



## Encontro Técnico **AESABESP**

Congresso Nacional  
de Saneamento e  
Meio Ambiente

# 34ETC-06472 “EMPREGO DO RLF-BFC PARA A POTABILIZAÇÃO DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO EM ÁREA DESASSISTIDA POR COMPANHIA DE TRATAMENTO DE ÁGUA”

Dr<sup>a</sup>. Alcione Aparecida de Almeida Alves

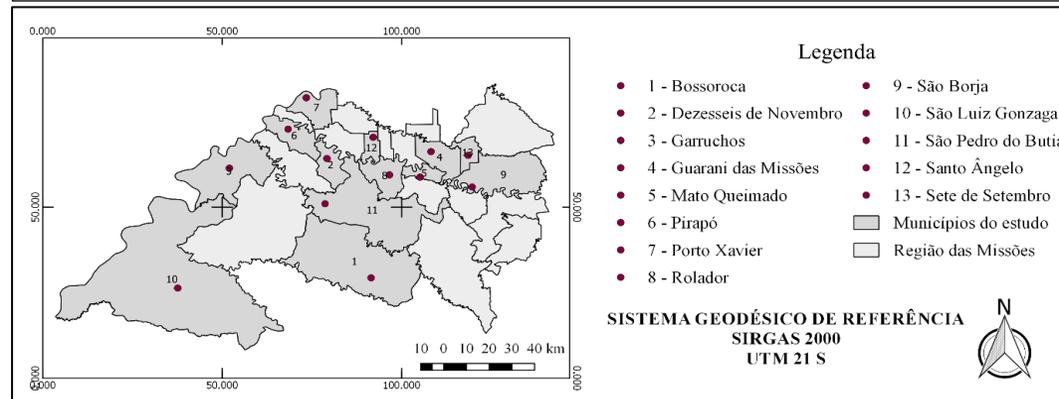
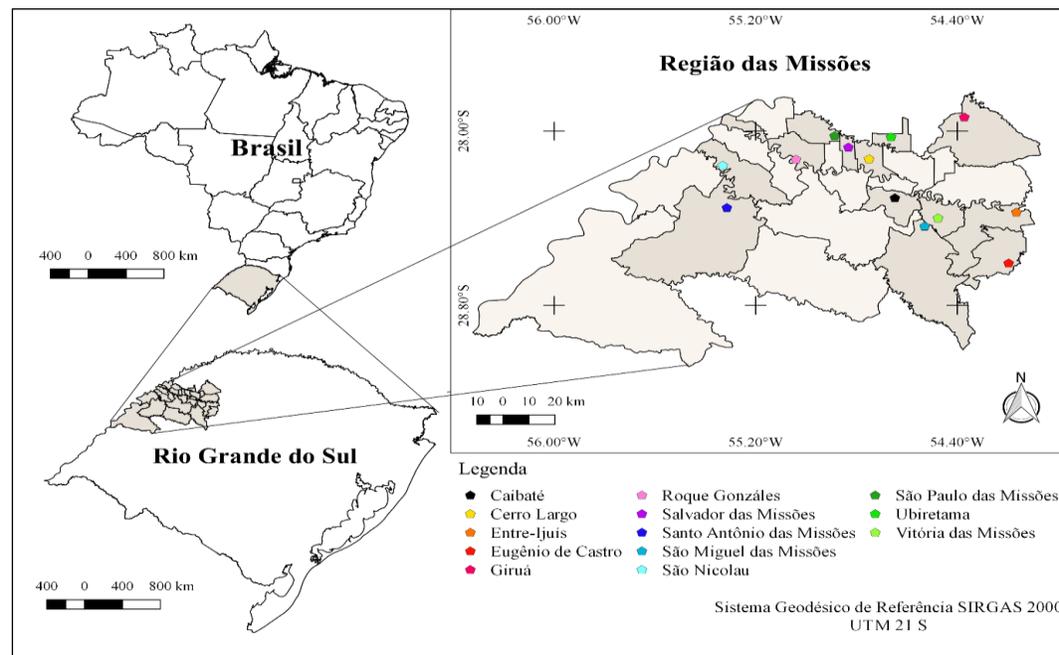
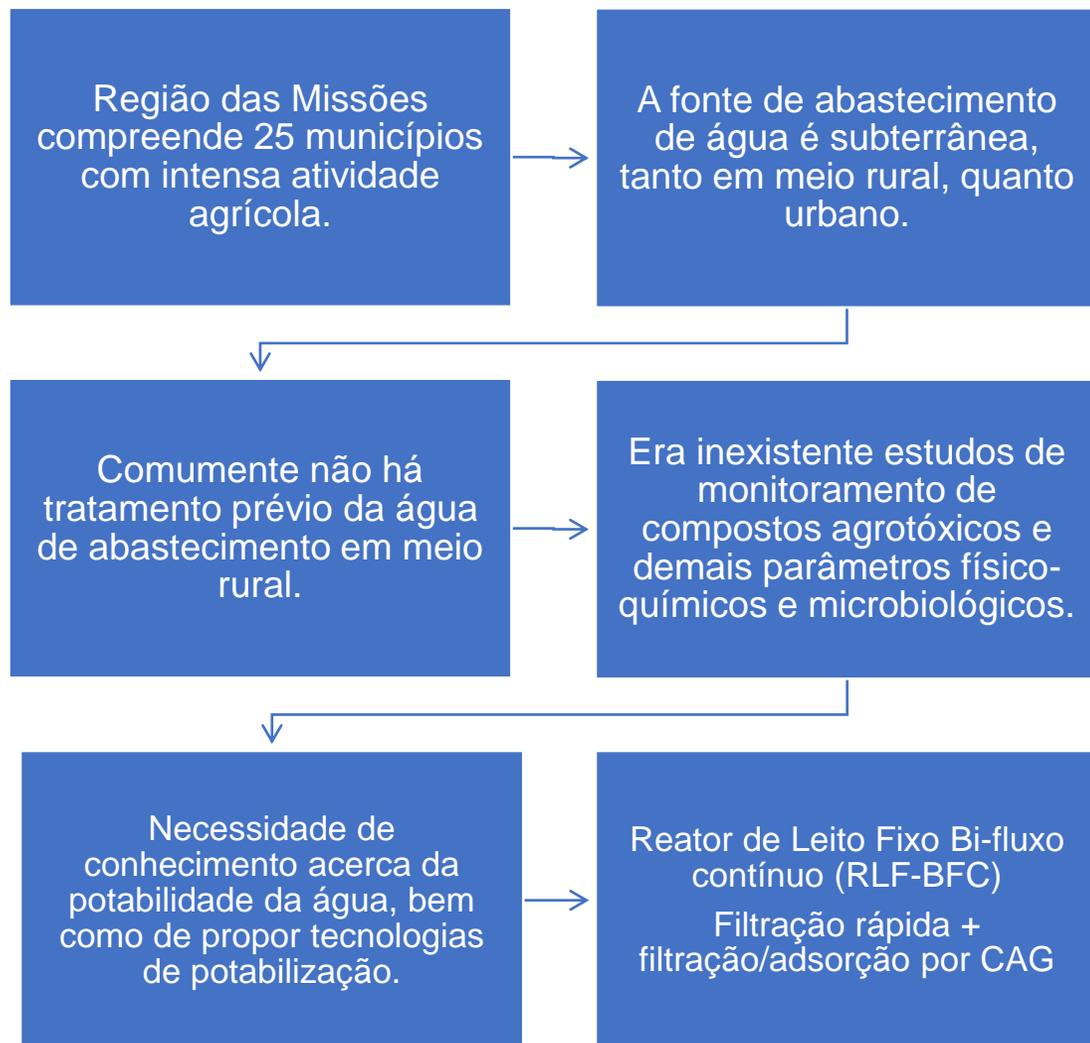
Júlia Villela Toledo Ferreira, Renata Welter Martins, Milena Santiago Chiquim, Aline Raquel Müller Tones

Universidade Federal da Fronteira Sul - *campus* Cerro Largo / RS

alcione.almeida@uffs.edu.br / + 55 55 981022834

**OBJETIVOS** DE DESENVOLVIMENTO  
SUSTENTÁVEL

# ■ CONTEXTUALIZAÇÃO



## ■ OBJETIVOS

Monitorar parâmetros físico-químicos inclusos 24 compostos agrotóxicos e parâmetros microbiológicos em águas subterrâneas utilizadas para o abastecimento público no meio rural.



Avaliar o desempenho do RLF-BFC considerando os parâmetros físico-químicos: absorvância  $\lambda$ -254 nm, cor aparente, condutividade elétrica, pH e turbidez, conforme preconizado na Portaria de Consolidação nº 05/2017 do Ministério da Saúde e as suas alterações na Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde, pré e pós-tratamento da água.

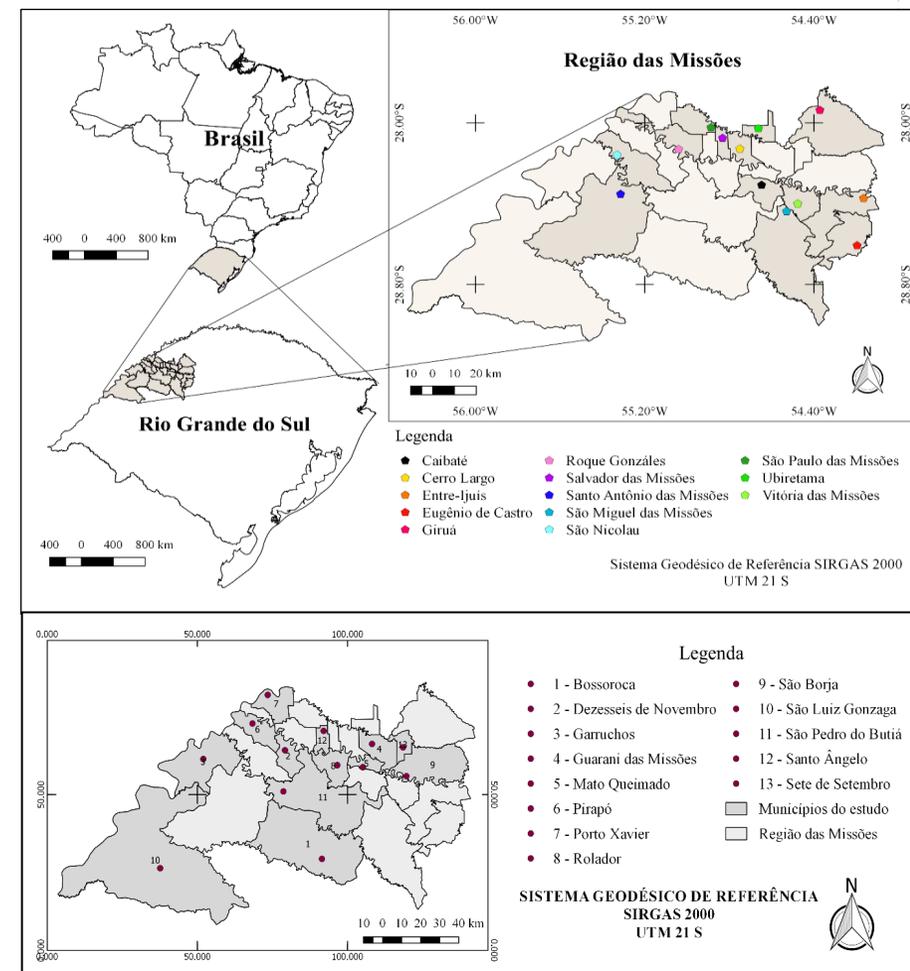
# ■ MATERIAIS E MÉTODOS

## ■ Principais parâmetros analisados

Parâmetro	Classe
2,4-D	Herbicida
Atrazina	Herbicida
Azoxistrobina	Fungicida
Bentazona	Herbicida
Carbofurano	Inseticida
Ciproconazol	Fungicida
Clomazona	Herbicida
Difenoconazol	Fungicida
Epoxiconazol	Fungicida
Fipronil	Inseticida
Imazapique	Herbicida
Imazetapir	Herbicida
Malationa	Inseticida
Metsulfurom-metílico	Herbicida
Penoxsulam	Herbicida
Piraclostrobina	Fungicida
Pirazosulfurom-etílico	Herbicida
Pirimicarbe	Inseticida
Profenofós	Inseticida
Propiconazol	Fungicida
Simazina	Herbicida
Tebuconazol	Fungicida
Tiametoxam	Inseticida
Trifloxistrobina	Fungicida

CLAE-EM HPLC-MS – Validação do método cromatográfico (INMETRO, 2018)

Parâmetros	Referência metodológica	Equipamento
Absorvância ( $\lambda = 254 \text{ nm}$ )	5910 B APHA <sup>(2)</sup> (2005)	Espectrofotômetro Thermo Scientific - Evolution 201
Coliformes totais (P/N) <sup>(1)</sup>	SM 9221 C APHA (2005)	Kit COLtest®
Condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )	2510 B APHA (2005)	Sonda multiparâmetro YSI Professional Plus
Cor aparente (uH)	2120 B APHA (2005)	Colorímetro Del Lab DLA-COR
Escherichia coli (P/N)	SM 9221 F APHA (2005)	Kit COLtest®
Fluoreto ( $\text{mg L}^{-1}$ )	4500 D APHA (2005)	Fluorímetro PoliControl AquaColor Fluór
Nitrato ( $\text{mg L}^{-1}$ )	FRIES; GETROST, 1977	Espectrofotômetro Thermo Scientific - Evolution 201
Oxigênio dissolvido ( $\text{mg L}^{-1} \text{ O}_2$ )	4500 G APHA (2005)	Sonda multiparâmetro YSI Professional Plus
pH	4500 B APHA (2005)	pHmetro Hanna, HI 2221
Sólidos sedimentáveis ( $\text{mL L}^{-1}$ )	2540 F APHA (2005)	Cone de Imhoff





# ■ MATERIAIS E MÉTODOS

## ■ Área e água do estudo

Região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.

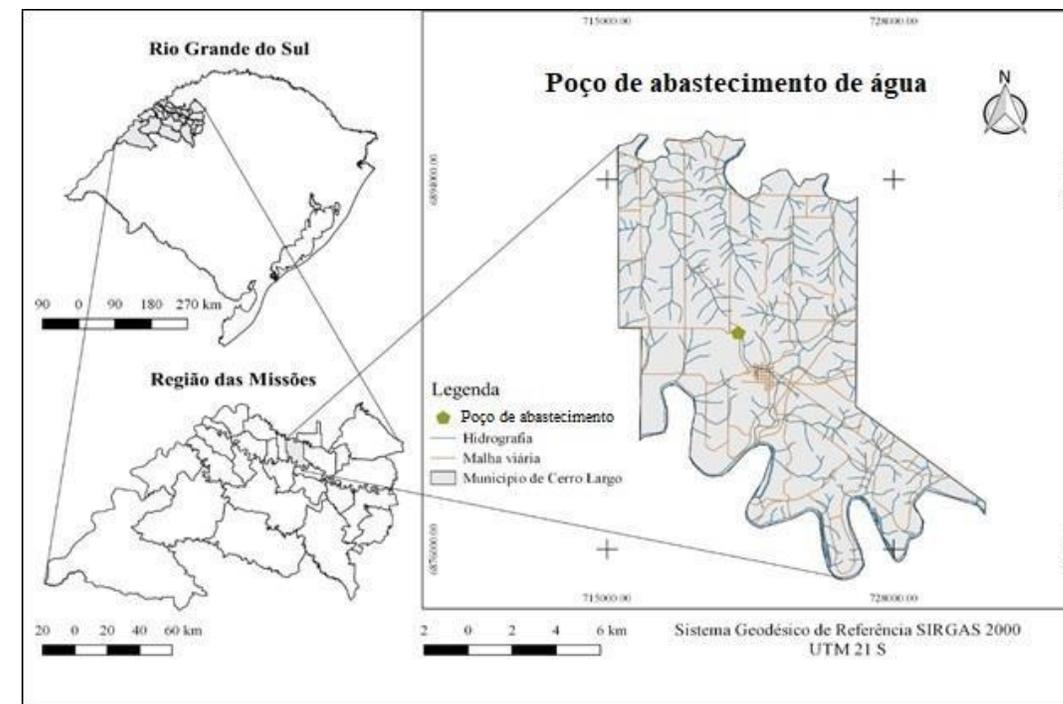
Abastecimento de água exclusivamente por águas subterrâneas, passando por tratamento simplificado.

## ■ Procedimento Analítico

Determinação da qualidade da água em termos da potabilidade utilizando os VMP de acordo com Portaria de Consolidação N° 5/2017 do MS e as suas alterações na Portaria N° 888/21 do MS.

Absorvância (254 nm) ⇒ Condutividade elétrica ⇒ Cor aparente ⇒ pH ⇒ Turbidez

Mapa do local de implantação dos RLF-BFC em escala real

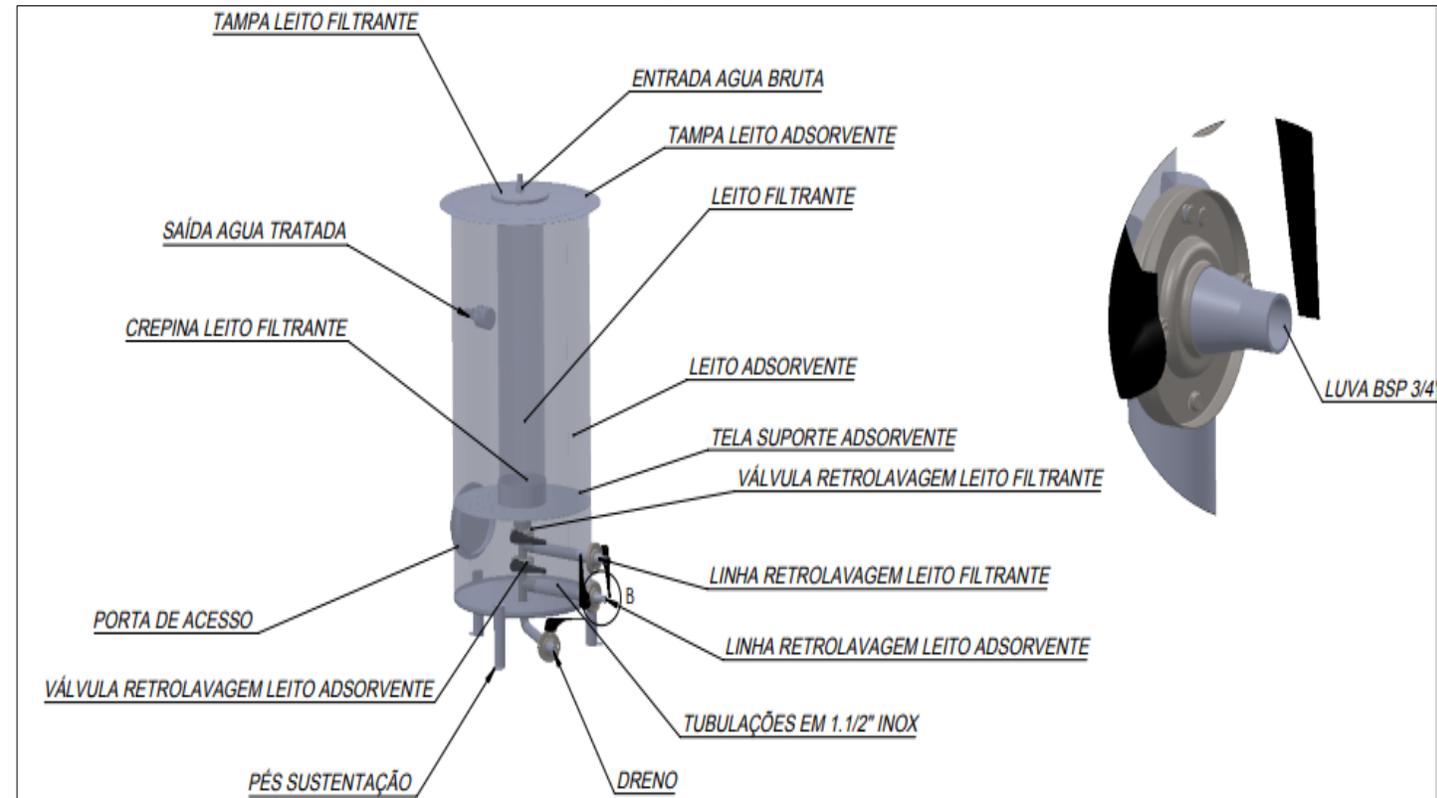


Fonte: Autores (2023)

# ■ REATOR DE LEITO FIXO BÍ-FLUXO

- **Material:** inox
- **Leito adsorvente:** constituído CAG com tamanho efetivo variando entre 0,075 mm e 2,26 mm e altura 25 cm.
- **Leito Filtrante:** areia com diâmetro médio de 0,45 – 0,55 mm e altura no leito fixo igual a 0,25 m.
- **Camada suporte:** seixos rolados para o leito adsorvente e 0,45 m para o leito filtrante.
- **TAS:**  $120 \text{ m}^3 \text{ m}^2 \text{ d}^{-1}$

Reator de Leito Fixo Bi-Fluxo Contínuo (RLF-BFC)



Fonte: Alves *et al.* (2018).

## ■ REATOR DE LEITO FIXO BÍ-FLUXO

Figura 2: RLF-BFC Projeto 3D



Fonte: Alves *et al.* (2018).

Figura 2: RLF-BFC Escala real



Fonte: Alves *et al.* (2018).

# ■ RESULTADOS OBTIDOS

Parâmetros físico-químicos e microbiológicos das amostras de água subterrânea.

Município	pH (1)	C <sup>(2)</sup>	T <sup>(3)</sup>	OD <sup>(4)</sup>	CT <sup>(5)</sup>	E. coli	SS <sup>(6)</sup>	Absorvância (λ – 254 nm) <sup>(*)</sup>	Cor <sup>(7)</sup>	Turbidez (8) <sup>(*)</sup>	Nitrato (9) <sup>(*)</sup>	F <sup>(10)</sup>
A	7,11	65,0	24,4	5,6	+	+	0,01	0,002	1,00	0,010	0,369	0,50
B	9,41	93,3	22,2	1,6	+	-	0,00	0,013	5,00	0,020	0,116	0,60
C	6,55	127,7	21,7	4,7	+	-	0,02	0,006	2,00	0,027	6,510	0,29
D	6,32	101,0	21,0	7,3	+	+	0,01	0,012	2,00	0,220	0,016	0,10
E	6,49	71,9	22,4	6,0	+	-	0,00	0,012	2,00	0,767	0,767	0,25
F	8,90	70,6	27,2	6,0	-	-	0,00	0,013	2,00	0,007	0,002	0,80
G	7,84	59,7	22,2	9,0	+	-	0,00	0,005	1,00	0,067	2,736	0,52
H	6,68	58,1	22,8	7,4	+	+	0,00	0,010	1,00	0,000	0,261	0,35
I	7,77	85,3	23,9	6,1	+	+	0,00	0,012	1,00	0,010	0,767	0,29
J	6,41	56,9	22,5	6,7	+	+	0,02	0,003	1,00	0,003	0,321	0,29
K	9,42	68,5	24,4	6,1	-	-	0,00	0,015	1,00	0,092	0,598	0,22
L	9,24	79,5	24,8	6,6	+	+	0,00	0,003	1,00	0,040	0,152	0,64
M	7,59	92,1	21,6	6,4	+	+	0,05	0,007	1,00	0,033	2,214	0,23

Coliformes fecais

↓  
E. Coli

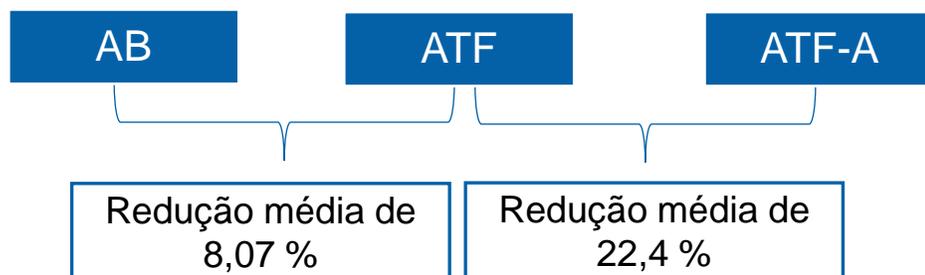
# ■ RESULTADOS OBTIDOS

Compostos agrotóxicos na água de abastecimento público de fonte subterrânea.

Agrotóxicos	Concentração ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )															
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	LQm	PC	SSE
<b>2,4D</b>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<LOQ	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1,00	30	-
<b>Atrazina</b>	0,017	0,049	0,053	0,042	ND	0,219	0,064	0,023	0,846	0,134	0,314	0,282	0,047	0,01	2	-
<b>Azoxistrobina</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04	-	-
<b>Bentazona</b>	ND	ND	ND	ND	ND	<LOQ	ND	<LOQ	ND	ND	ND	ND	ND	0,02	-	-
<b>Carbofurano</b>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<LOQ	ND	ND	ND	ND	ND	0,02	7	-
<b>Ciproconazol</b>	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	ND	<LOQ	0,04	-	60							
<b>Clomazona</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04	-	-
<b>Difenoconazol</b>	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,109	<LOQ	0,10	-	60							
<b>Epoxiconazol</b>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,02	-	18
<b>Fipronil</b>	0,330	1,115	0,945	0,856	ND	<LOQ	0,978	0,785	2,404	1,026	<LOQ	<LOQ	1,007	0,04	-	1,2
<b>Imazapique</b>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<LOQ	<LOQ	<LOQ	ND	ND	ND	<LOQ	0,01	-	-
<b>Imazetapir</b>	ND	ND	ND	ND	<LOQ	ND	0,01	-	1500							
<b>Malationa</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,20	-	-
<b>Metsulfurom</b>	ND	ND	ND	<LOQ	ND	0,10	-	60								
<b>Penoxsulam</b>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,04	-	-
<b>Piraclostrobina</b>	<LOQ	ND	ND	ND	<LOQ	ND	0,20	-	-							
<b>Pirazossulfurom</b>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,04	-	-
<b>Pirimicarbe</b>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,08	-	-
<b>Profenofós</b>	ND	ND	ND	ND	<LOQ	ND	ND	ND	ND	0,851	ND	ND	ND	0,20	60	-
<b>Propiconazol</b>	<LOQ	ND	0,02	-	-											
<b>Simazina</b>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,04	2	-
<b>Tebuconazol</b>	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	ND	<LOQ	0,10	180	-							
<b>Tiametoxam</b>	ND	ND	ND	ND	<LOQ	<LOQ	ND	0,20	-	120						
<b>Trifloxistrobina</b>	<LOQ	0,367	<LOQ	<LOQ	ND	<LOQ	0,823	0,802	0,215	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,20	-	-

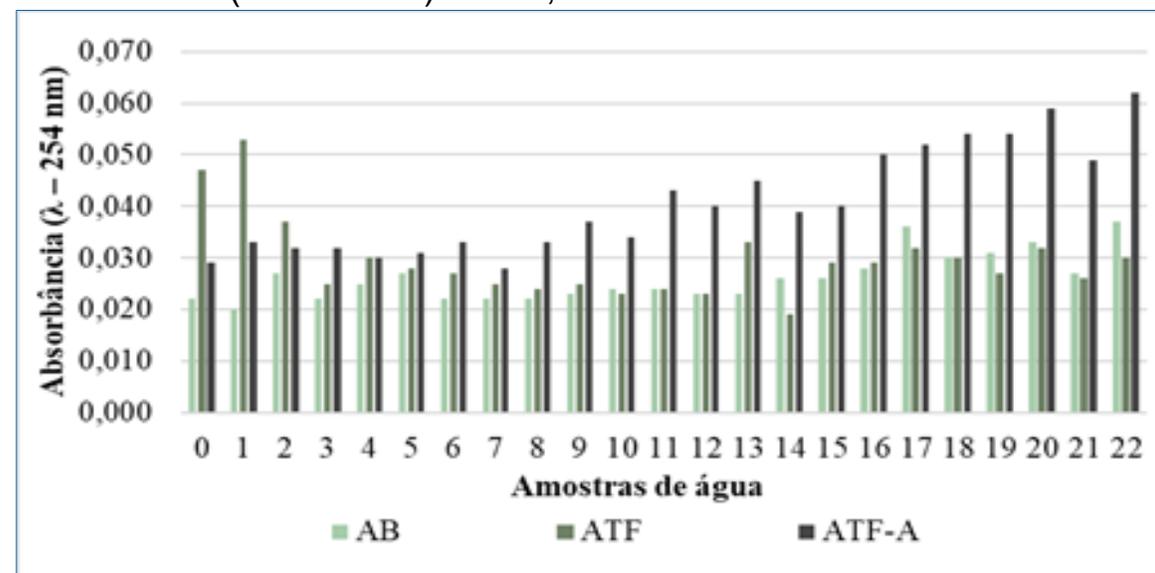
# ■ RESULTADOS OBTIDOS

## ■ Absorvância ( $\lambda - 254 \text{ nm}$ )



- A Portaria nº 888/2021 do MS não considera a absorvância como um parâmetro de potabilidade (BRASIL, 2021), entretanto este parâmetro se relaciona a presença de matéria orgânica presente nos corpos d'água, podendo ser um indicador de poluição, ou uma indicação de material particulado na matriz analisada.

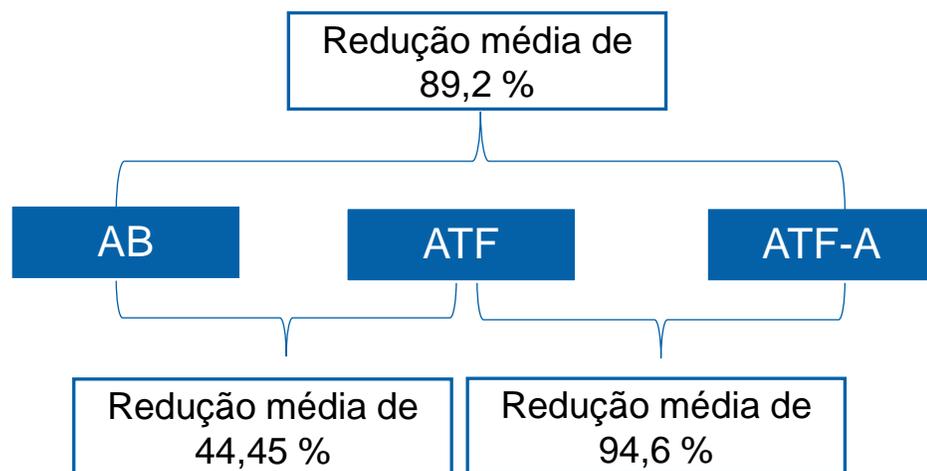
Absorvância ( $\lambda - 254 \text{ nm}$ ) da AB, ATF e ATF-A



Nota: Água bruta (AB); água tratada por filtração (ATF); água tratada por filtração e adsorção (ATF-A). Fonte: Autores (2023).

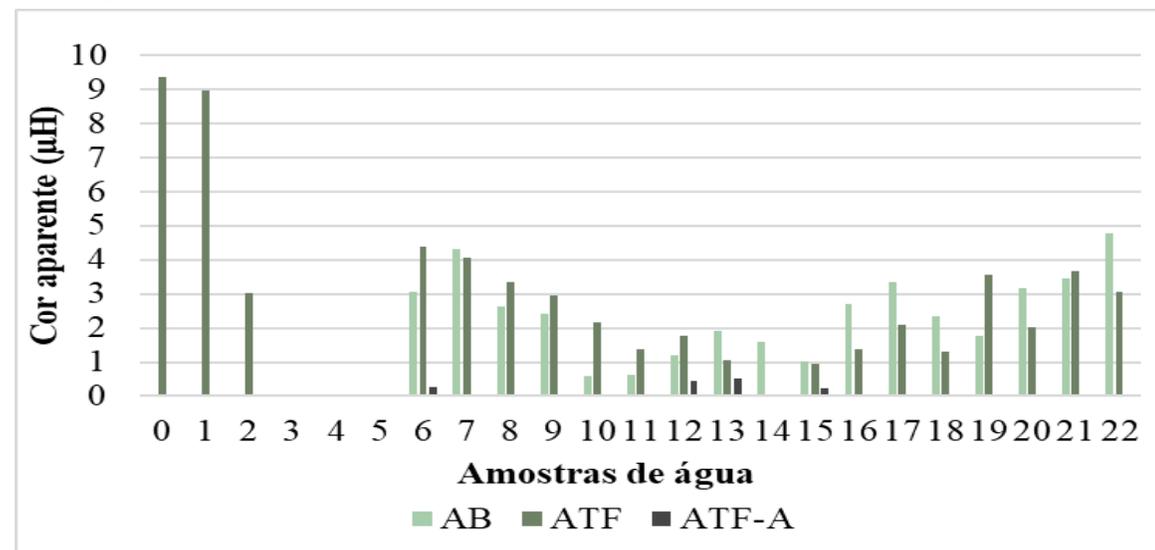
# RESULTADOS OBTIDOS

## Cor aparente (uC)



- O VMP estabelecido pela Portaria nº 05/2017 do MS corresponde a 15 uH, sendo assim os resultados obtidos ficaram dentro do permitido pela legislação (BRASIL, 2017).

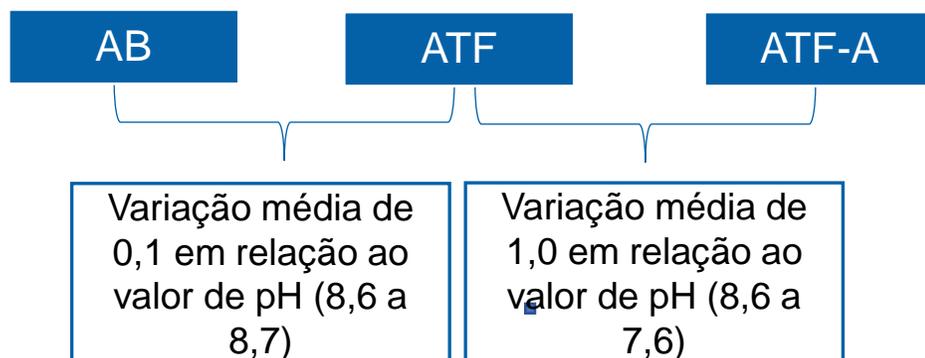
Cor aparente (uH) da AB, ATF e ATF-A



Nota: Água bruta (AB); água tratada por filtração (ATF); água tratada por filtração e adsorção (ATF-A). Fonte: Autores (2023).

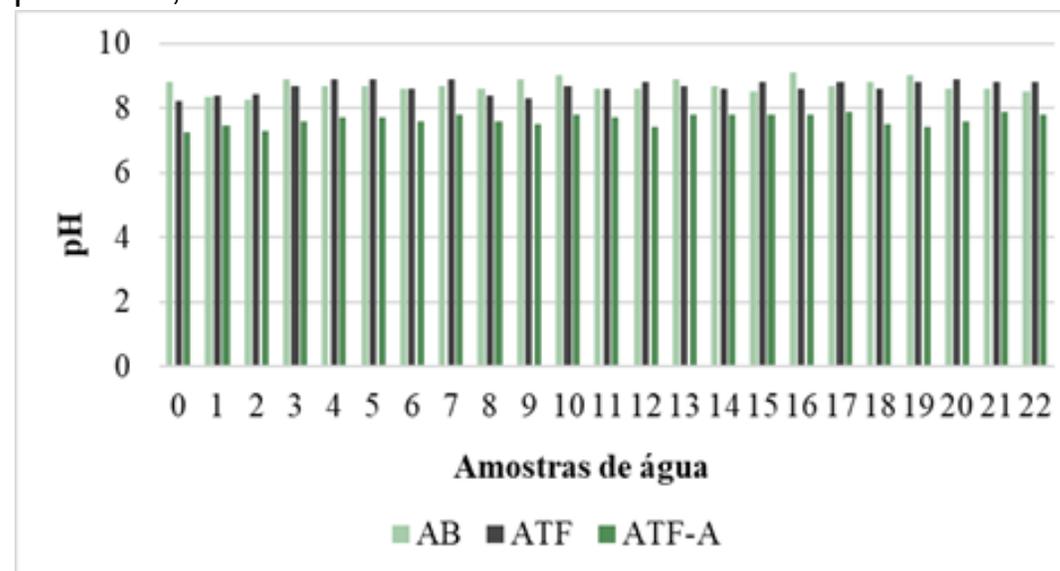
## RESULTADOS OBTIDOS

### pH



- De modo geral, todos os resultados encontrados estão de acordo com os padrões recomendados pela Portaria nº 05/2017 do MS que estabelece o valor de pH entre 6 a 9.

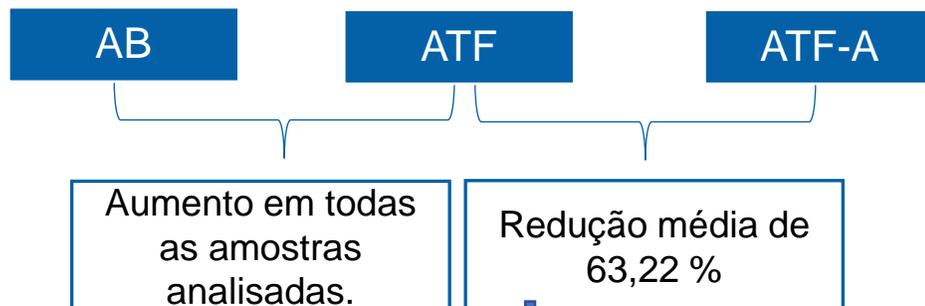
pH da AB, ATF e ATF-A



Nota: Água bruta (AB); água tratada por filtração (ATF); água tratada por filtração e adsorção (ATF-A). Fonte: Autores (2023).

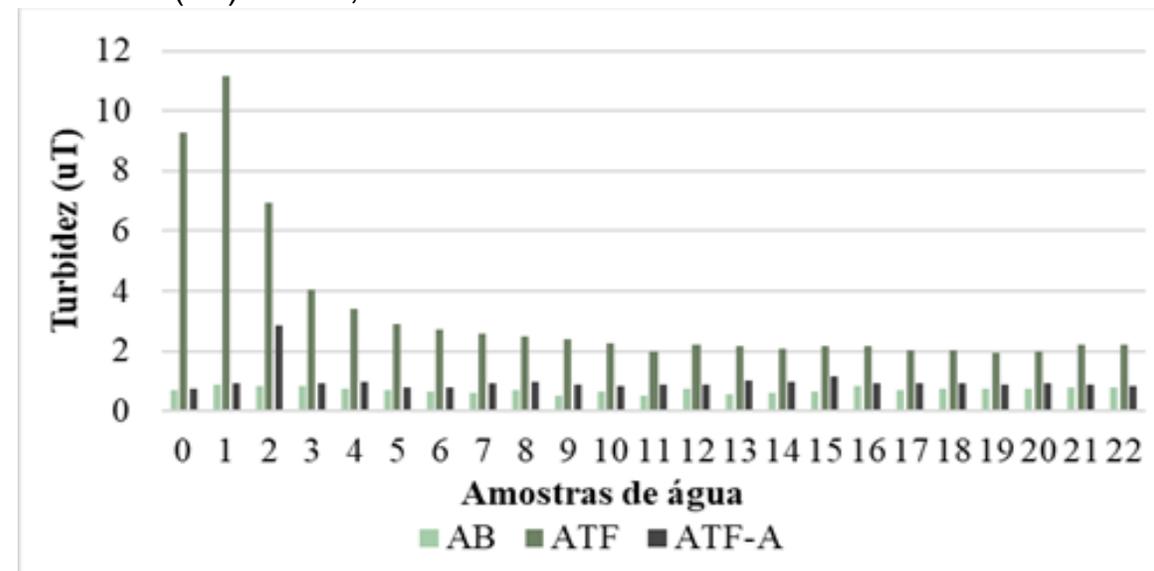
# ■ RESULTADOS OBTIDOS

## ■ Turbidez (uT)



- Os resultados de turbidez variaram de 0,513 uT a 11,167 uT, sendo que os VMP estabelecido pela Portaria nº 05/2017 do MS é de 5 uT, portanto foram ultrapassados nas amostragens da ATF no tempo 0, 1, 2, indicando de que provavelmente foi ocasionado pelo araste de areia do leito filtrante.

Turbidez (uT) da AB, ATF e ATF-A



Nota: Água bruta (AB); água tratada por filtração (ATF); água tratada por filtração e adsorção (ATF-A). Fonte: Autores (2023).

## ■ CONSIDERAÇÕES FINAIS

### Considerando as condições propostas neste estudo:

Foram encontrados multiresíduos de agrotóxicos e, coliformes fecais em todos os poços de abastecimento água (consumo humano) monitorados em ao menos uma estação do ano.



No tocando ao emprego do RLF-BF, ATF-A para os parâmetros de pH, turbidez e cor aparente ficaram de acordo com o estipulado pela Portaria nº 05/2017 do MS. Enquanto que, os parâmetros não estabelecidos pela referida portaria apresentaram eficiências máximas de 22,4 % para a redução da absorbância ( $\lambda - 254 \text{ nm}$ ) e 6,8 % para a condutividade elétrica.

## ■ CONSIDERAÇÕES FINAIS

### Considerando as condições propostas neste estudo:

O RLF-BFC foi capaz de melhorar a qualidade da água de abastecimento rural quando comparado as amostragens AB para ATF-A, mesmo com a ocorrência de arraste da areia do leito filtrante, para os parâmetros de absorvância  $\lambda - 254 \text{ nm}$  (22,4 %), condutividade elétrica (6,8 %), cor aparente (89,2%) e pH (7,2 a 8,9).

Estudos preliminares de aplicação do RLF-BFC indicaram redução de 27,2% do composto agrotóxico glifosato.

Limitações no RLF-BF estão sendo estudadas, a destacar o processo de retrolavagem e a regeneração do material adsorvente.



## Encontro Técnico **AESABESP**

Congresso Nacional  
de Saneamento e  
Meio Ambiente

# MUITO OBRIGADA!

Dr<sup>a</sup>. Alcione Aparecida de Almeida Alves

Júlia Villela Toledo Ferreira, Renata Welter Martins, Milena Santiago Chiquim, Aline Raquel Müller Tones

Universidade Federal da Fronteira Sul - *campus* Cerro Largo / RS

[alcione.almeida@uffs.edu.br](mailto:alcione.almeida@uffs.edu.br) / + 55 55 981022834

Instagram: [alcioneaalves](#)

**OBJETIVOS** DE DESENVOLVIMENTO  
**SUSTENTÁVEL**