



# *Inter Forensics*

CONFERÊNCIA INTERNACIONAL  
DE CIÊNCIAS FORENSES **2025**

C U R I T I B A / B R A S I L

Realização:



Concepção, organização e produção:





# Monitoramento de agrotóxicos nas bacias transfronteiriças do Oeste do Paraná

Jussara Elias de Souza – Itaipu Binacional





# Estudo da dinâmica de micropoluentes em diferentes matrizes ambientais na região transfronteiriça (Brasil - Paraguai)



# Contexto

## Micro IV (2023 A 2027)

Continuidade do monitoramento dos agrotóxicos em água

Investigação de microplásticos

Continuar monitorando agrotóxico em fígado de peixe

Avaliar a degradação de micropoluentes por microrganismos e processo de oxidação avançada

Piloto de reator anaeróbio para tratamento biológico de agrotóxicos

## Micro III (11.20 a 06.23)

Ampliação do foco na biodiversidade (algas, peixes, macroinvertebrados bentônicos)

- Metodologia de eDNA

- Identificação de agrotóxicos em fígado de peixe

- Avaliação do efeito dos micropoluentes na biodiversidade

## Micro II (06.18 a 06.23)

Screening de agrotóxicos nas amostras de água (BR e PY)

Melhoramento dos métodos de quantificação dos pesticidas em água

Avaliação da degradação aeróbica e anaeróbia de atrazina

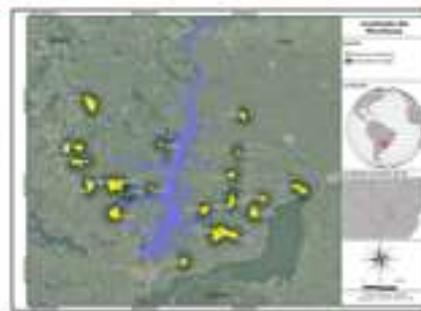
## Micro I (11.15 a 05.18)

Construção de dois laboratórios

Definição da área de estudo

Estudos da presença de agrotóxicos

Início do monitoramento de atrazina e glifosato



# Objetivos

Identificar, quantificar e avaliar os principais micropoluentes na região transfronteiriça (BR-PY) em matrizes de relevância ambiental (água e solo), procurando compreender a dinâmica de disseminação destes no meio ambiente e sua relação com a biodiversidade.

## Meta 1

Análise de micropoluentes nos riachos das microbacias do entorno do Reservatório de Itaipu – região transfronteiriça (BR – PY)

## Meta 2

Efeito de micropoluentes na biodiversidade de algas e peixes de riachos das microbacias do entorno do Reservatório de Itaipu – região transfronteiriça (BR-PY)



UNILA  
Universidade Federal  
da Integração  
Latino-Americana



UFPR  
UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO PARANÁ



UFRGS  
UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO GRANDE DO SUL



UFABC



Unifal  
MG  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS

# Área de estudo



24 microbacias (12 BR e 12 PY)

Predominância de agricultura

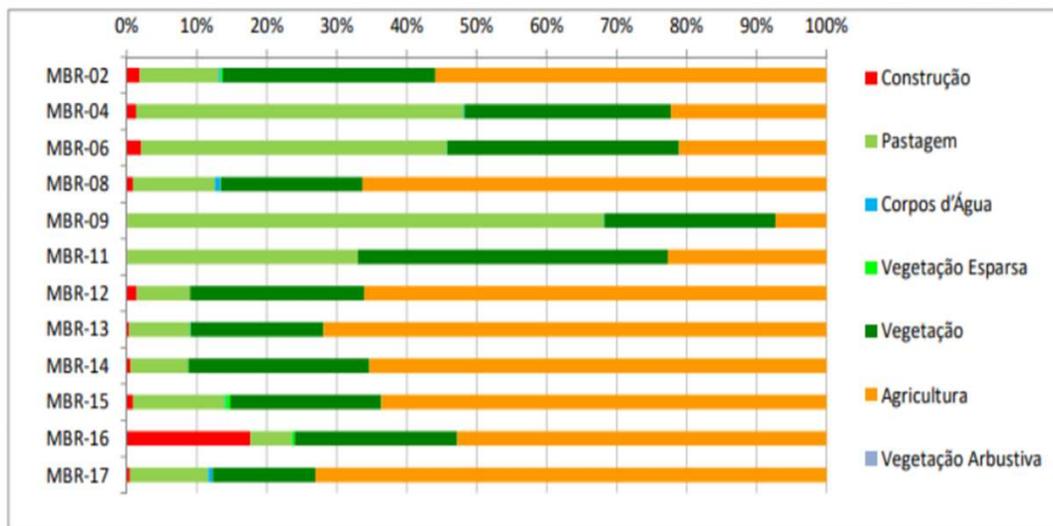
Categorias:

- a. riachos localizados em áreas mais conservadas, predominantemente não agrícola e com baixa pressão de agrotóxicos (com menor número de agrotóxicos);
- b. riachos impactados pela agricultura e com moderado registro de agrotóxicos;
- c. riachos impactados pela agricultura e com alta pressão de agrotóxicos.

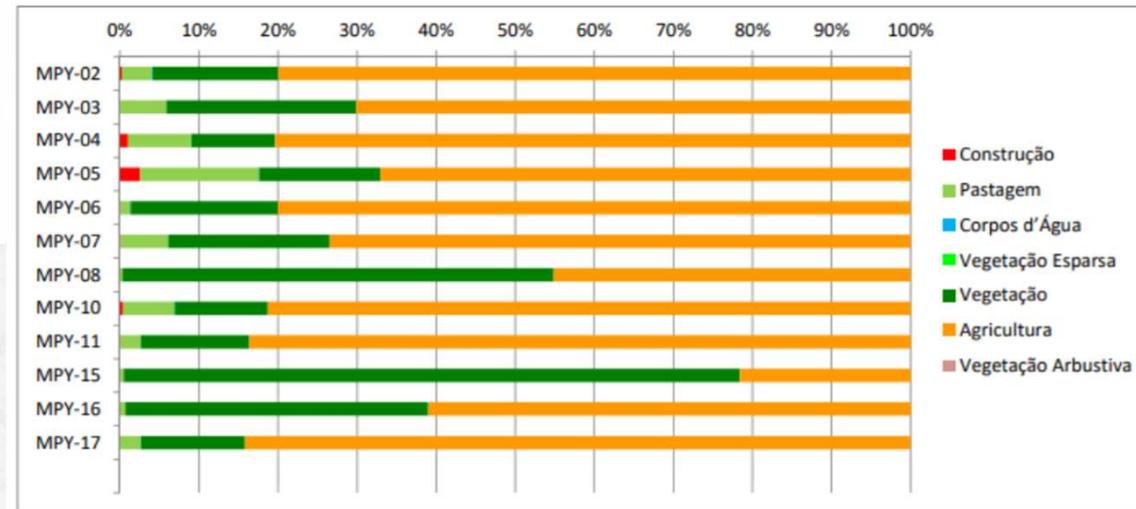


# Uso do solo das microbacias monitoradas

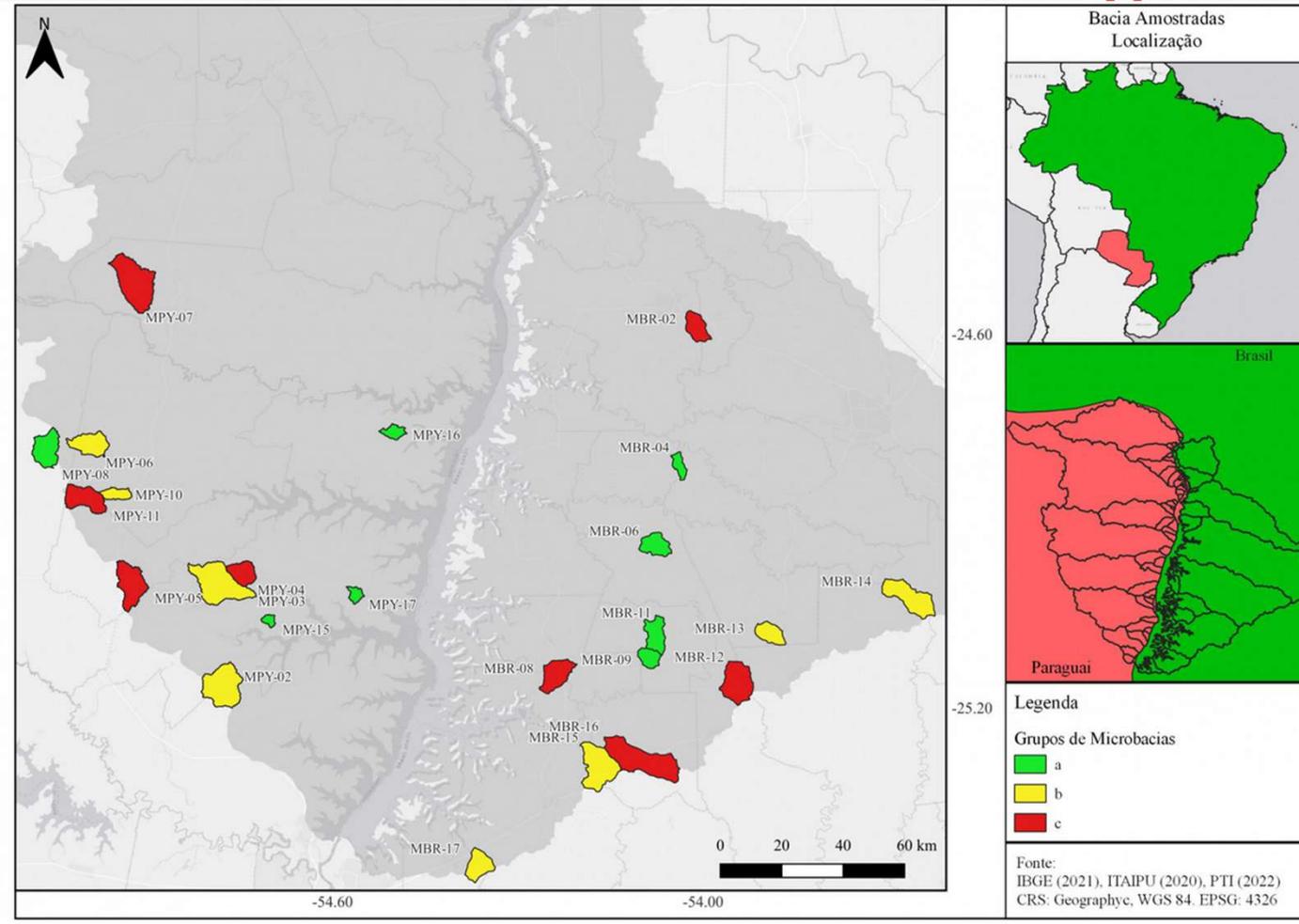
## Brasil



## Paraguai



# Microbacias monitoradas – Brasil e Paraguai



# Monitoramento

## Monitoramento qualitativo

- Fevereiro de 2019 e fevereiro de 2020

## Monitoramento quantitativo

- Outubro de 2020 e setembro de 2022

## Biodiversidade

- Outubro 2019 a setembro de 2022



# Análise qualitativa - *screening*

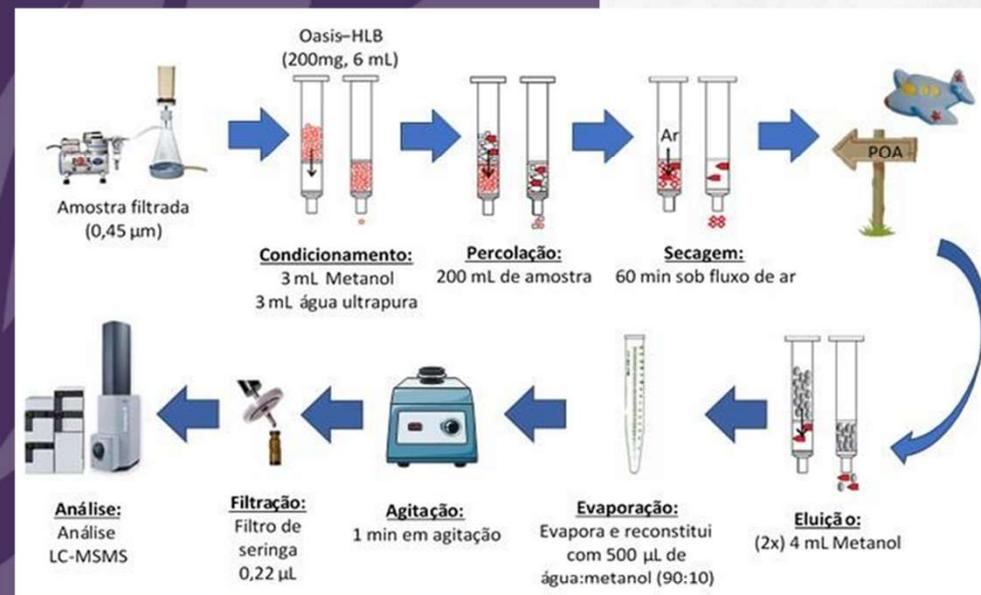


# Screening qualitativo

## UHPLC-QTOF MS

Banco de dados de mais de 1600 pesticidas:

- Massa exata do composto e de fragmentos (ambos os modos de ionização, + e -),
- Fórmula química,
- Registro CAS,
- Fragmentos característicos,
- Modo de ionização,
- Classificação do composto (herbicida, inseticida etc.),
- Situação de aprovado ou não aprovado: ANVISA e SENAVE (Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semillas).



# Screening qualitativo

Registro de agrotóxicos entre 2019 e 2020:

BR = 4700 (IBAMA)

PY = 4100 (SENAVE)

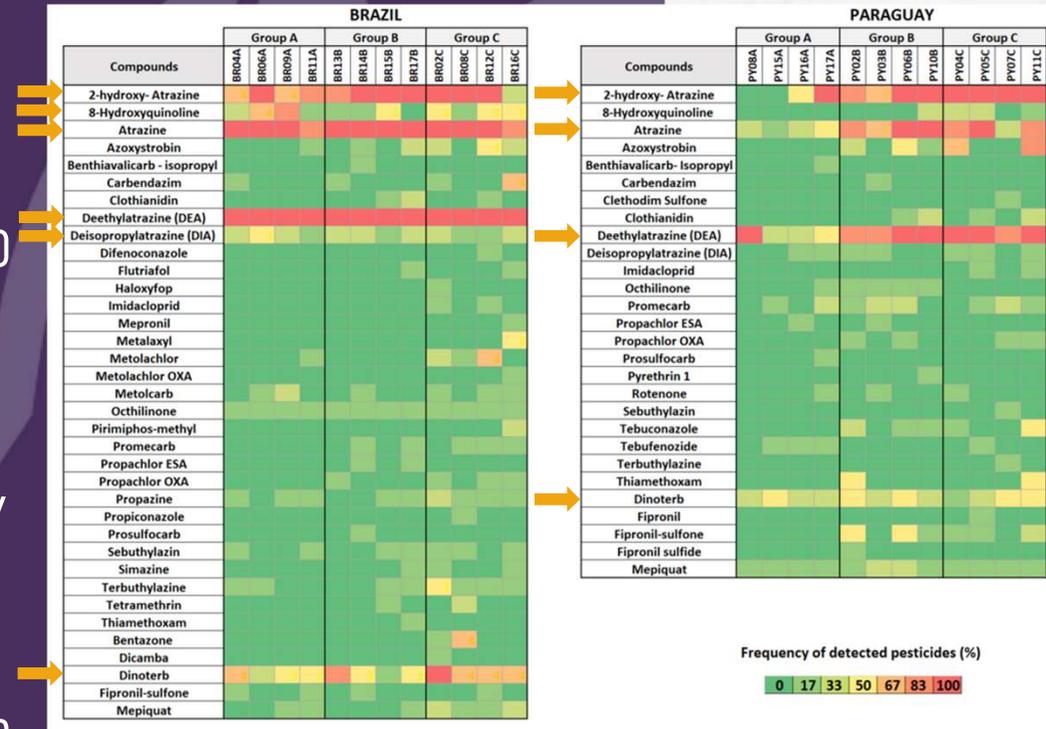
Consumo de agrotóxicos entre 2019 e 2020

(segundo a FAO):

BR = 5,94 kg/ha

PY = ~ 4,43 kg/há

- 43 compostos identificados: 36 no BR e 28 no PY
- 21 compostos em comum
- Compostos mais frequentes: Atrazina e metabólitos (desetilatrizona –DEA, 2-hidroxi-atrizona - OH-ATZ e desisopropilatrizona - DIA), dinoterb e 8-hidroxiquinolina;



# Screening qualitativo

Em média 11 compostos no PY e 10 no BR (por coleta);

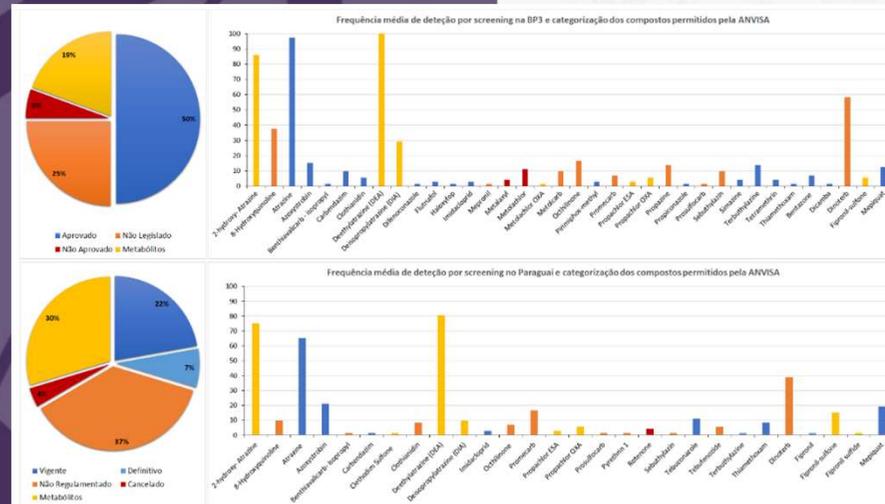
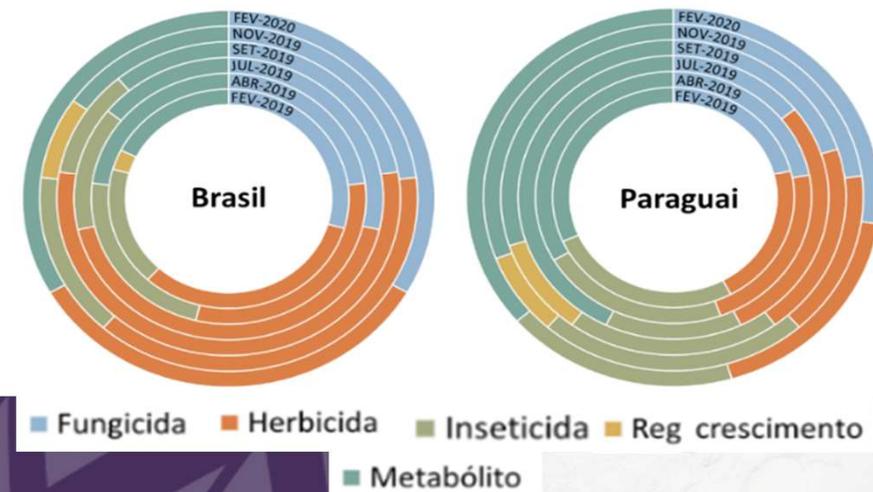
- Exclusivos BR: bentazone, dicamba, difenoconazole, flutriafol, haloxufop, mepronil, metalaxyl, metolachlor, metolachlor-OXA, metolcarb, pirimiphos-methyl, propazine, propiconazole, simazine, tetramethrin.

- Permissões:

- Aprovados - 50% BR e 29% PY
- Não regulamentado - 25% BR e 37% PY
- Proibidos - 6% BR e 4% PY

- \* Glifosato e AMPA - MBR 17 - julho 2019

Número de agrotóxicos e metabólitos detectados em água superficial

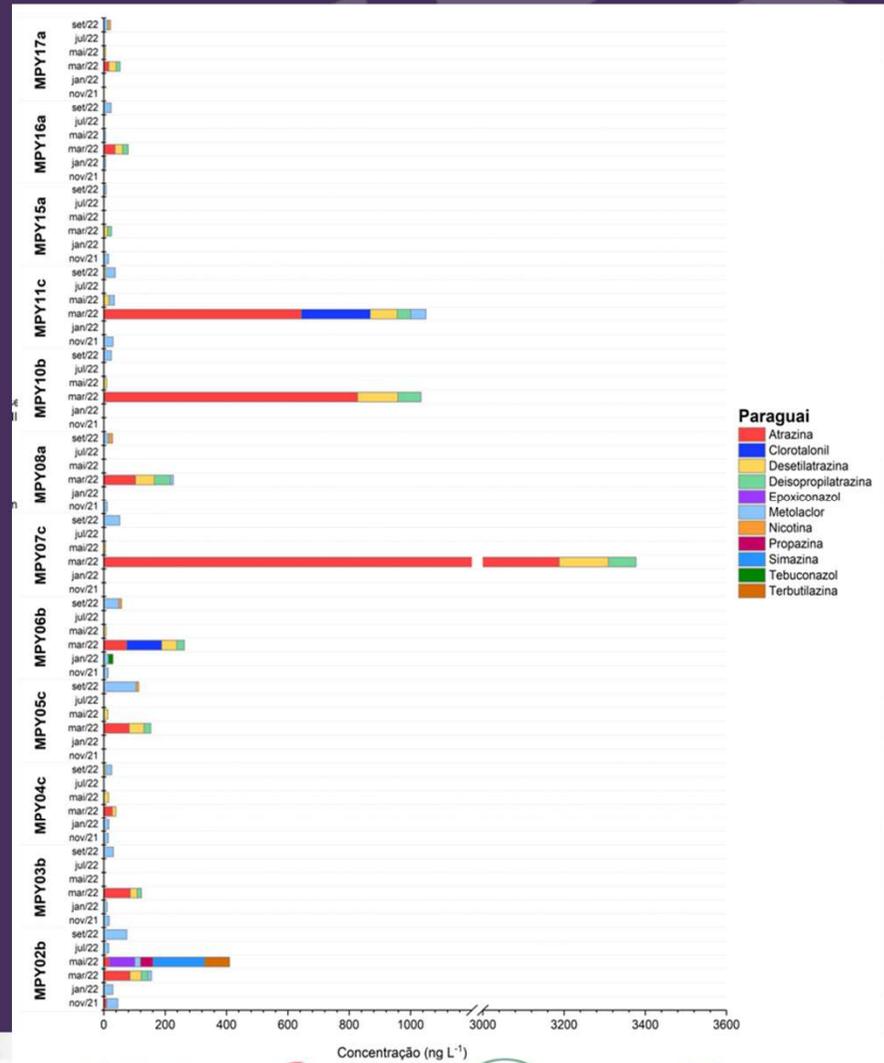
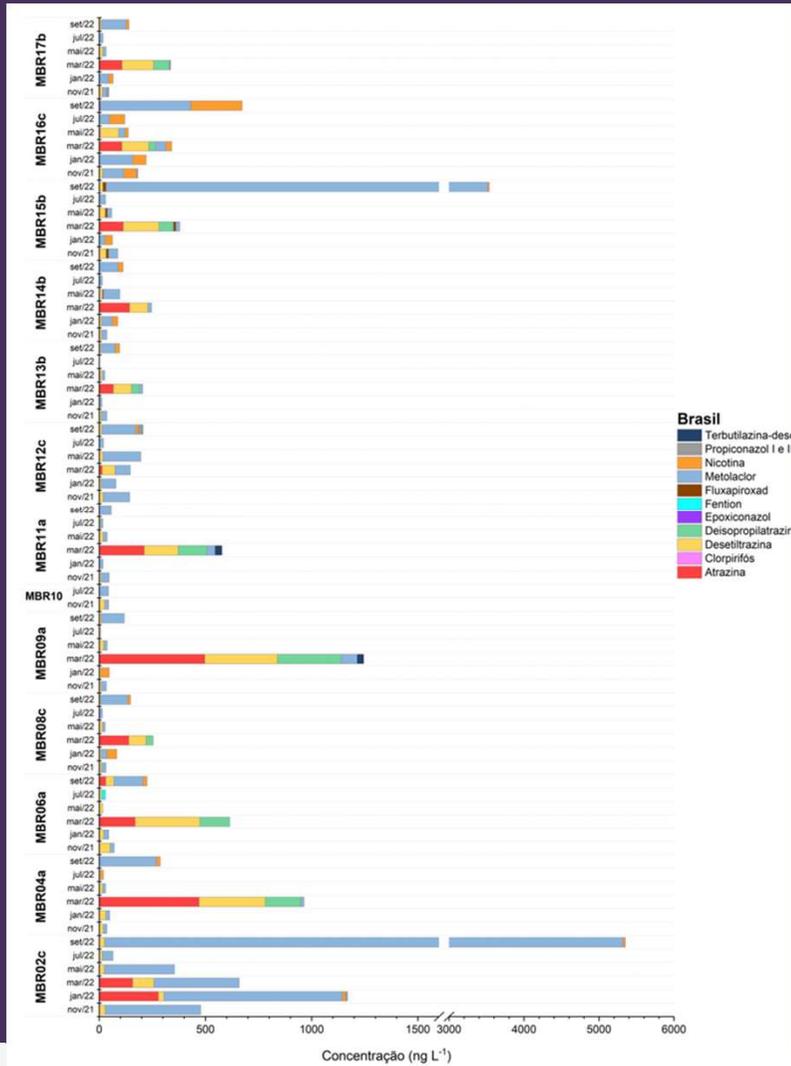


# Análise quantitativa

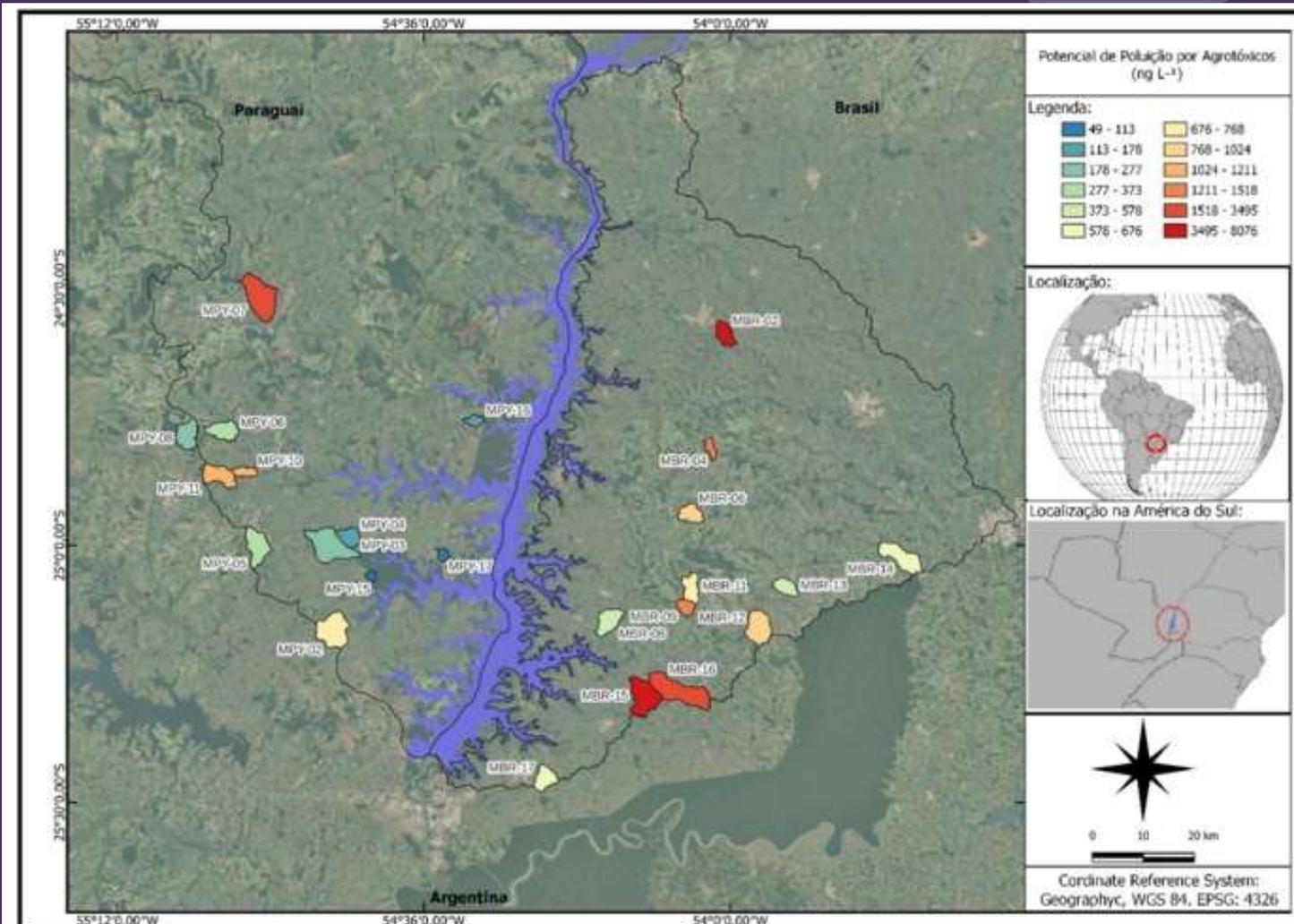




# Análise Multirresíduos - GC-MS/MS



# Potencial Poluidor (somatório de ocorrências)



# Método LC-MS/MS (pesticidas triazínicos)

Método quantitativo desenvolvido para Atrazina (ATZ), Desisopropilatrazina (DIA), Desetilatrazina (DEA), ~~Ametrina (AMT)~~, Propazina (PPZ), Prometrina (PMT), ~~Cianazina (CYZ)~~, Terbutilazina (TBZ), ~~Terbutilazina-desetil (TBZD)~~, Hidroxiatrazina (HA), ~~Simazina (SMZ)~~.

Analitos		BR02	BR04	BR06	BR08	BR09	BR11	BR12	BR 13	BR14	BR15	BR16	BR17
DIA	nov/21	nd	0,031	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	jan/22	nd	<LOQ	<LOQ	nd	<LOQ	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	mar/22	nd	0,072	0,041	0,023	0,336	0,151	nd	<LOQ	nd	<LOQ	<LOQ	0,030
DEA	mar/22	nd	nd	nd	nd	0,429	0,140	nd	nd	nd	nd	nd	nd
PMT	nov/21	nd	<LOQ	<LOQ	<LOQ	nd	nd	nd	nd	nd	<LOQ	nd	nd
ATZ	nov/21	nd	<LOQ	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	jan/22	0,149	<LOQ	<LOQ	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	mar/22	0,082	0,250	0,070	0,112	<b>0,621</b>	0,197	nd	0,038	0,061	0,109	0,048	0,105
	mai/22	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	<LOQ	nd
PPZ	nov/21	nd	<LOQ	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
TBZ	jan/22	nd	nd	nd	nd	nd	nd	<LOQ	nd	nd	nd	nd	nd
	jul/22	nd	nd	nd	<LOQ	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

Notas: nd: Não detectado; <LOQ: inferior ao limite de quantificação.

# Glifosato, AMPA e glufosinato

## LC-FLD

### Glifosato

- BR: glifosato foi detectado apenas na coleta de set./22 (pontos MBR04a e MBR16c);
- PY:
  - glifosato detectado nas coletas de julho/22 (MPY08a) e setembro/22 (MPY15a);
  - Abaixo do limite de quantificação no entanto

### AMPA

- AMPA foi detectado nas coletadas de janeiro, julho e setembro/22, nos pontos MBR02 e MBR16c;
- AMPA quantificado no MBR16c em janeiro ( $0,847 \mu\text{g L}^{-1}$ ) e setembro ( $0,832 \mu\text{g L}^{-1}$ ).

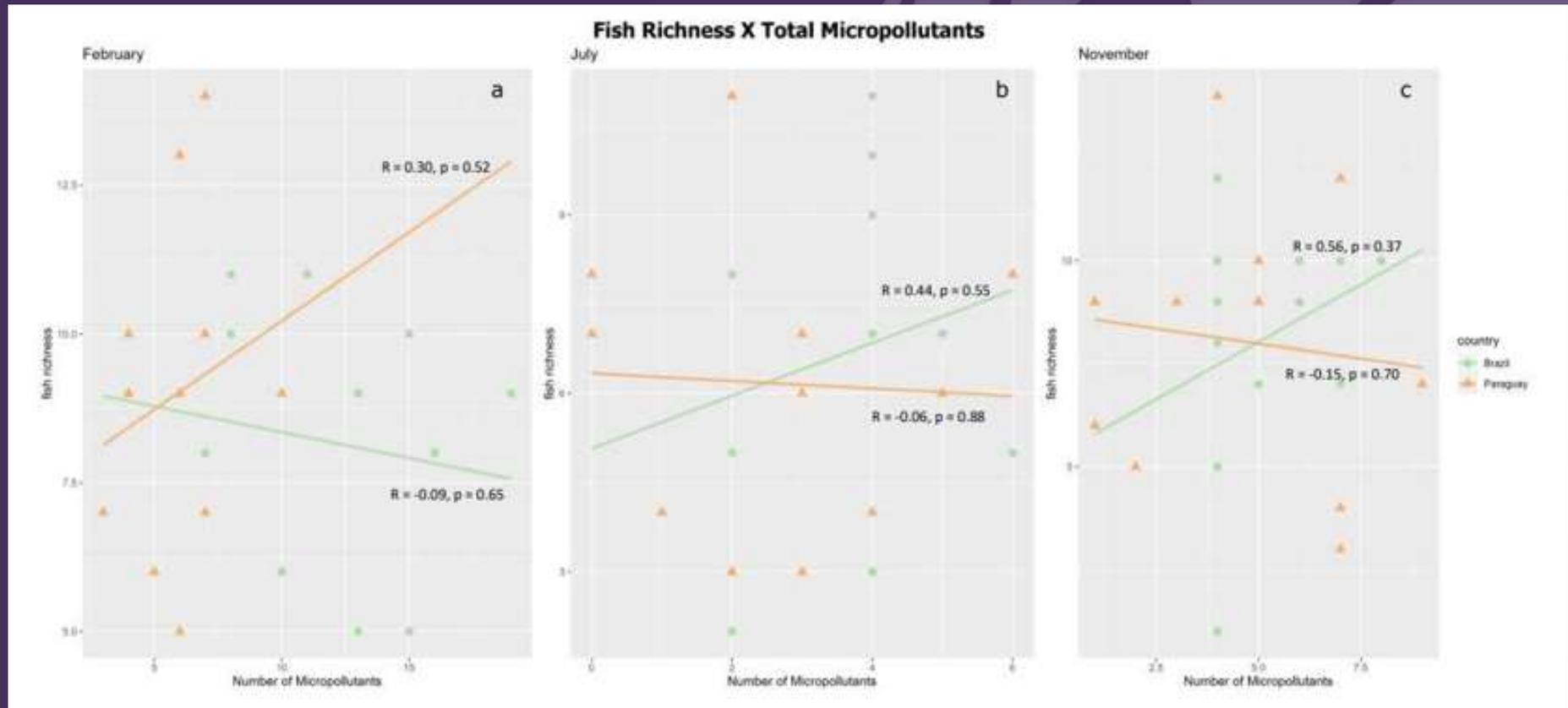
Não houve indícios da presença de AMPA e glufosinato no Paraguai.

# Impacto da presença de micropoluentes na biodiversidade



# Número de espécies de algas

Não foi possível inferir sobre a ocorrência de agrotóxicos e riqueza de espécies  
\* qualitativo

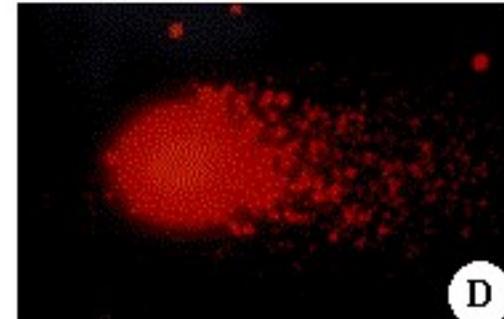
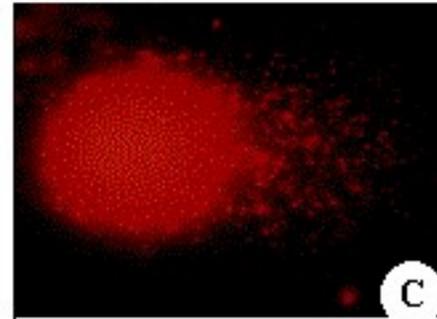
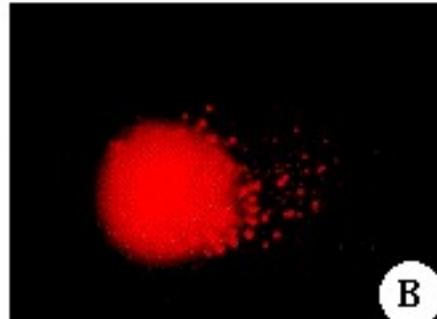
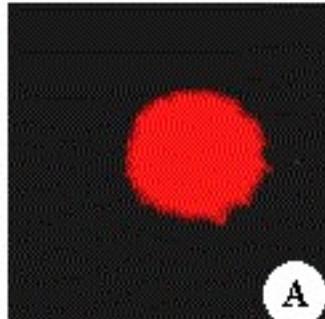
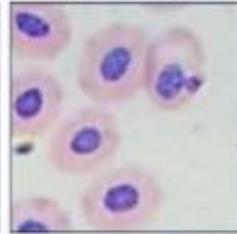
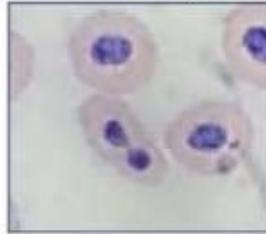
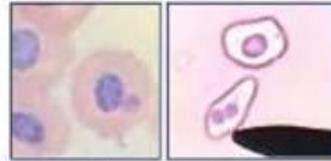
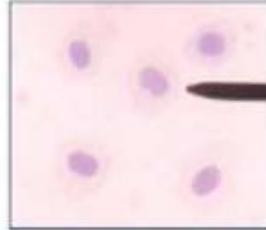
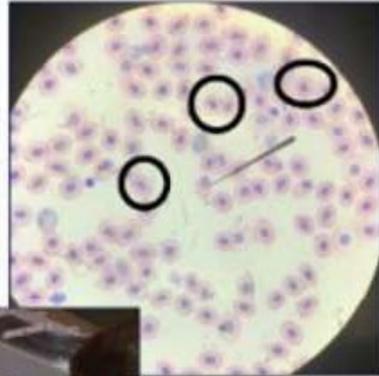


# Mutagênese

Ensaio de micronúcleo  
190 peixes



Contagem de 1000 núcleos





[www.interforensics.com](http://www.interforensics.com)

   @interforensics

# Obrigada!

[juelias@itaipu.gov.br](mailto:juelias@itaipu.gov.br)

Realização:



ASSOCIAÇÃO NACIONAL  
DOS PERITOS CRIMINAIS FEDERAIS



Concepção, organização e produção:

COM  
UNICA  
EVENTOS  
ÚNICOS TO