

ESTUDO DA IMOBILIZAÇÃO DE ELEMENTOS TÓXICOS PRESENTES NAS CINZAS DE CARVÃO POR MEIO DO TRATAMENTO COM AGENTES IMOBILIZADORES

CAMPELLO, F. A.^{a*}, IZIDORO, J. C.^a, GHILHEN, S. N.^a, FUNGARO D. A.^a

*a. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN-CENEN/SP), Av. Professor
Lineu Prestes, 2242, São Paulo-SP, Brasil, CEP 05508-000*

**fcampello@ipen.br*

INTRODUÇÃO

Introdução Carvão

Reservas de Carvão

100 Bilhões de toneladas*

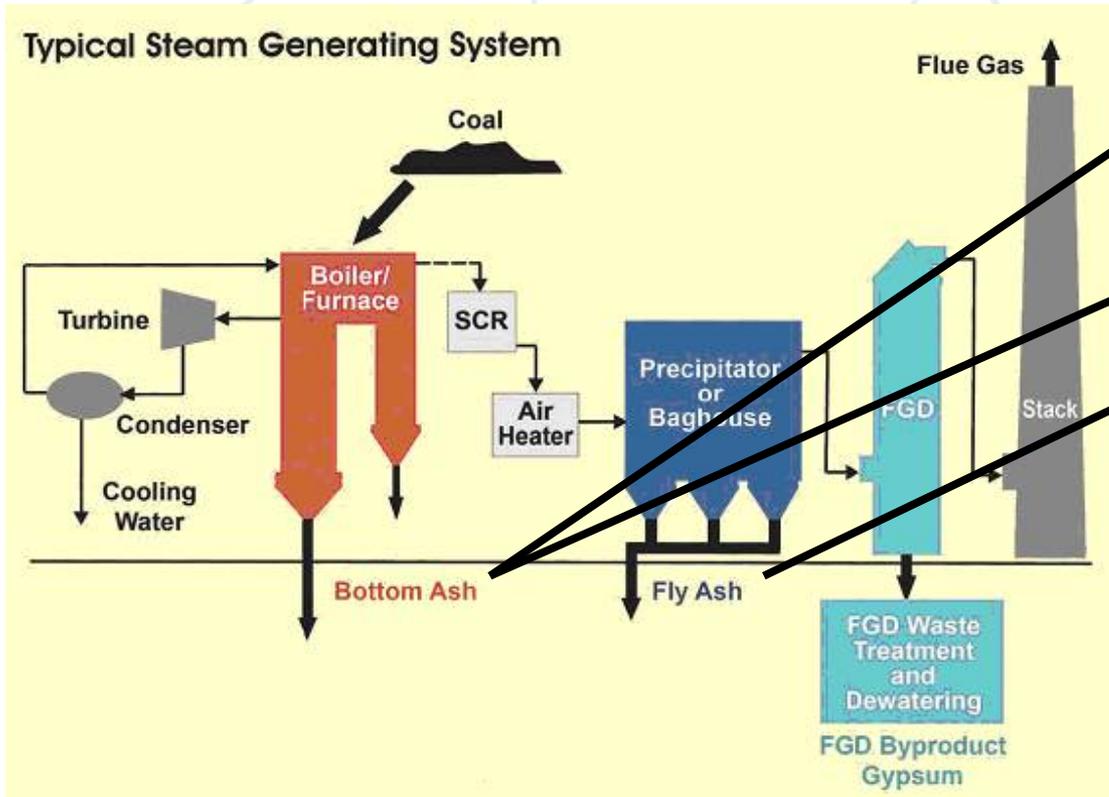
3,4 Bilhões de toneladas*

28,8 Bilhões de toneladas*



*Fonte: Fungaro *et al.* - 2009

Introdução Usinas Termoelétricas



- **Cinzas de Fundo (Pesada)**
- **Escórias**
- **Cinzas Volantes (Leves)**

Introdução Cinzas

Carvão mineral

Combustão

Cinzas

Cinzas leve
(65-85%)

Cinzas fundo
(15-35%)

Resíduo
potencialmente
perigoso



Introdução
Usina Figueira-PR



Usina termoeletrica de Figueira-PR

Fonte: Copel - 2010

Usina termoeletrica
de Figueira-PR

Cinzas >
Contaminantes
(As, Se, Cr, etc.)

Sistema de
disposiçao
inadequado

Contaminaçao do
solo + agua sub.

OBJETIVO

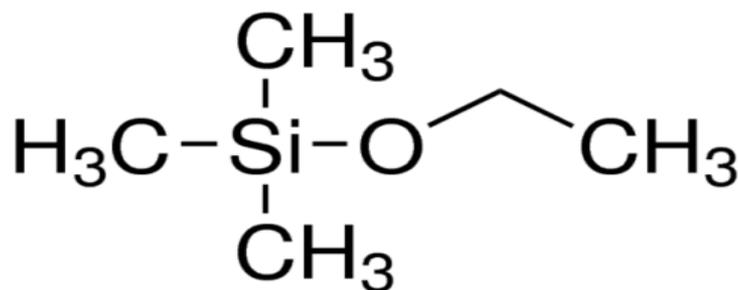
Avaliar a imobilização dos principais elementos tóxicos presentes nas Cinzas de Carvão por meio do tratamento com agentes imobilizadores visando reduzir os possíveis impactos ambientais resultantes de sua disposição inadequada

Características de Agentes Imobilizadores

Características de Agentes Imobilizadores Orgânosilano

Etoximetilsilano - C₅H₁₄OSi

- Compostos químicos de silício monoméricos que contém pelo menos uma ligação carbono-silício (Si-C) na estrutura ;
- Apresentam grupos orgânicos hidrofóbicos: Grupos Metil -CH₃

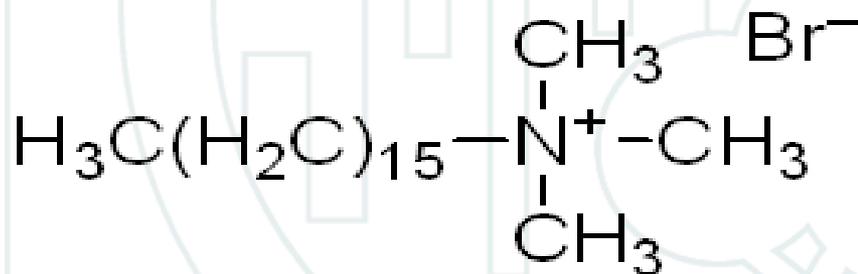


Estrutura Química do Etoximetilsilano

Características de Agentes Imobilizadores Surfactante

Brometo de hexadeciltrimetilamônio - $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{15}\text{N}^+(\text{CH}_3)_3\text{Br}^-$ (HDTMA-Br):

- Disponibilidade e baixo custo;
- Carga permanente positiva de nitrogênios pentavalentes e alto grau de hidrofobicidade;
- Ligação com N-C onde a cauda apolar torna material hidrofóbico.



Estrutura Química do HDTMA-Br

MATERIAIS E MÉTODOS

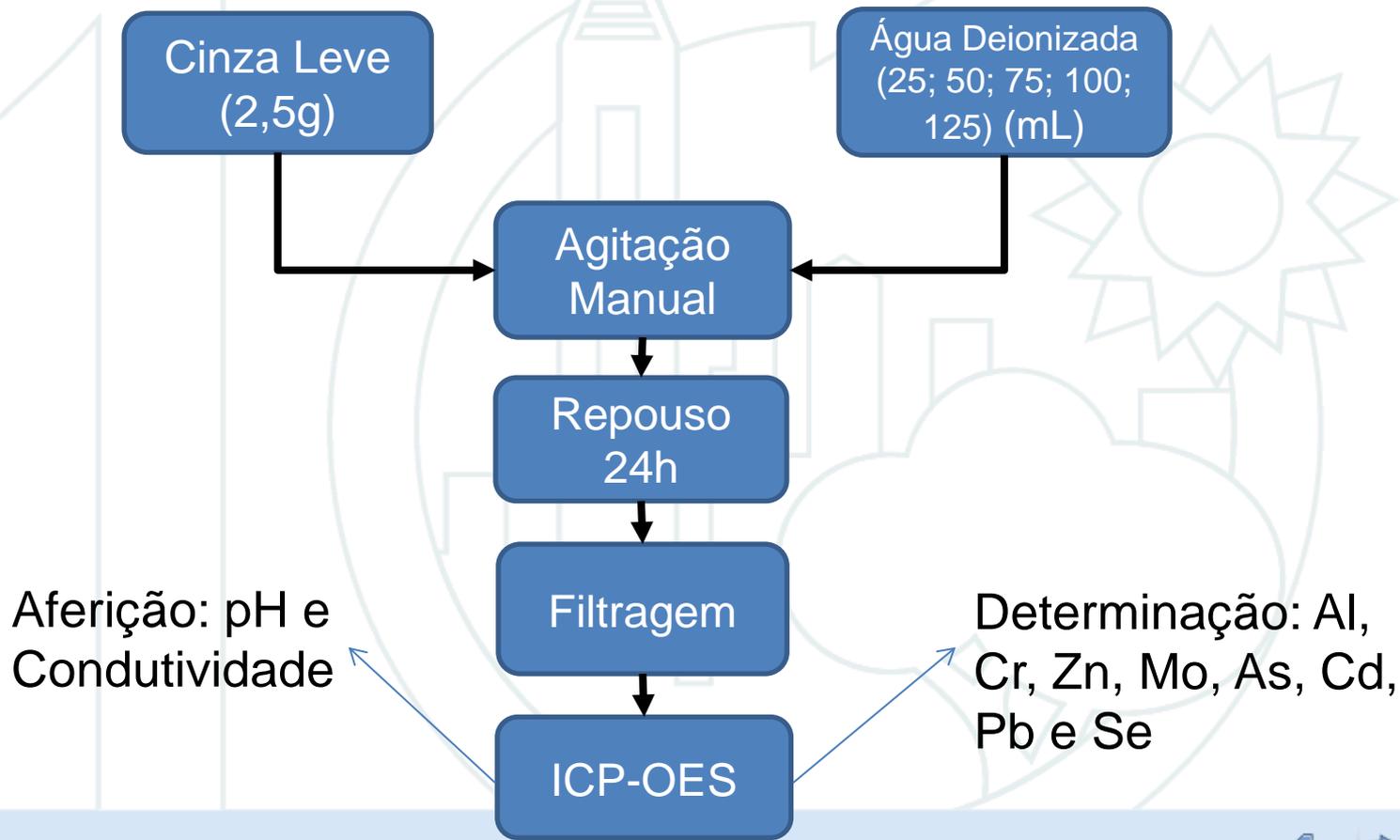
- Cinzas leves de carvão mineral

**Usina Termelétrica de
Figueira-PR**

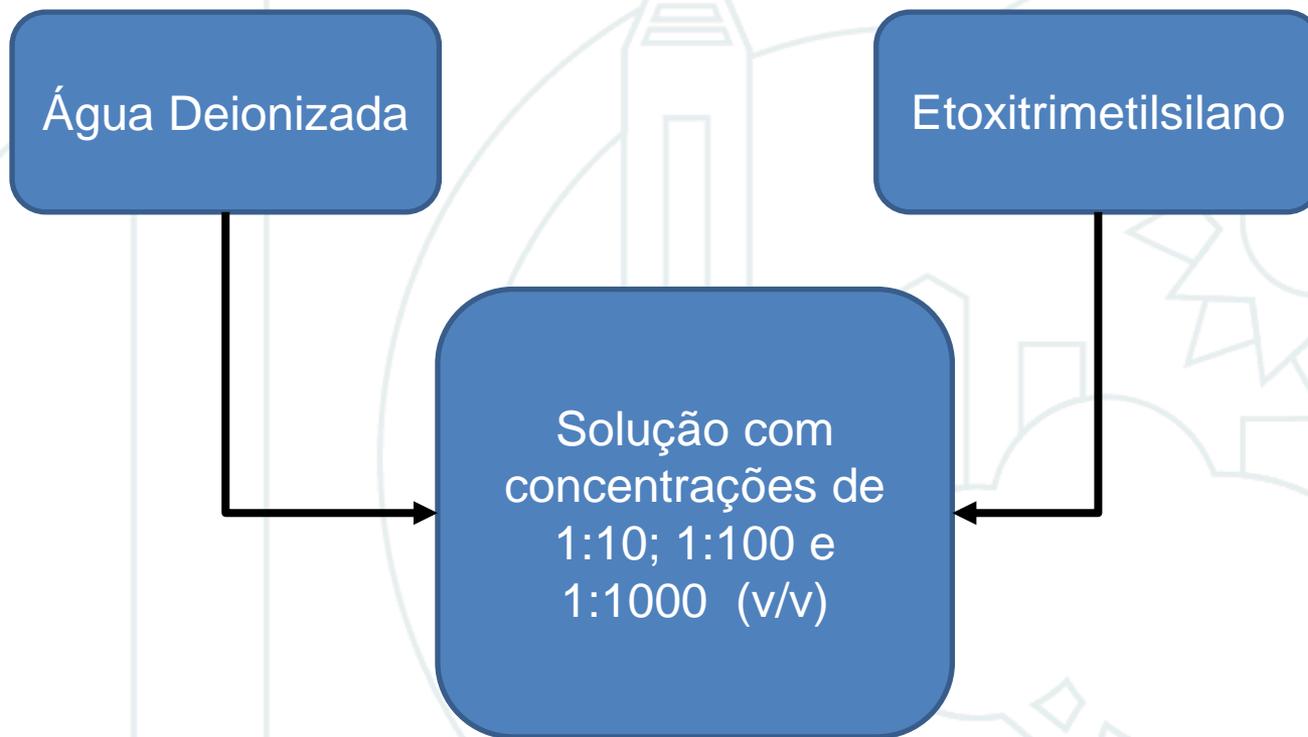


Fonte: Copel - 2010

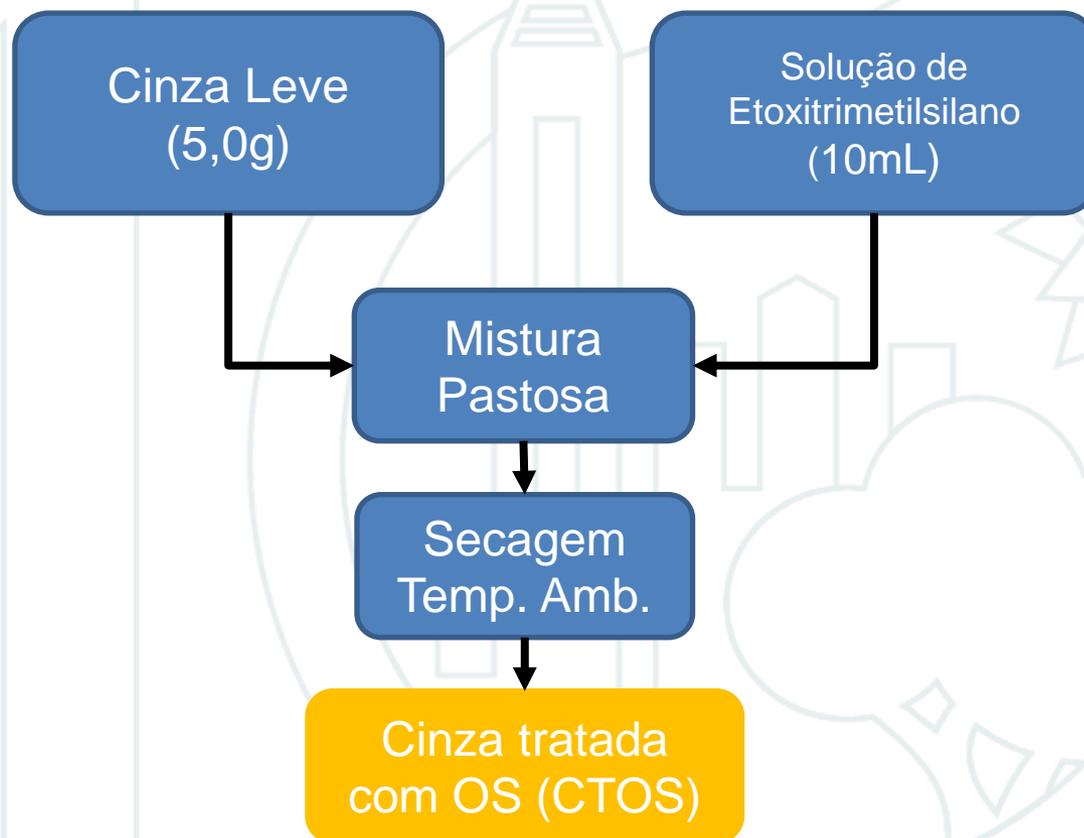
Influência da Relação Massa de Cinzas/Volume de Água no Ensaio de Lixiviação



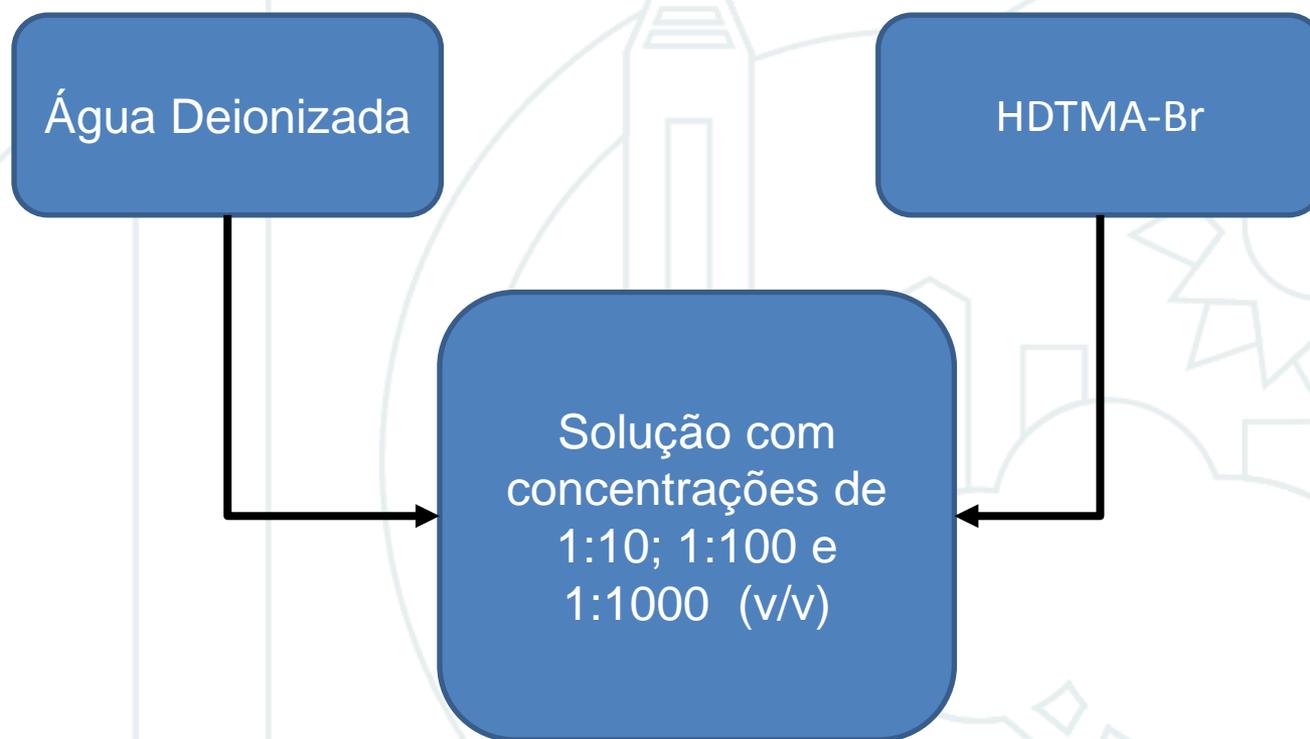
Tratamento das Cinzas com Orgânosilano (OS)



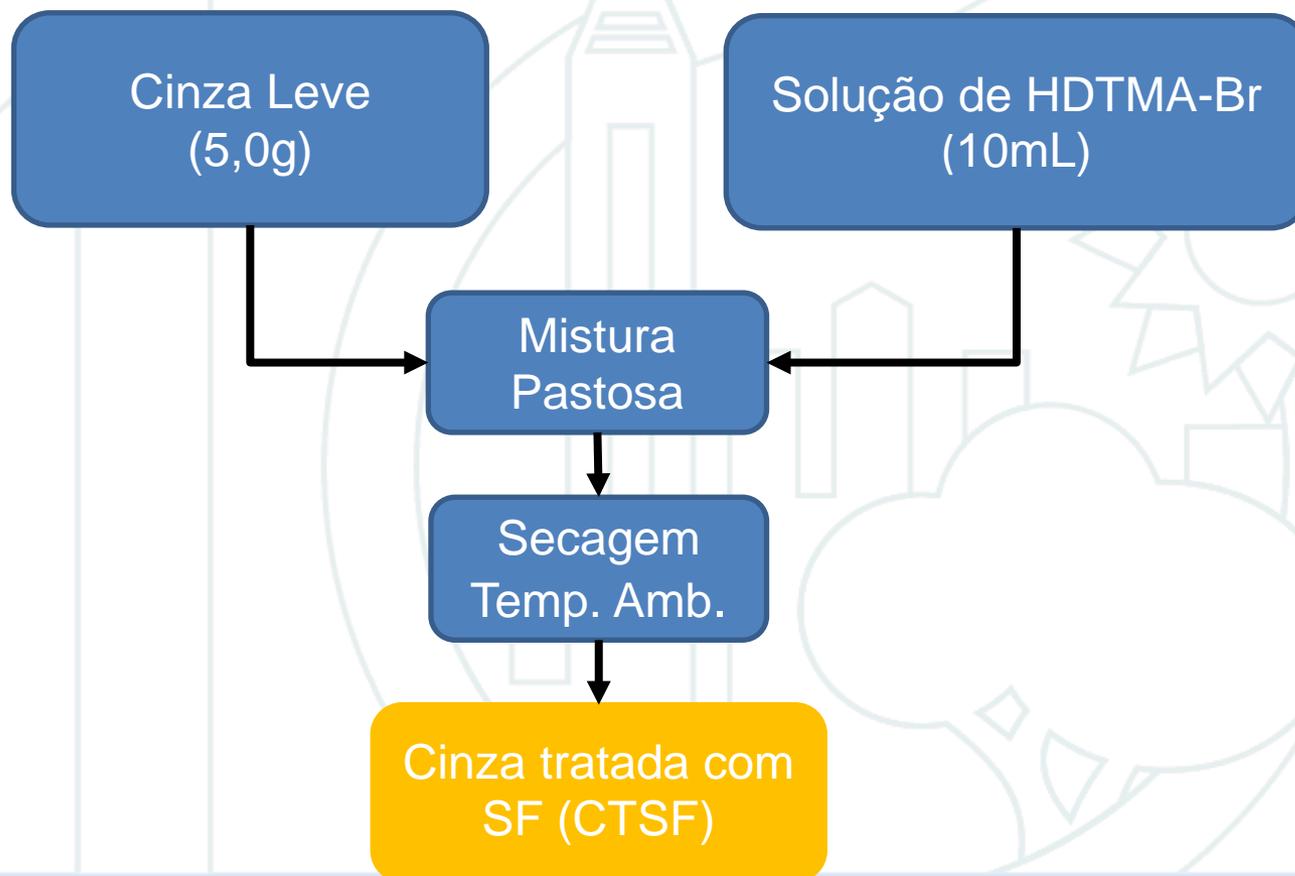
Tratamento das Cinzas com Orgânosilano (OS)



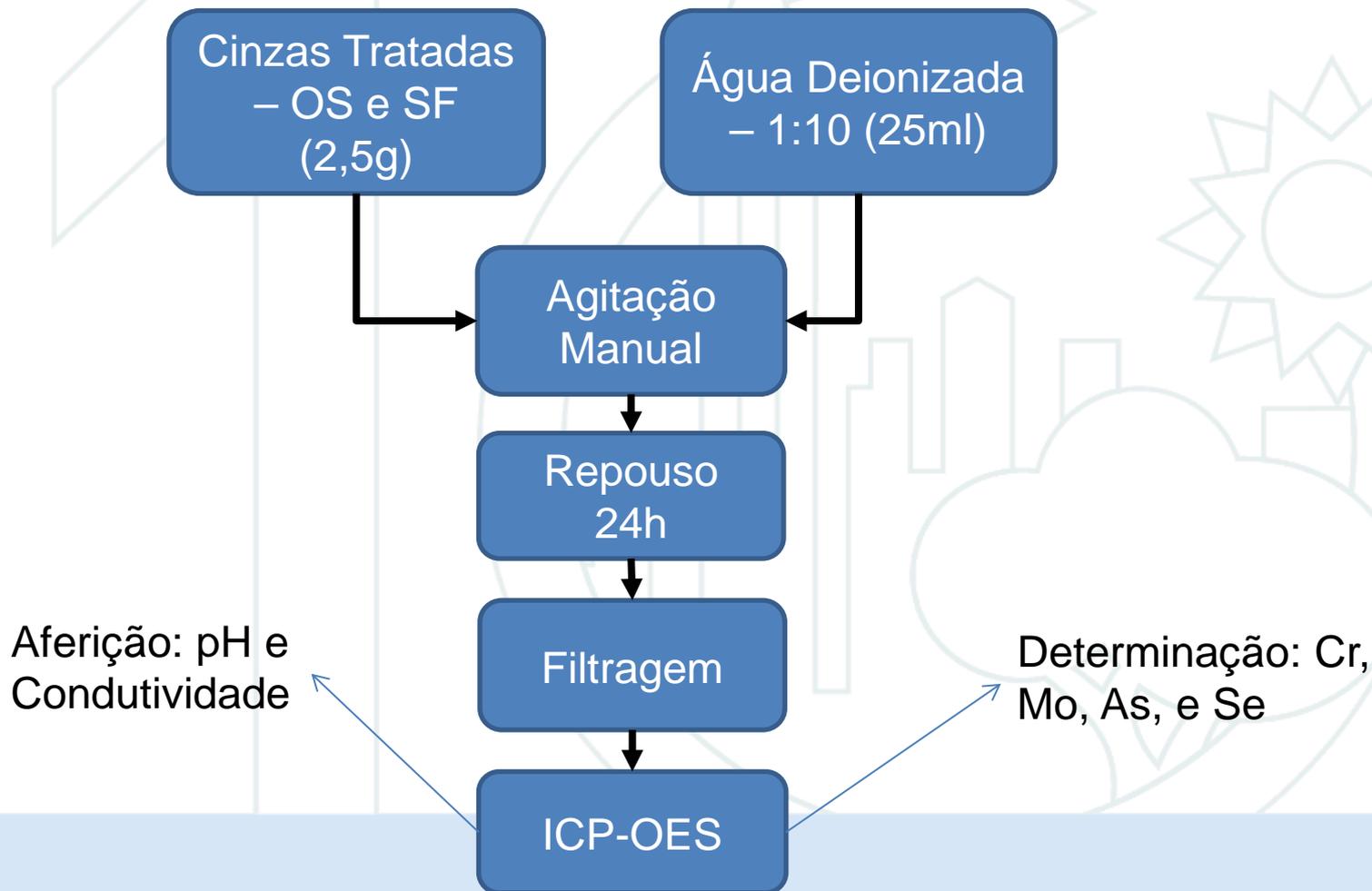
Tratamento das Cinzas com Surfactante (SF)



Tratamento das Cinzas com Surfactante (SF)



Metodologia
Ensaio de Lixiviação



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resultados
Influência Massa/Volume Lixiviação

Elementos	$C_{\text{lixiviado não-tratado}} \text{ (mg L}^{-1}\text{)}$				
	CNT-1 (1:10)	CNT-2 (1:20)	CNT-3 (1:30)	CNT-4 (1:40)	CNT-5 (1:50)
Cr	<u>0,235±0,004</u>	0,127±0,002	0,107±0,006	0,084±0,001	0,073±0,002
Zn	0,0237±0,0004	0,0147±0,0003	0,0106±0,0006	0,0315±0,0004	0,072±0,001
Mo	<u>1,16±0,01</u>	0,583±0,005	0,45±0,01	0,03412±0,0002	0,287±0,003
As	<u>1,53±0,05</u>	1,40±0,07	1,2±0,1	1,30±0,02	1,35±0,09
Cd	<0,0013	<0,0013	<0,0013	<0,0013	<0,0013
Pb	<0,004	<0,004	<0,004	0,0072±0,0004	0,031±0,003
Se	<u>0,068±0,002</u>	0,034±0,002	0,032±0,004	0,025±0,004	0,025±0,002

Resultados
Orgânosilano

Elementos	C _{lixiviado tratado com OS (mg L⁻¹)}		
	CTOS-1 (Diluição 1:10)	CTOS-2 (Diluição 1:100)	CTOS-3 (Diluição 1:1000)
Cr	0,020 ± 0,001	<u>0,024 ± 0,001</u>	0,034 ± 0,001
Mo	0,280 ± 0,004	<u>0,265 ± 0,004</u>	0,262 ± 0,001
As	0,890 ± 0,01	<u>0,875 ± 0,006</u>	0,757 ± 0,003
Se	0,035 ± 0,002	<u>0,060 ± 0,001</u>	0,024 ± 0,001

Resultados
Orgãosilano

Elementos	Concentração (mg L ⁻¹)		Redução de concentração no lixiviado (%)
	CNT-1	CTOS-2	
Cr	0,235	0,024	89,8
Mo	1,16	0,265	77,2
As	1,53	0,875	42,8
Se	0,068	0,060	11,8

Resultados Surfactante

Elementos	$C_{\text{lixiviado tratado com SF}} (\text{mg L}^{-1})$		
	CTSF-1 (Diluição 1:10)	CTSF-2 (Diluição 1:100)	CTSF-3 (Diluição 1:1000)
Cr	0,035 ± 0,001	0,025 ± 0,001	<u>0,030 ± 0,001</u>
Mo	0,244 ± 0,004	0,251 ± 0,001	<u>0,323 ± 0,001</u>
As	1,441 ± 0,004	0,847 ± 0,004	<u>0,556 ± 0,002</u>
Se	0,107 ± 0,002	0,027 ± 0,001	<u>0,023 ± 0,001</u>

Resultados Surfactante

Elementos	Concentração (mg/L)		Redução de concentração no lixiviado (%)
	CNT-1	CTSF-3	
Cr	0,235	0,030	87,3
Mo	1,16	0,323	72,1
As	1,53	0,556	63,6
Se	0,068	0,023	66,1

Resultados
pH e Condutividade

Amostras	pH	Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$) (25 – 28°C)
CNT	9,03	441,97
CTOS-1	8,45	455,32
CTOS-2	8,88	427,00
CTOS-3	8,27	431,43
CTSF-1	7,10	355,02
CTSF-2	6,89	386,25
CTSF-3	6,93	312,97

CONCLUSÃO

Conclusão

1. Tratamento com OS : Redução de concentração foi significativa para **Cr e Mo** (**> 80%**) e baixa **As e Se** (**< 50%**)
2. Tratamento com SF: Redução acima de **64%** para todos os elementos
3. pH e condutividade:
 - CNT e CTOS: apresentaram valores muito próximos (**pH ~ 9 e condutividade ~ 430 $\mu\text{S/cm}$**)
 - CTSF: - **valores de pH ~ 7,0 e condutividade ~ 360 $\mu\text{S/cm}$** indicando maior retenção de íons nas cinzas
4. Tanto o **OS** quanto **SF** podem ser usados como agentes imobilizadores para retenção de elementos tóxicos nas Cinzas de Carvão, com destaque para o **SF** que **apresentou maior eficiência de remoção dos elementos estudados.**

Agradecimentos

1. **Dra. Denise A. Fungaro;**
2. **Dra. Juliana Izidoro;**



OBRIGADO