is 0, there is no initial crop. If
INICRP	Index for the initial crop if the simulation date occurs before the	integer	0	0	0	0	Não se aplica
ERFLAG	Flag to calculate erosion	integer	4	4	4	4	ERFLAG=0, no erosion calculated; ERFLAG=2, MUSLE; ERFLAG=4, Manual do PRZMS (Agosto de 2020) na página 16.
USLEK	Soil erodibility factor for USLE equa	fraction	0,0094708	0,0113569	0,0096239	0,0060035	Extrato do mapa de erodibilidade publicado por Godoi et al. 2021.
USLELS	Length/slope factor for USLE equa	fraction	0,57	0,45	1,39	0,59	Calculated according to the SWAT2009 Theory (Netsch et al.
USLEP	Practice factor for USLE equation	fraction	1	1	1	1	Poucas áreas no Brasil utilizam práticas conservacionistas que Area de contribuição de 10 ha conforme cenário padrão da EPA
AFIELD	Field area	ha	10	10	10	10	Decidiu-se por usar o valor considerando o cenário mais
IREG	Location of NRCS 24-hour hyetograph		4	4	4	4	Declividade média em um raio de 100 metros em torno do cenário
SLP	Land slope	percent	3,70	3,13	6,67	3,82	Padrões dos cenários americanos.
HL	Hydraulic length	m	100	100	100	100	

AGRONOMICS							
Variable Name	Variable Description	Units	Value Luís Eduardo Magalhães - BA	Value Sapezal - MT	Value Sorriso - MT	Value Brasnorte - MT	Selection Notes
NDC	Number of different crops	integer	1	1	1	1	Somente a cultura do algodão é considerado no cenário.

Soja	Algodão	Trigo	Cana	Citros	Café
------	----------------	-------	------	--------	------

Parametrização dos cenários de exposição no PWC



Parametrização dos cenários de exposição no PWC

Dados de entrada	Unidade	VALORES
Densidade das partículas	g/cm ³ ou Mg/m ³	2,650
Densidade do solo	g/cm ³ ou Mg/m ³	0,926
Argila	%	72,370
Areia total	%	10,570
Silte	%	17,060
Matéria orgânica	%	1,710

Modelo amplo		
Dados de saída	Unidade	VALORES
K	kg/kg	0,8972113
THETAS	kg/kg	0,6303404
THETAR	kg/kg	0,2575537
n	adimensional	1,4600857
ALPHA	kPa ⁻¹	0,7642164

Curva de Retenção - modelo van Genuchten		
Dados de entrada	Unidade	VALORES
THETAS	cm ³ /cm ³	0,5836952
THETAR	cm ³ /cm ³	0,2384947
n	adimensional	1,4600857
ALPHA	cm ⁻¹	0,0748932

h (cm)	AH	Y	X	THETA (cm ³ /cm ³)
15000	1123,39812	28448,27621	25,32280	0,2521267
1000	74,89321	546,56517	7,28878	0,2858553
330	24,71476	109,10249	4,38672	0,3171870
100	7,48932	19,91302	2,56667	0,3729884
0	0,00000	1,00000	1,00000	0,5836952

Modelo reduzido		
Dados de saída	Unidade	VALORES
K	kg/kg	0,8900118
THETAS	kg/kg	0,6252824
THETAR	kg/kg	0,2253351
n	adimensional	1,3595966
ALPHA	kPa ⁻¹	0,8908464

Modelo reduzido		
Dados de saída	Unidade	VALORES
K	kg/kg	0,8900118
THETAS	kg/kg	0,6252824
THETAR	kg/kg	0,2253351
n	adimensional	1,3595966
ALPHA	kPa ⁻¹	0,8908464

Geoderma Regional 1 (2014) 59-66

Contents lists available at ScienceDirect

Geoderma Regional

journal homepage: www.elsevier.com/locate/geodrs

Development of pedotransfer functions for estimating water retention curve for tropical soils of the Brazilian savanna

Euzebio Medrado, Jorge E.F.W. Lima *

Brazilian Corporation for Agricultural Research (Embrapa Cerrados), BR 020, km 18, 73310-970 Planaltina, Federal District, Brazil

ARTICLE INFO

Article history:
Received 11 April 2014
Received in revised form 19 August 2014
Accepted 19 August 2014
Available online 21 August 2014

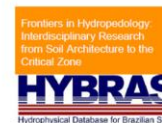
Keywords:
Brazilian soils
Cerrado biome
Soil-water retention
Soil database
Oxisols

ABSTRACT

Pedotransfer functions developed especially for predicting soil-water retention for tropical soils are very scarce and the existing ones still need improvement. The aims of this work were to create a consistent database about the physical properties of the Brazilian savanna tropical soils and to develop specific pedotransfer functions for estimating their soil-water retention characteristics. The soil database, which consisted of soil-water retention curves and related soil-physical characteristics, came from 413 locations and various depths, totaling 1401 soil layers. Two non-linear models were proposed to estimate the four parameters of the van Genuchten equation, used to describe soil-water retention curves. The performance of the proposed models was statistically evaluated and their estimation efficiency was compared with the Tomasella's pedotransfer function considered as a reference for Brazilian soils. The soil database generated in the scope of this study is quite representative of the Brazilian savanna region. The success in predicting soil-water retention curve by using the herein developed pedotransfer functions was about 70%, which is much higher than the percentage of success obtained by Tomasella's model level 1 (20%) for the same soil database.

© 2014 Elsevier B.V. All rights reserved.

Published April 12, 2018



Hydrophysical Database for Brazilian Soils

Core Ideas

- We propose a Hydrophysical Database for Brazilian Soils (HYBRAS).
- Data in HYBRAS comprise 445 soil profiles, with 1075 samples of Brazilian soils.
- We compared the accuracy of water retention estimates based on climate based PTFs.
- In general, the Brazilian PTFs performed better than the temperature models for HYBRAS.
- Model performance differed due to clay content and mineralogical properties.

M.V. Ottoni, Dep. of Hydrology, Geological Survey of Brazil (CPRM), Rio de Janeiro, RJ, Brazil; T.B. Ottoni Filho, Dep. of Water Resources and Environment, Politechnical School, Federal Univ. of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brazil; M.C. Schaefer, Dep. of Soil Water and Environmental Science and Dep. of Hydrology and Atmospheric Sciences, Univ. of Arizona, Tucson, AZ, USA; M.L.R.C. Lopes-Assad, Dep. of Natural Resources and Environmental Protection, Federal Univ. of São Carlos, Aracaju, SP, Brazil; O.C. Ruffino Filho, Civil Engineering Program, Alameda Combinatória Institute for Postgraduate Studies and Research in Engineering (COPPEL), Federal Univ. of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brazil. *Corresponding author (maria.ottoni@cprm.gov.br).

Hydrophysical Database for Brazilian Soils (HYBRAS) and Pedotransfer Functions for Water Retention

Marta Vasconcelos Ottoni,* Theophilo Benedicto Ottoni Filho, Marcel G. Schaap, Maria Leonor R.C. Lopes-Assad, and Otto Corrêa Ruffino Filho

Soil water retention data are fundamental in soil modeling studies. Temperature pedotransfer functions (PTFs) have been commonly used to estimate water retention of Brazilian soils, mainly because of the lack of soil data for Brazil. However, these PTFs may not be suitable for tropical or subtropical conditions such as those found in Brazil. The objective of this study was to establish a dedicated Hydrophysical Database for Brazilian Soils (HYBRAS) suitable for PTF development. Data present in HYBRAS comprise 445 soil profiles with 1075 samples and are representative of a wide range of Brazilian soils. The data are organized in a relational structure of tables that cover general site descriptions, land cover, and hydrophysical and chemical measurement methods. Raw data (e.g., water retention points covering the 0–15,000-cm suction range) and derived data are included in the tables. Another objective of this study was to use the database to compare the accuracy of water retention estimates based on PTFs developed for Brazilian and temperate regions. In general, the Brazilian PTFs performed better than the temperate models, especially for weathered (Ferralsols, Acrisols, and Nitisols) fine-textured (clay, sandy clay, clay loam, silty clay loam, and silty clay) soils. Soil content was not a successful criterion for distinguishing performance of Brazilian and temperate PTFs for Brazilian weathered soils. The water retention of weathered soils was shown to differ from that of temperate soils due to differences in pore structure resulting from their clay content and mineralogical nature, thus confirming results reported in the literature.

Abbreviations: HYBRAS, Hydrophysical Database for Brazilian Soils; HYPREL, Hydraulic Properties of European Soil ME; mean error; ρ_b , bulk density; PTF, pedotransfer function; UNODFA, Unpublished Soil Hydraulic Database; Vg, van Genuchten.

Soil water retention data are fundamental in soil modeling studies. Their direct measurement is costly and demands intense field work, which makes it infeasible for large areas. As a result, pedotransfer functions (PTFs) (Boima, 1989) are being developed and used increasingly to estimate water retention data from routinely available soil measures.



Parametrização dos cenários de exposição no PWC

USLEK

Science of the Total Environment 781 (2021) 146673



Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv



High-resolution soil erodibility map of Brazil

Raquel de Faria Godoi^{a,*}, Dulce B.B. Rodrigues^a, Pasquale Borrelli^b, Paulo Tarso S. Oliveira^a

^a Faculty of Engineering, Architecture and Urbanism and Geography, Federal University of Mato Grosso do Sul, MS 79070-900, Brazil

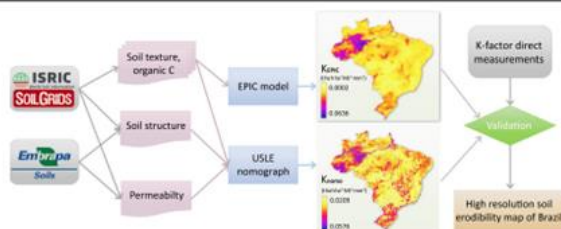
^b European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, Via E. Fermi 2749, I-21027 Ispra, VA, Italy



HIGHLIGHTS

- High-resolution soil erodibility map of Brazil was calculated.
- USLE nomograph algebraic solution and EPIC model were used to calculate K-factor.
- K-factor measurements from experimental plots were used in validation process.
- USLE nomograph leads to a more precise estimation of K-factor in Brazil.
- The highest erodibility values occur in Western Amazon.

GRAPHICAL ABSTRACT



ARTICLE INFO

Article history:

Received 19 December 2020

Received in revised form 17 March 2021

Accepted 17 March 2021

Available online 23 March 2021

Editor: Paulo Pereira

Keywords:

Water erosion

RUSLE

K-factor

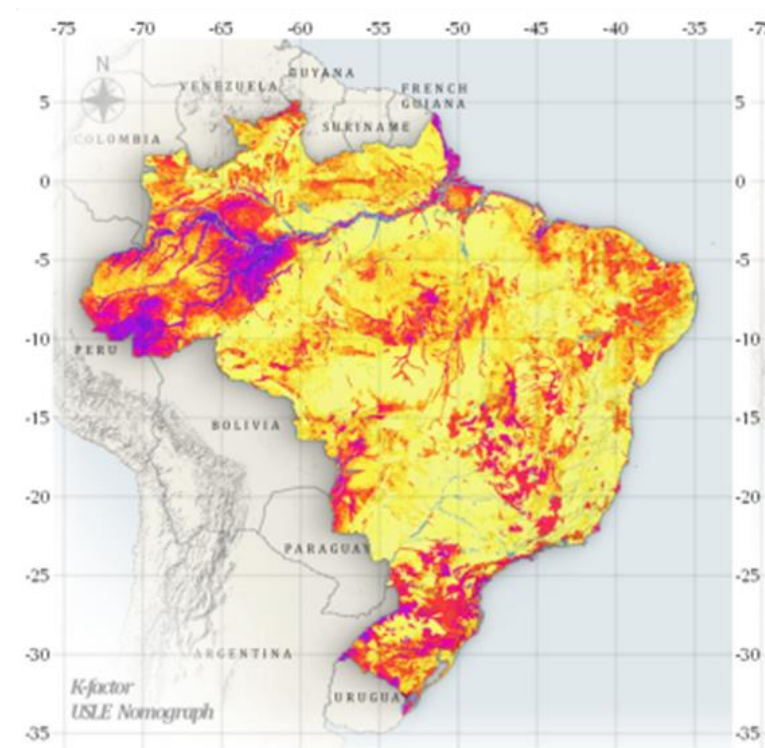
Soil degradation

Soil conservation

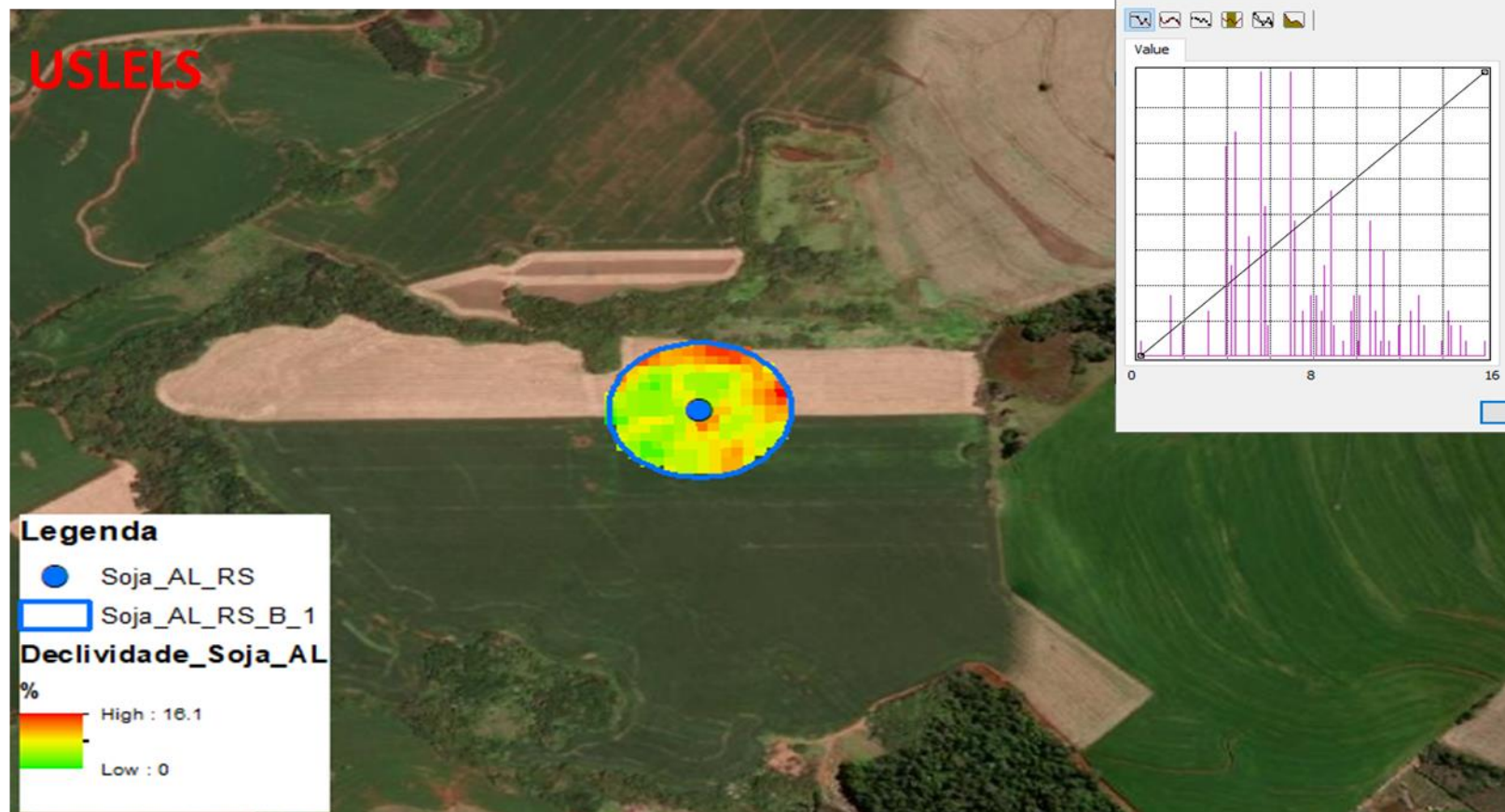
ABSTRACT

Large-scale soil erosion modeling has a crucial role in the understanding and planning of soil and water conservation strategies. The lack of spatial data on soil characteristics required to compute the soil erodibility (K-factor) has been one of the greatest obstacles in Brazil. The K-factor is a complex property that expresses the susceptibility of soil to erode according to its inherent characteristics. This factor is a key input parameter for the most widely applied soil erosion models: the Universal Soil Loss Equation (USLE) and the Revised USLE (RUSLE). Here, we computed a high-resolution (250 m cell size) spatially explicit soil erodibility map across Brazil. To compute the K-factor, we applied the equations originally proposed in the USLE nomograph and EPIC, using the following soil properties, organic matter content, soil texture, soil structure, and permeability. To qualitatively evaluate our new K-factor map, its values were compared against standard K-factor values obtained from experimental plots across Brazil. We found that the USLE nomograph leads to a more precise estimation of the K-factor in Brazil than EPIC. The K-factor estimates by the USLE nomograph range from 0.0002 to 0.0636 t ha h a⁻¹ MJ⁻¹ mm⁻¹, with a mean value of 0.0181 t ha h a⁻¹ MJ⁻¹ mm⁻¹. Our findings pave the way for a better understanding of soil erosion across multiple scales and thereby contributing to better land-use planning and management in Brazil. The dataset is freely available at doi:<https://doi.org/10.5281/zenodo.4279869>

© 2021 Elsevier B.V. All rights reserved.



Parametrização dos cenários de exposição no PWC



Testes dos cenários de exposição no PWC

- Objetivo de verificar se a parametrização está adequada considerando a necessidade de **cenários conservadores**;
- Testes por meio de simulação e comparação com cenários americanos;
- Substâncias “testes” (agrotóxicos reais) com diferentes propriedades físico-químicas, conforme FOCUS (2012).

Table 6.1-2 Properties of the test compounds 1 to 7

Parameter	Test Compound							
	1 (I)	2 (H)	3 (H)	4 (I)	5 (F)	6 (H)	6 ^a (metab)	7 (F)
Molar mass (g/mol)	190.3	215.7	221.0	505.2	376.0	255.0	197.0	286.1
Vapour pressure (Pa @ 20°C)	0.017	3.85 x 10 ⁻⁵	<1 x 10 ⁻⁵	1.24 x 10 ⁻⁷ @ 25°C	6.4 x 10 ⁻⁹	3.78 x 10 ⁻⁹	Assumed low (<1E- 9 Pa)	1.3 x 10 ⁻⁴
Water solubility (mg/L @ 20°C)	6000 @ 25°C	30	620 @ 25°C	0.0002 @25°C	1.15	91 @ pH 7	Assumed same as parent	2.6 @ pH 7
Log Kow	1.6	2.5	2.8	4.6	3.2	2.0	N/A	3.0
Soil half-life (days)	6	43	4	26	250	28	58 ^a	50
Koc	15	91	1	1024000	860	66	580	500
Freundlich 1/n	1.0	0.88	1.0	0.93	1.0	1.0	1.0	1.0
Surface water half- life (days)	6	26	1.5	0.7	6	24	33	2.5
Sediment half-life (days)	6	26	1.5	76	118	24	33 ^b	28
Fish acute LC50 (mg/L)	0.115	11	18	0.00026	1.9	14.3	39	>18
Aquatic Inverte- brate EC50 (mg/L)	0.41	87	<100	0.00025	>5	>100	>49	4
Algae EC50 (mg/L)	1.4	0.043	9.8	>9.1	0.014	49.8	>45	>1.02
Lemna EC50 (mg/L)	--	0.020	12.3	--	1.4	12.3	--	--
Fish chronic NOEC (mg/L)	--	0.25	0.2	0.000032	0.3	0.2	--	0.05
Aquatic inverte- brate chronic NOEC (mg/L)	0.11	0.040	0.1	0.0000041	0.648	0.1	--	1.95
Method of applica- tion	Pre- plant	pre-em ground	post- em	orchard air-blast	Air- blast	Post- em	N/A	Air- blast

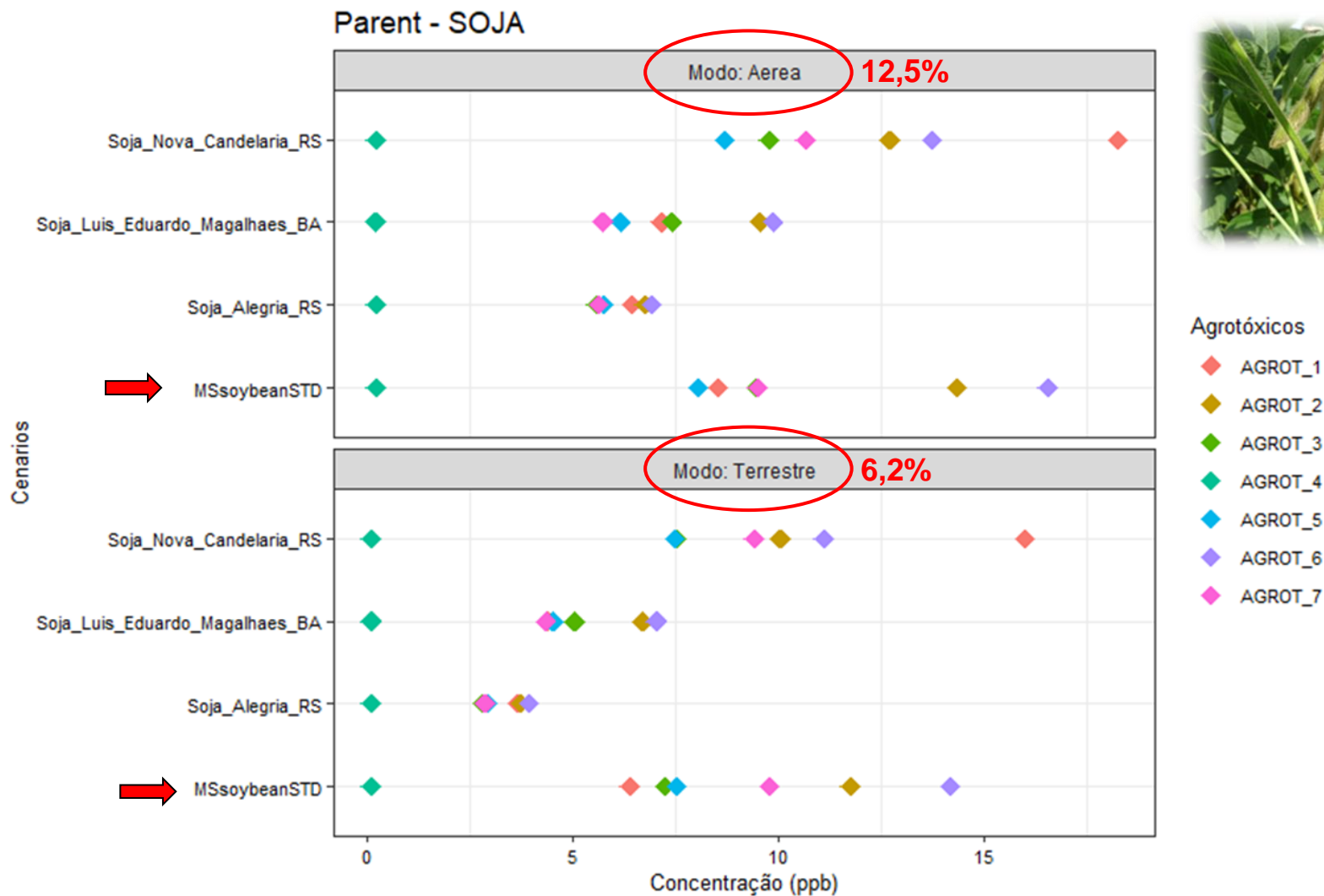
Variabilidade nas características físico-químicas

Version: 1.2
Date: December 2012

**Generic guidance for FOCUS surface water
Scenarios**



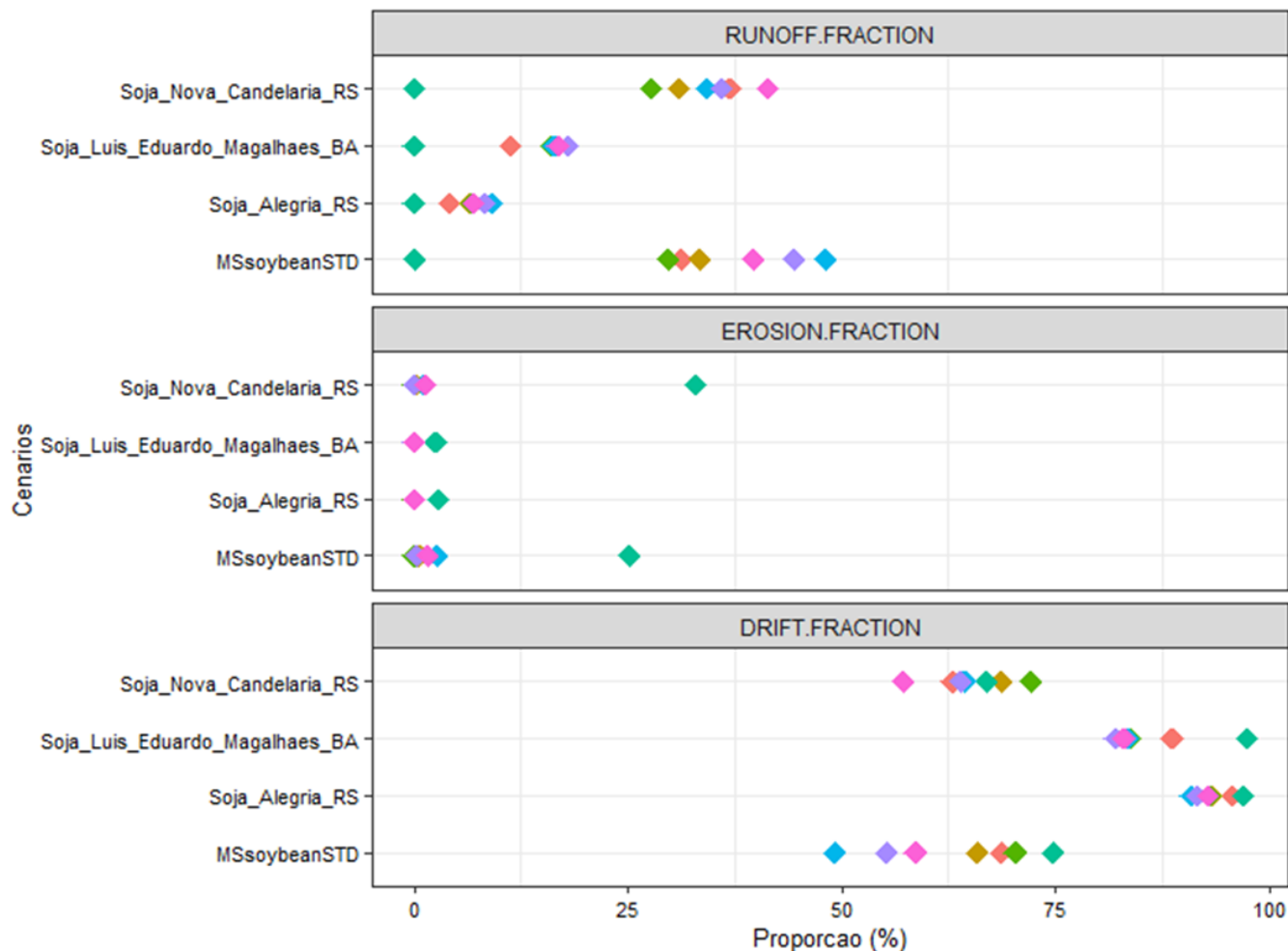
Testes dos cenários de exposição no PWC



Testes dos cenários de exposição no PWC

Contribuição das rotas de exposição

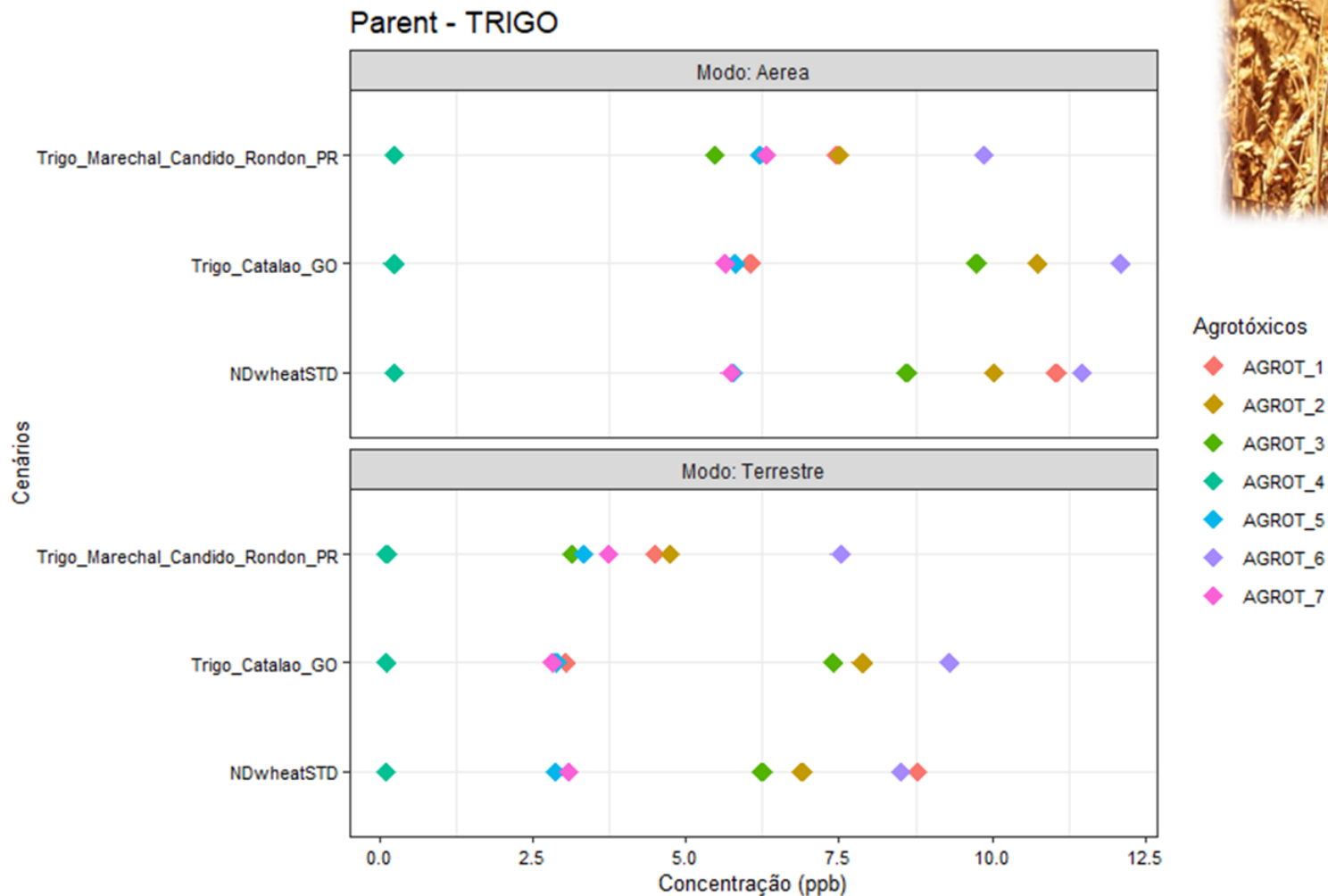
Parent - SOJA



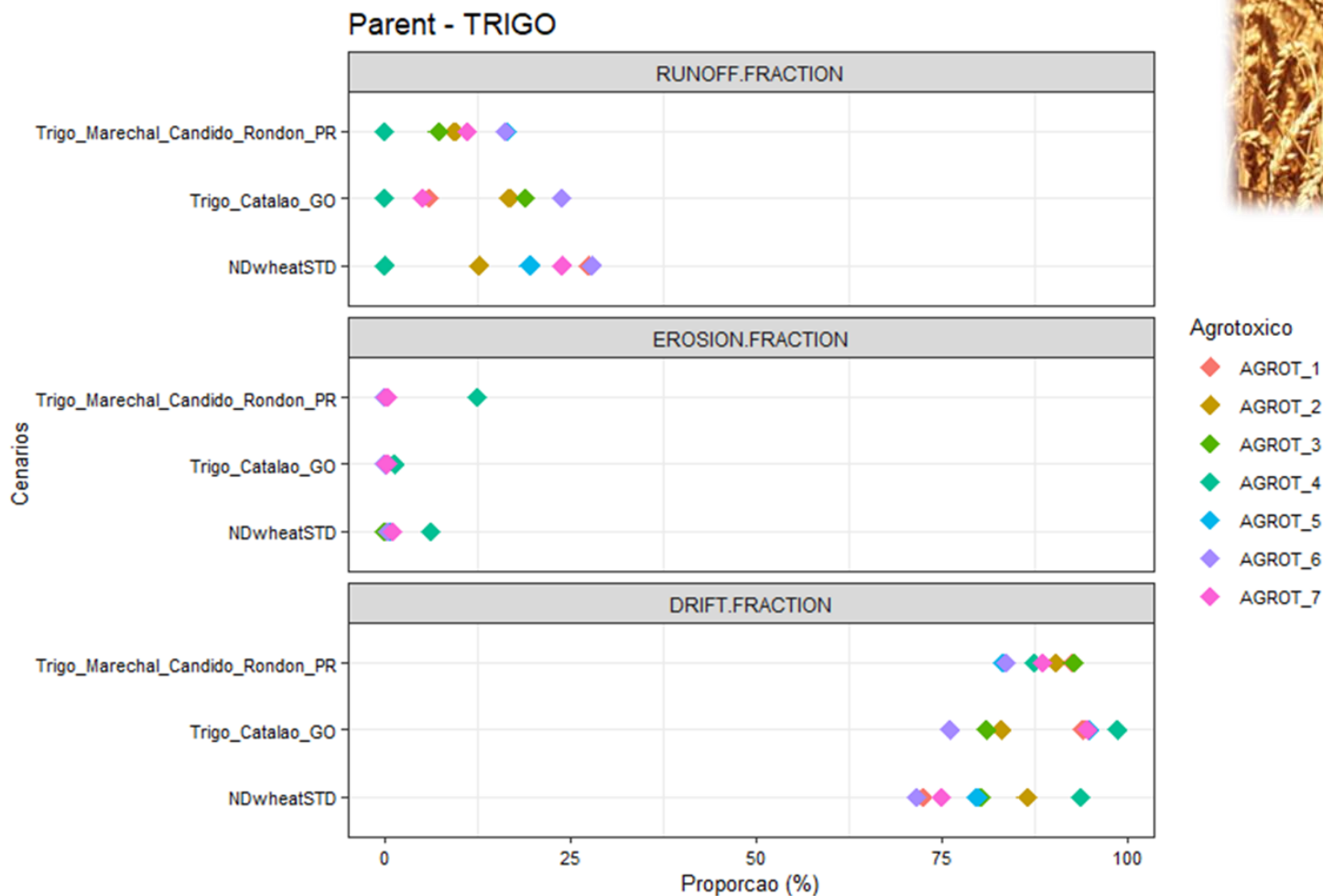
Agrotóxico

- AGROT_1
- AGROT_2
- AGROT_3
- AGROT_4
- AGROT_5
- AGROT_6
- AGROT_7

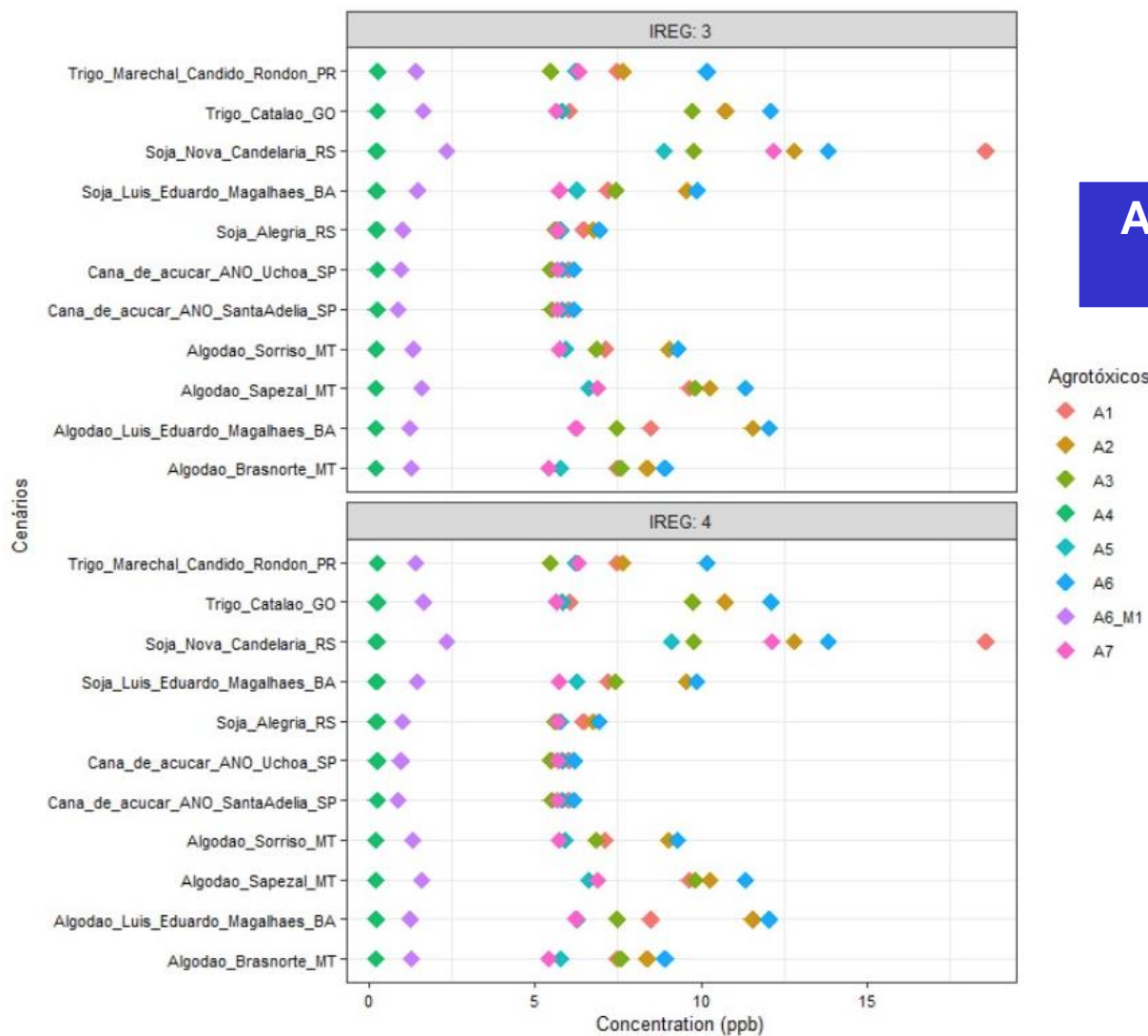
Testes dos cenários de exposição no PWC



Testes dos cenários de exposição no PWC



Testes dos cenários de exposição no PWC



**Análise de sensibilidade
IREG**



Considerações Finais



- Elaboração dos cenários de exposição para organismos aquáticos baseou-se, majoritariamente, na metodologia usada na ARA da EPA, mas em alguns aspectos a brasileira pode ser considerada mais robusta (detalhamento e definição dos dados de entrada);
- Refinamento dos dados de entrada dos cenários com objetivo de melhorar a representatividade (ex: % de deriva etc);
- Refinamento por meio do uso de rotinas do PWC para descrição de processos que não foram considerados relevantes nas fases iniciais; (ex: cinética de sorção; volatilização etc);
- Medidas de mitigação na ARA de agrotóxicos para água superficial, por meio de modelos acoplados ao PWC (ex: VFSSMOD usado pela EPA).





Grato pela atenção

romulo.scorza@embrapa.br



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA
E PECUÁRIA

