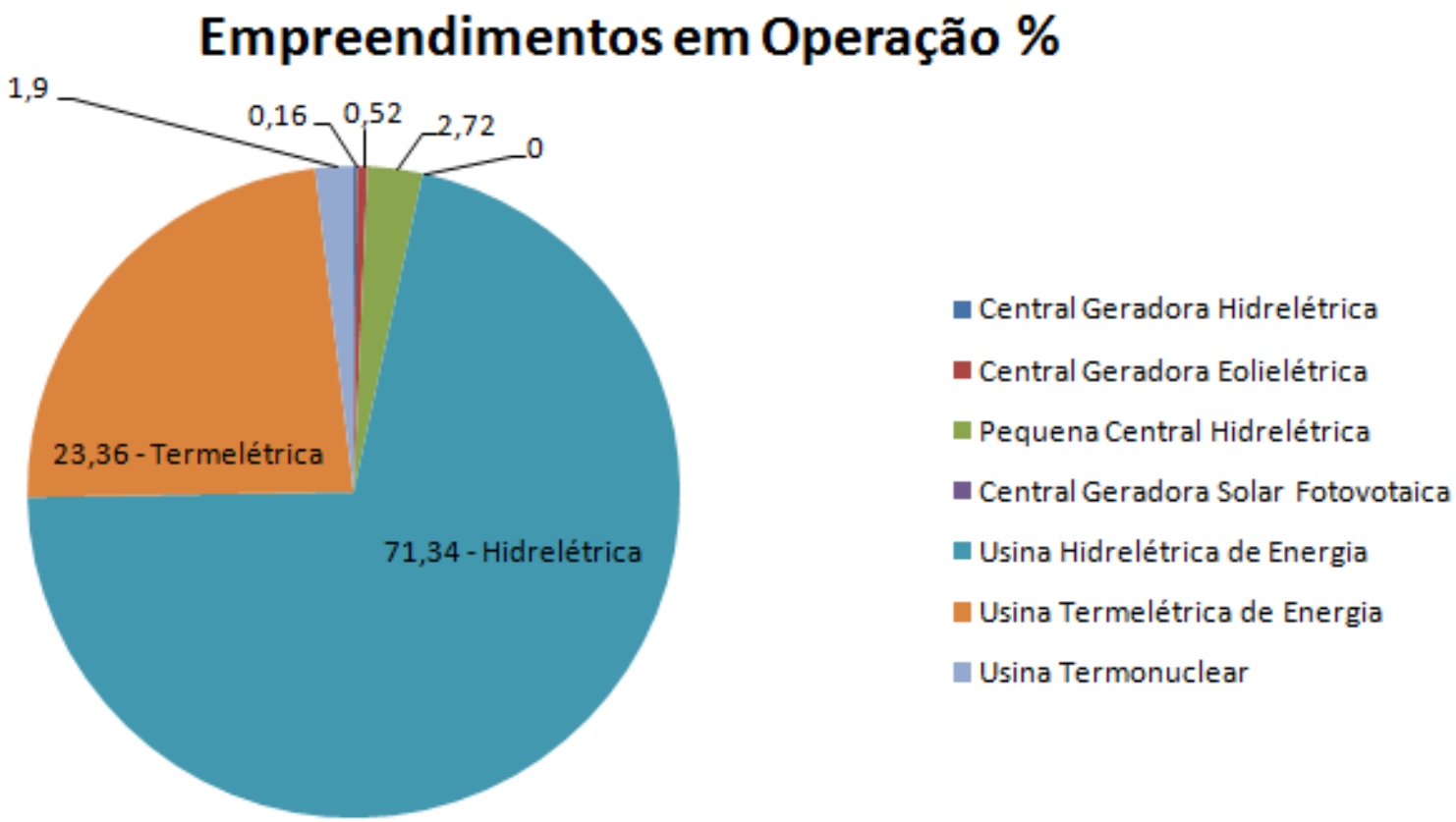
“Avaliação da lixiviação de Mo, Cd, Zn, As e Pb de cinza de carvão oriunda da termelétrica de Figueira, Paraná”

Camila Neves Lange
Juliana Cristina Silva
Cibele Segobia Bocci
Dra. Iara M. C. Camargo

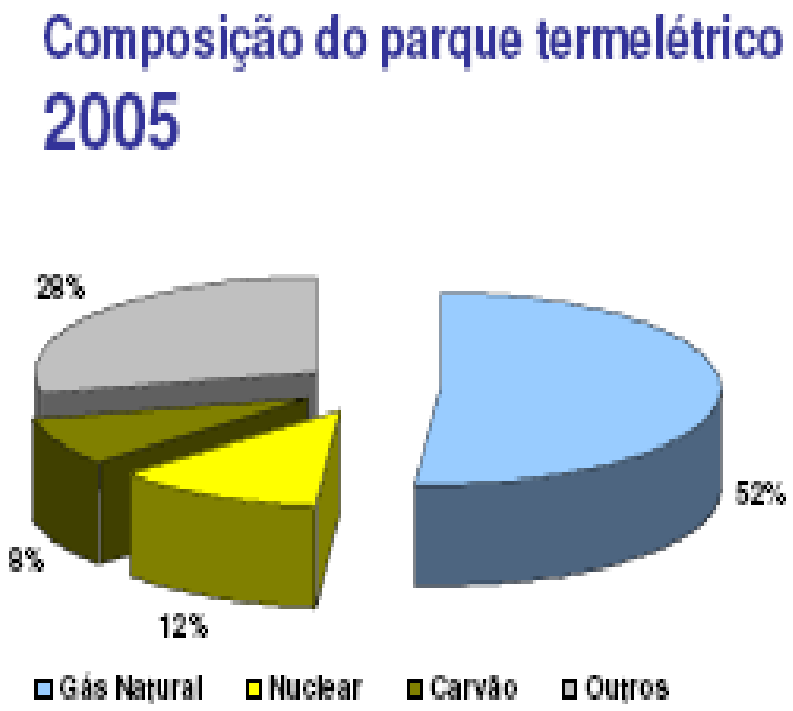
Maio/2011

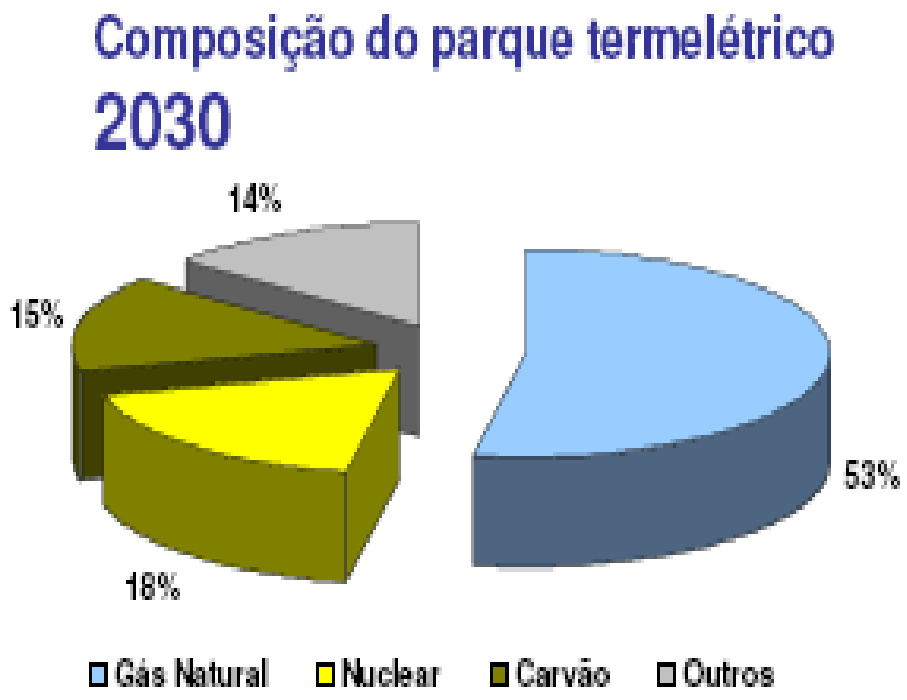
- Matriz Energética Brasileira – Segundo ANEEL



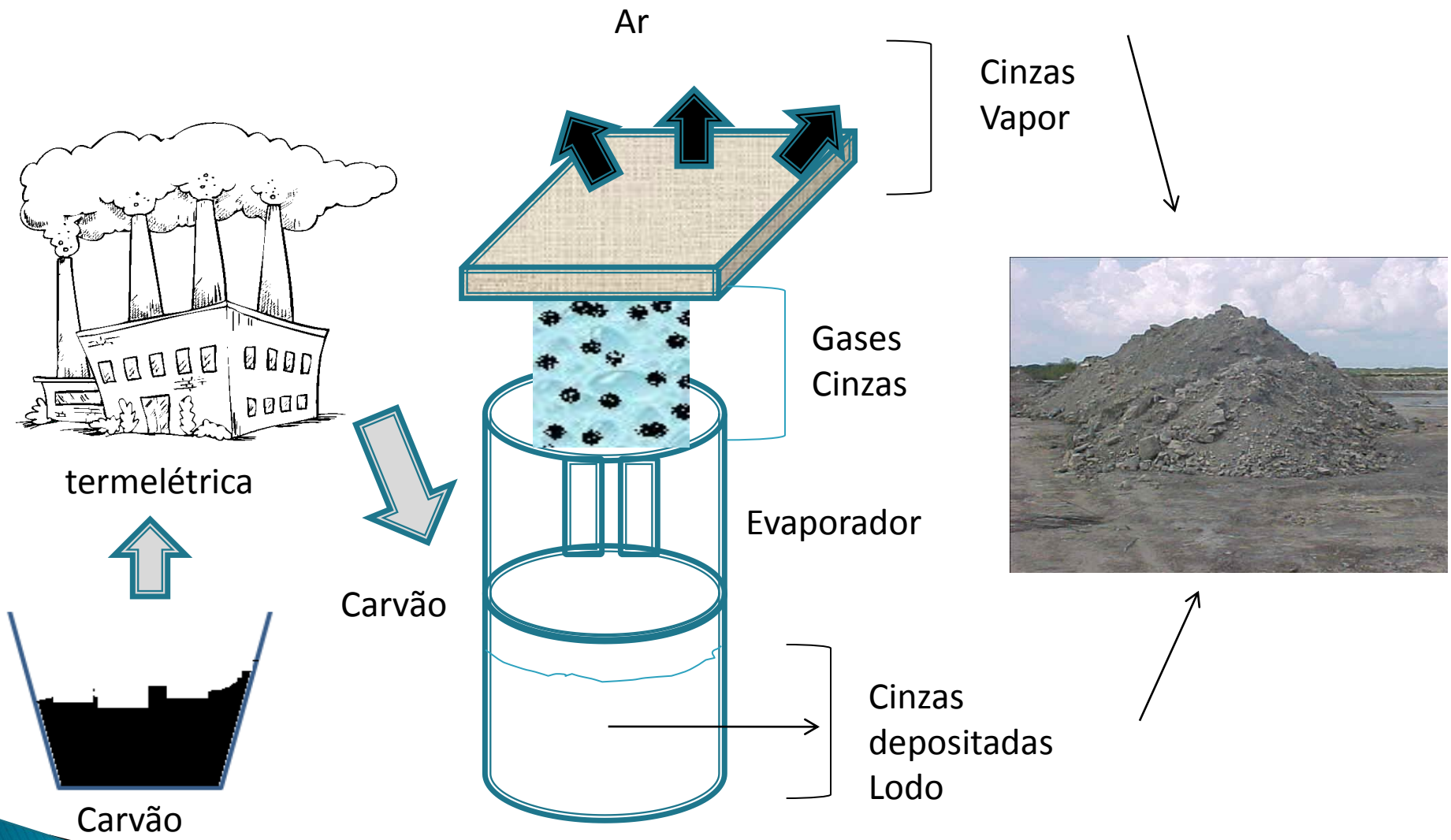
Adaptado de www.aneel.gov.br

➢ Matriz Energética Brasileira – PNE 2030





Adaptado de www.epe.gov.br


Ar
Cinzas
Vapor
termelétrica
Gases
Cinzas
Evaporador
Carvão
Cinzas
depositadas
Lodo
Carvão

Depósito de cinzas de carvão ao redor de usina de Figueira –PR
Fonte: Izidoro, J.; Fungaro, D.; Andrade, A. 2007

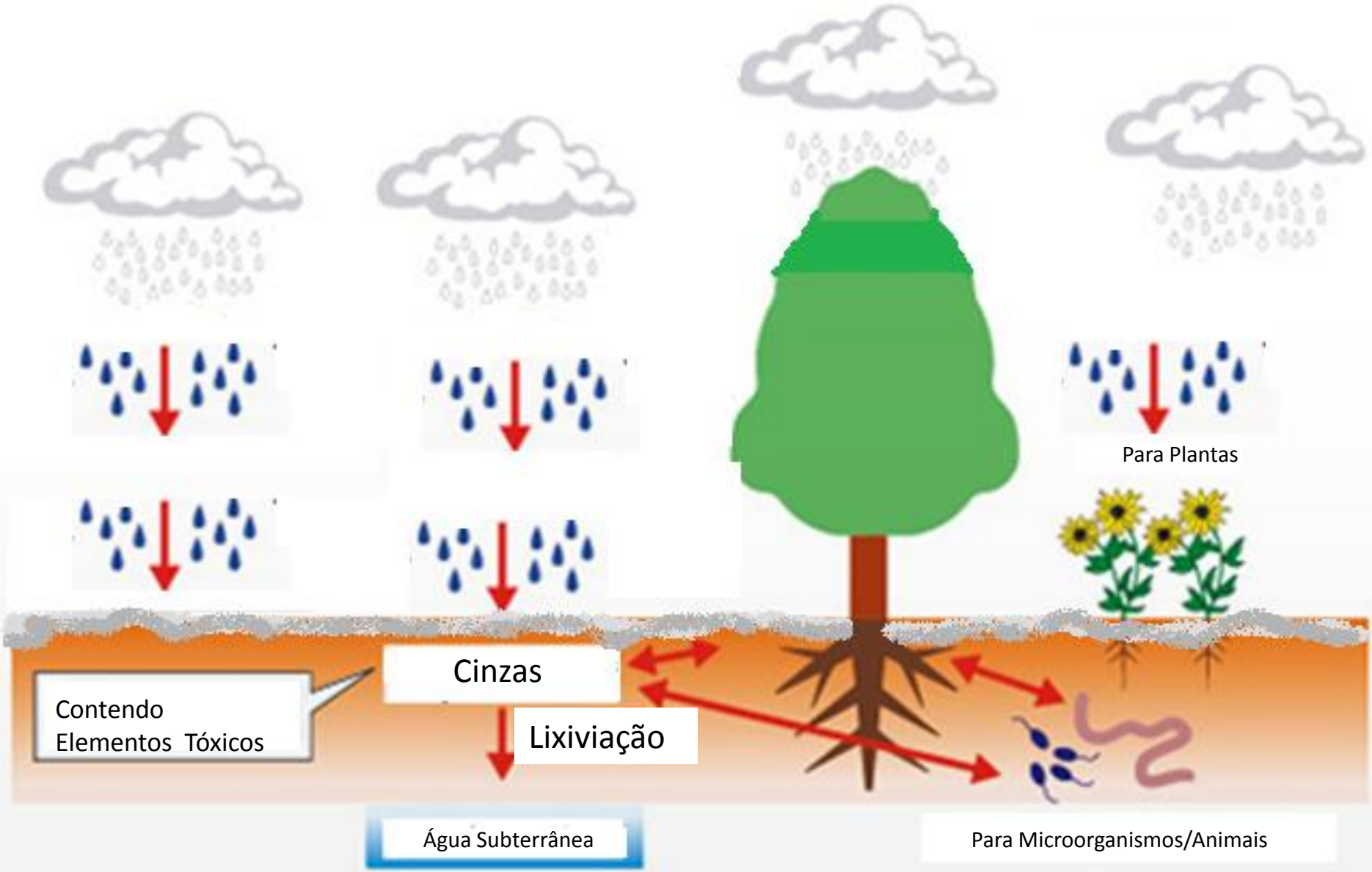
Toneladas de Cinzas Produzidas/ Ano

Brasil

China, Índia e EUA

4 milhões

391 milhões


Para Plantas
Cinzas
Contendo
Elementos Tóxicos
Lixiviação
Água Subterrânea
Para Microorganismos/Animais

➢ Elementos Traços – Cinzas Volantes

150 - CETESB

20 - CETESB

120 - CETESB

900 - CETESB

2000 - CETESB

	Charqueadas/RS	Candiota/RS	São Jerônimo/RS	Capivari de Baixo/SC	Figueira/PR
Ag	2.24	1.67	2.21	5.21	10.1
As	35.6	11.9	20.9	37.2	1820
Au	0.14	0.09	0.08	0.10	0.08
B	190	180	247	114	123
Ba	296	372	164	443	660
Be	6.58	3.27	12.9	3.41	6.67
Cd	0.77	0.55	0.41	1.32	16.4
Ce	107	106	64.4	124	224
Co	12.6	13.9	10.9	10.7	18.1
Cr	82.1	41.8	88.6	98.2	111
Cu	29.1	20.7	36.8	32.2	52.6
Ga	35.9	20.1	24.3	26.7	27.4
Ge	14.7	1.64	11.1	8.97	41.8
Li	96.7	36.3	90.5	76.0	107
Mn	66.1	294	78.1	155	305
Mo	4.95	3.93	4.88	5.65	385
Nb	18.6	13.4	15.8	16.7	11.1
Ni	37.1	27.1	38.7	32.3	51.7
Pb	57.3	26.2	44.1	52.7	3477
Pt	0.10	0.07	0.04	0.12	0.11
Rb	59.8	107	32.5	84.3	92.0
Sb	2.19	1.03	1.42	1.39	7.38
Se	3.57	0.49	3.16	3.67	11.4
Sr	107	88.4	48.1	91.1	466
Tl	2.25	1.67	2.32	3.74	29.7
U	8.45	5.65	6.37	11.8	609
V	171	89.1	166	198	231
Zn	134	83.6	108	222	2224
Zr	110	112	139	291	633
Y	55.9	52.0	50.1	55.0	169
Hg	0.11	0.01	<0.007	0.16	1.22

Fonte: (Depoi, F.S., Et.all, 2008)

- Objetivo

Avaliar a liberação de As, Cd, Zn, Pb e Mo por lixiviação de colunas de cinza de carvão com uma solução simuladora de chuva ácida por um período de um ano.

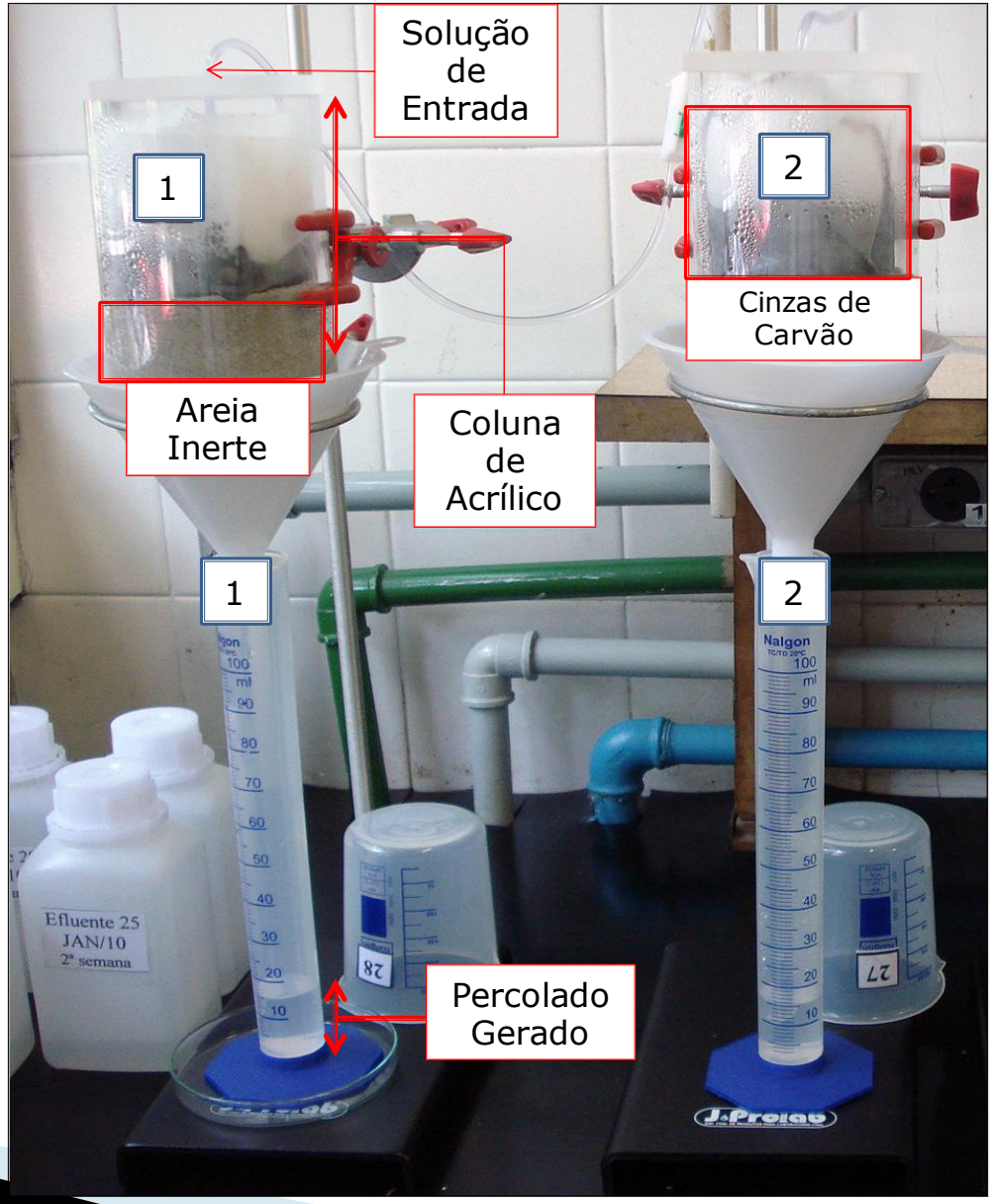
Metodologia - Cinza

Fonte: Pitwak, 2010.

Determinação dos elementos:

-Fluorescência de Raios-X

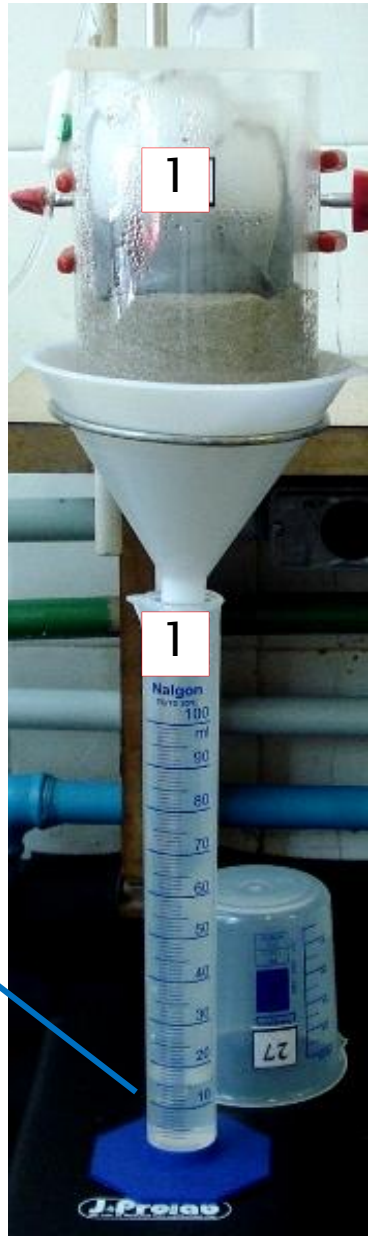
Metodologia – Colunas



Metodologia – Determinação dos Elementos - Percolado

MENSALMENTE:

Determinação por ICP-OES e por AAS



Metodologia – Solução Simuladora de Chuva

Solução Ácida : Ácido Nítrico + Ácido Sulfúrico – pH = 4,5

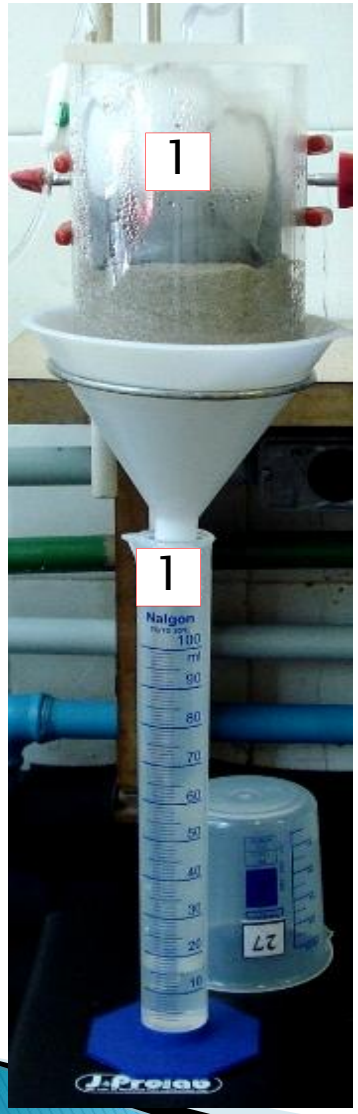
Base na média do índice pluviométrico mensal dos últimos anos da cidade de São Paulo

➢ Resultados - Fluorescência de Raios-X

Na_2O (%)	MgO (%)	Al_2O_3 (%)	SiO_2 (%)	P_2O_5 (%)	SO_3 (%)	Cl (%)	K_2O (%)	CaO (%)	TiO_2 (%)	V_2O_5 (%)	Cr_2O_3 (%)	MnO (%)	Fe_2O_3 (%)	Co_3O_4 (%)
1,07	0,87	18,0	54,4	0,23	2,39	0,02	2,63	1,07	1,09	0,06	0,03	0,05	8,08	nd

NiO (%)	CuO (%)	**ZnO (%)**	GeO_2 (%)	**As_2O_3 (%)**	Rb_2O (%)	SrO (%)	Y_2O_3 (%)	ZrO_2 (%)	Nb_2O_5 (%)	**MoO_3 (%)**	BaO (%)	**PbO (%)**	U_3O_8 (%)	PF (%)
0,01	0,01	**0,16**	0,01	**0,19**	0,01	0,05	0,02	0,12	nd	**0,01**	0,07	**0,06**	0,03	9,3

Resultados



% Elementos na cinza – antes da lixiviação

As %	Mo %	Pb %	Zn %	Cd %
0,144	0,007	0,056	0,128	nd

Massa dos elementos no Percolado

As (mg)	Mo (mg)	Pb (mg)	Zn (mg)	Cd (mg)
12,98	5,24	nd	0,58	0,31

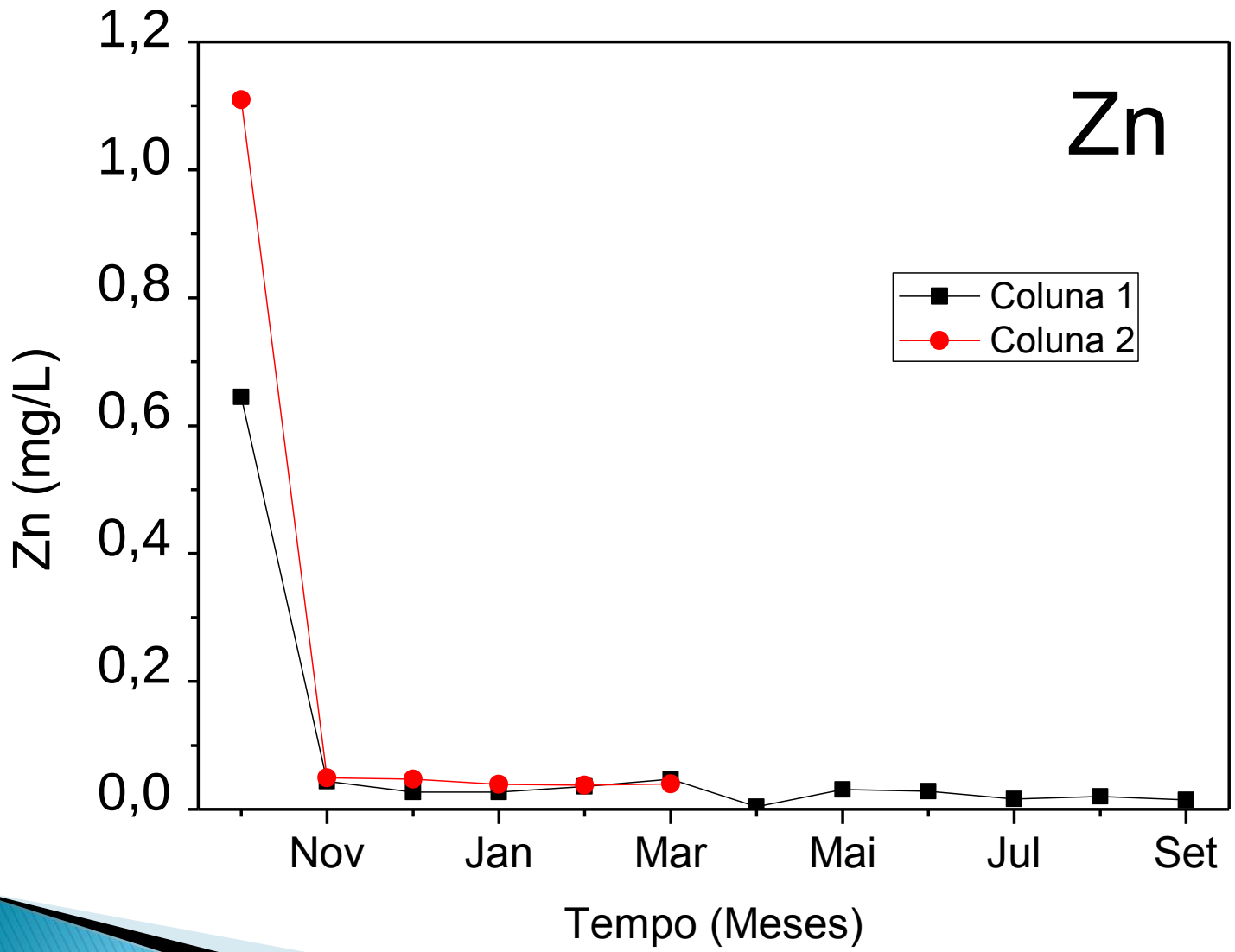
% Elementos lixiviados da cinza – após 1 ano

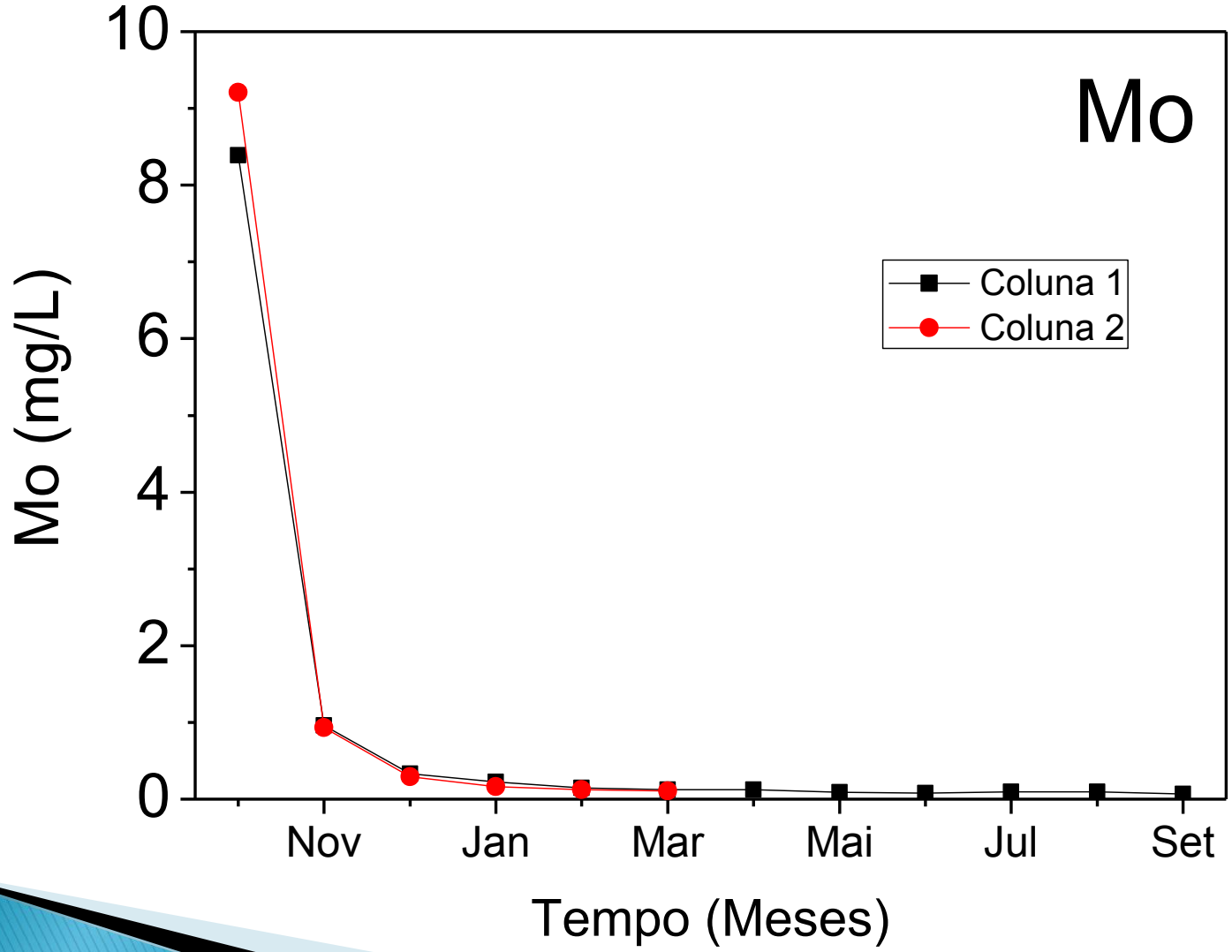
As %	Mo %	Pb %	Zn %	Cd %
18	> 100	nc	0,90	nc

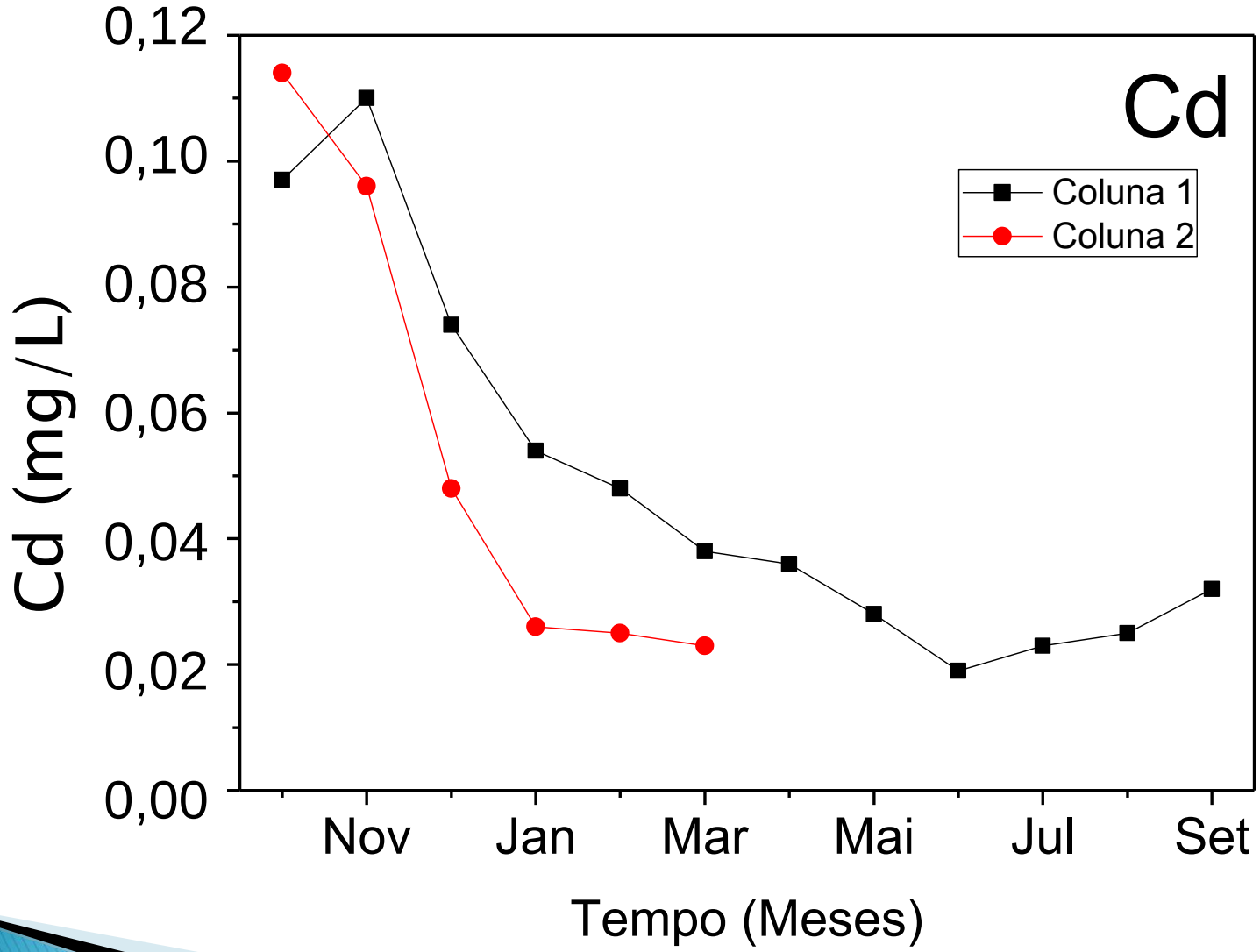
Elemento	Concentração dos elementos no percolado ($mg.L^{-1}$)	Valor de Intervenção em $mg\ L^{-1}$ CETESB (2005)
	Intervalo – Colunas de Cinza	
As	0,390 - 7,540	0,010
Cd	0,019 - 0,114	0,005
Zn	0,015 - 1,110	5,000
Mo	0,069 - 9,21	0,070

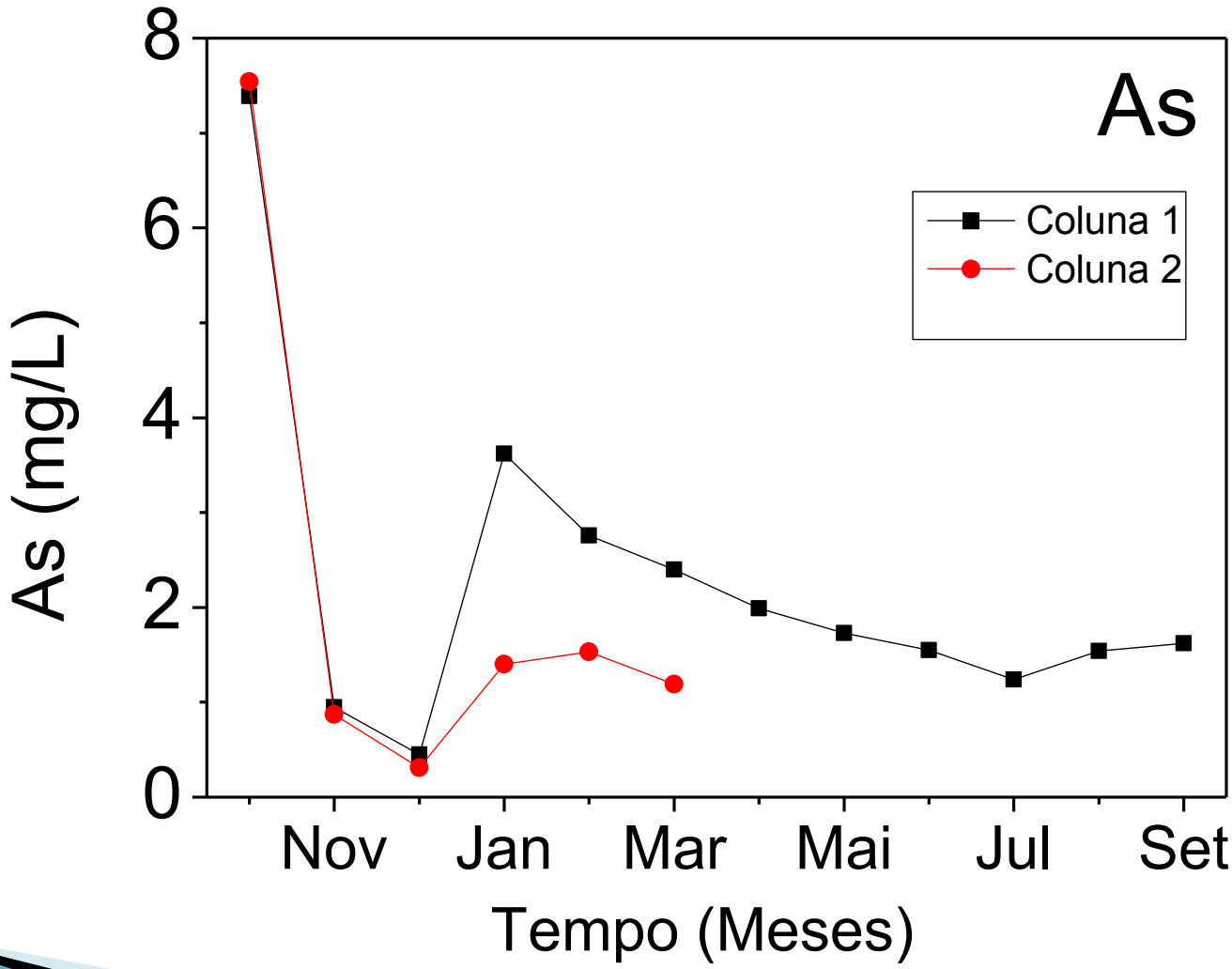
÷ por 10

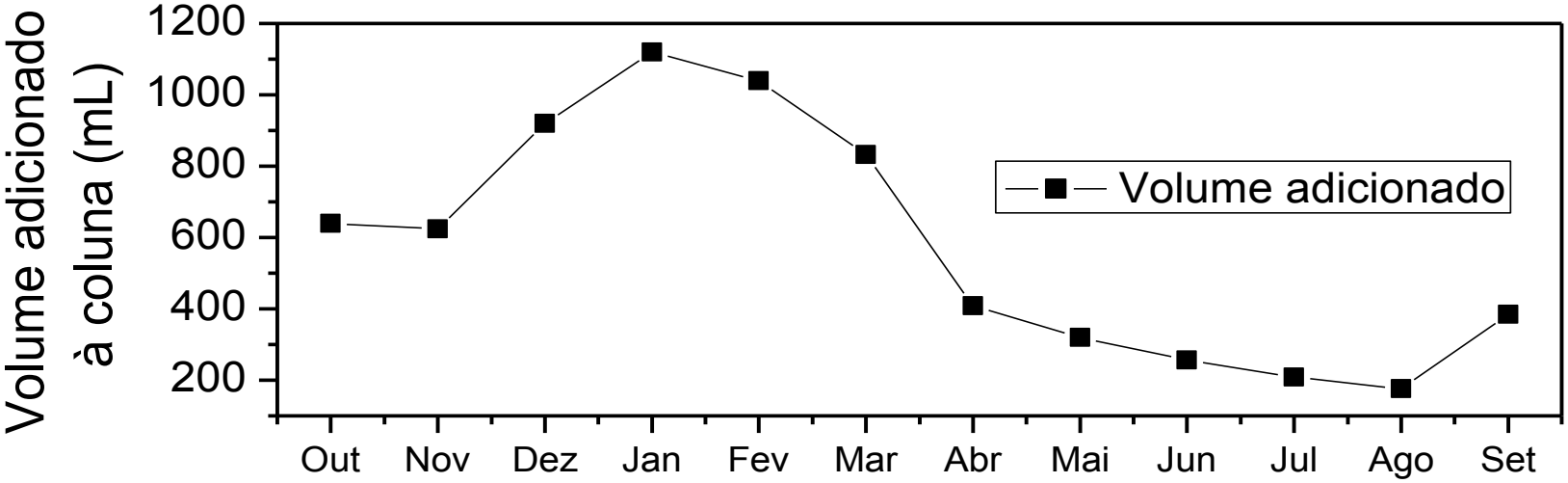
As, Cd e Mo > Valor de Intervenção - CETESB

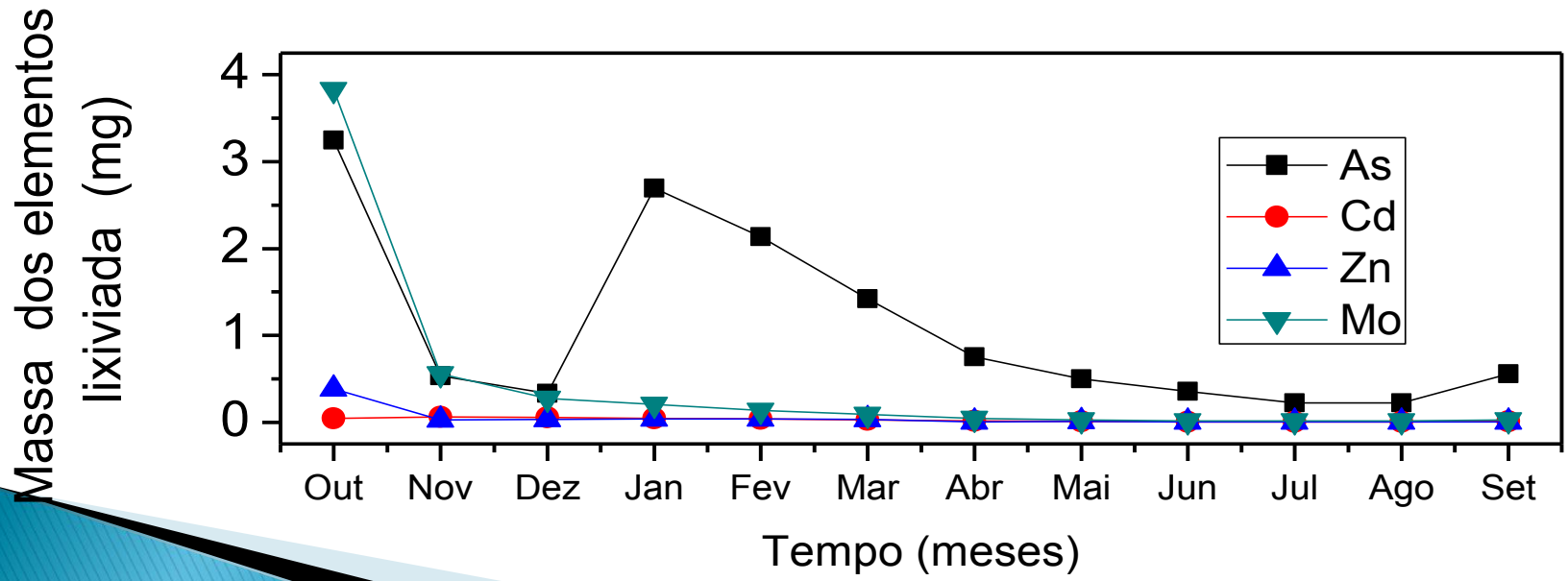

Zn
Coluna 1
Coluna 2
Zn (mg/L)
1,2
1,0
0,8
0,6
0,4
0,2
0,0
Nov
Jan
Mar
Mai
Jul
Set
Tempo (Meses)


Mo
Coluna 1
Coluna 2
Mo (mg/L)
10
8
6
4
2
0
Nov
Jan
Mar
Mai
Jul
Set
Tempo (Meses)


Cd
Coluna 1
Coluna 2
Cd (mg/L)
0,12
0,10
0,08
0,06
0,04
0,02
0,00
Nov
Jan
Mar
Mai
Jul
Set
Tempo (Meses)


As
Coluna 1
Coluna 2
As (mg/L)
0
2
4
6
8
Nov
Jan
Mar
Mai
Jul
Set
Tempo (Meses)


Volume adicionado à coluna (mL)
1200
1000
800
600
400
200
Volume adicionado
Out
Nov
Dez
Jan
Fev
Mar
Abr
Mai
Jun
Jul
Ago
Set


Massa dos elementos lixiviada (mg)
4
3
2
1
0
As
Cd
Zn
Mo
Out
Nov
Dez
Jan
Fev
Mar
Abr
Mai
Jun
Jul
Ago
Set
Tempo (meses)

Conclusões:

- O chumbo, apesar de presente na cinza de carvão, não foi lixiviado nas condições de estudo;

- A concentração de As, Cd e Mo no percolado pode representar risco de contaminação da água subterrânea, dependendo das características físico-químicas do solo. O zinco foi lixiviado em quantidade inexpressiva do ponto de vista de contaminação da água subterrânea;

- Grande parte dos elementos lixiviados da cinza ao longo de um ano foi detectada no período chuvoso, ocorrendo de maneira significativa já no primeiro mês para Zn e Mo e de maneira mais gradual para As e Cd.

Agradecimentos:

CNEN
Comissão Nacional de Energia Nuclear

FAPESP

CNPq
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

Ao Laboratório de Análises Químicas e Ambientais do CQMA.

A Dra. Maria Eugênia Gimenez Boscov da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Camila Neves Lange - clange@usp.br
Dra. Iara M. C. de Camargo – icamargo@ipen.br

Centro de Química e Meio Ambiente
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN, SP
Av. Prof. Lineu Prestes, 2242, 05508-000, São Paulo, SP, Brasil