



RESÍDUOS SÓLIDOS X RECURSOS HÍDRICOS: ESTUDOS NO LIXÃO SANTA MADALENA, SÃO CARLOS, SP

Tema: Saneamento Ambiental e Qualidade da Água

Autores: Marjolly Shinzato, Valdir Schalch e Edson Wendland

Data: 29 novembro 2012



Motivação



A deposição de resíduos sobre o solo é a forma mais frequente de destinação final no Brasil e em outros países em desenvolvimento.

Causa:

Disponibilidade de área e menores custos de operação

EFLUENTES LÍQUIDOS + ÁGUAS

**SUPERFICIAIS
SUBTERRÂNEAS**

Consequência:

Deterioração da qualidade das águas

Objetivo

Divulgar os principais impactos que o lixão Santa Madalena vem causando à qualidade das águas da região.



Metodologia

Levantamento bibliográfico + resultados preliminares
21 pesquisas (M/D) e 1 relatório técnico

Schalch (1984)

Akutsu (1985)

Lima (1988)

Gomes (1989)

Merbach Junior (1989)

Vilas Bôas (1990)

Baldochi (1990)

Leite (1991)

Schalch (1992)

Zuquette (1981)

Gonçalves(1986)

Rios (1993)

Teixeira (1993)

Bossolan (1993)

Menezes (1995)

Freitas (1996)

Gadotti (1997)

Matsuzaki (1998)

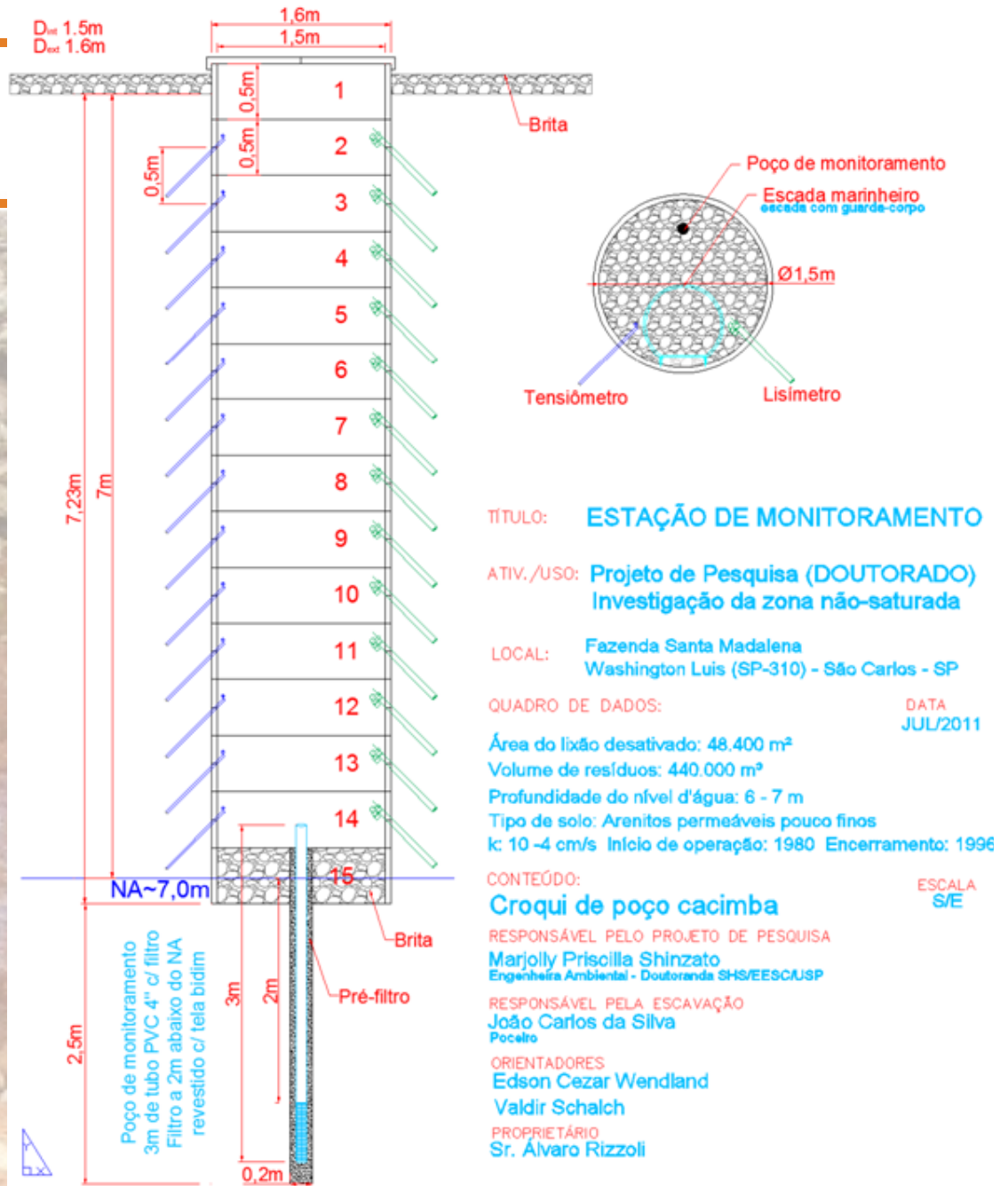
Álvares (2000)

Lopes (2007)

PMSC (2010)

Shinzato *et al.* (2012)

Experimento



Amostragem e análises




Características da área de estudo

- 1980 → Início oficial do despejo de resíduos em voçoroca
- 1988 → Os resíduos passaram a receber cobertura de solo (LIXÃO passa a ser denominado ATERRO CONTROLADO)
- 1996 → O depósito foi desativado e coberto.



O que encontramos aterrado

← Profundidade (m)	0	Esessuras	
	0.3	0.3m	Camada de cobertura final
	2.0	1.7m	Resíduos aterrados em 1995
	2.2	0.2m	Camada de cobertura intermediária
	2.7	0.5m	Resíduos aterrados em 1995
	2.8	0.1m	<i>Resíduos com grande quantidade de terra</i>
	3.8	1.0m	Resíduos aterrados em 1994
	3.9	0.1m	<i>Resíduos com grande quantidade de terra</i>
	4.3	0.4m	Resíduos aterrados em 1994
	4.7	0.4m	Camada de cobertura intermediária
	5.6	0.9m	Resíduos aterrados em 1991
	6.0	0.4m	Camada de cobertura intermediária
	7.0	1.0m	Resíduos aterrados em 1985
			↓ <i>Continua para baixo</i>



Caracterização dos resíduos de São Carlos

Parâmetros	Aterro 1	Aterro 2	Lixão
DQO (mg/l)	223,0 – 1004,0	253,0 – 1820,0	79,0 – 1763,0
g DQO/ kg resíduo seco	57,5 – 251,0	63,1 – 455,0	19,8 – 440,6
STV (%)	16,6 – 58,2	18,8 – 62,5	6,0 – 52,3
pH	5,6 – 5,8		5,6
Umidade (%)	41,9 – 43,7		54,2
Temperatura amostra (°C)	35 – 37		-

Parâmetros	Resíduos de 1985	Resíduos de 1988	Resíduos de 1991	Resíduos de 1994	Resíduos de 1995
DQO (mg/l)	653,0 – 683,5	573,4	164,8 – 481,6	489,0 – 1013,5	192,5 – 1694,0
STV (%)	23,3 – 29,2	17,2	5,0 – 10,9	11,2 – 40,6	2,2 – 33,1
pH	8,0	8,0	7,7 – 8,0	8,0	6,8 – 7,9
Umidade (%)	55,0 – 68,0	41,8	21,1 – 50,1	39,2 – 78,0	12,2 – 72,4
Temperatura amostra (°C)	20	21	21	21	21
↑ Fe (mg/l)	14,5 – 2218,0	1539,0	8,6 – 3365,0	16,9 – 3181,0	0,8 – 3684,0
↑ Al (mg/l)	0 – 19,6	0	2,0 – 37,9	0 – 23,1	0 – 45,0
Ca (mg/l)	35,3 – 64,8	64,8	6,0 – 79,0	38,1 – 55,7	8,3 – 310,0
Mg (mg/l)	12,4 – 3579,0	7,0	0,9 – 1488,0	4,7 – 2507,0	5,9 – 3787,0
↑ Na (mg/l)	157,0	155,1	38,0 – 100,4	76,3 – 299,1	44,0 – 376,0
K (mg/l)	70,4 – 98,8	95,1	17,0 – 47,4	53,9 – 152,2	47,4 – 2010,6
↑ Mn (mg/l)	0,09	0,22	0,04 – 0,07	0,10 – 0,25	0,05 – 0,28
↑ Cd (mg/l)	0,04	0,05	0,04 – 0,05	0,04 – 0,05	0,05
↑ Pb (mg/l)	0,08 – 0,17	0,08	0,05 – 0,11	0,16 – 0,17	0,05 – 0,20
↑ Cr (mg/l)	0 – 0,05	0,10	0 – 0,19	0,07 – 0,17	0 – 0,16

Caracterização do chorume

Parâmetros	15/jun	29/jun	10/jul	12/ago	02/set	08/out	05/nov	18/dez
N total (mg/l)	1016,0	812,0	554,4	502,1	430,3	401,1	393,4	379,7
Fósforo (mg/l)	167,0	102,8	98,1	92,3	89,1	81,4	77,1	74,4
DQO (mg/l)	35250,0	27888,0	15314,0	13215,0	10190,0	8319,0	7100,0	6972,0
DBO (mg/l)	26150,0	18501,5	6220,2	4820,1	2980,2	2100,1	890,2	291,7
Matéria orgânica (%)	62,0	59,4	49,3	48,0	44,9	40,1	37,3	35,5
pH	6,4	7,1	8,7	8,8	9,0	9,1	9,1	9,3
T ambiente (°C)	24	23	20	17	20	22	24	26
T amostra (°C)	21	21	19	16	19	20	22	26
Umidade (%)	92,5	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	98,0	98,0

Parâmetros	Chorume Camada 1985	Chorume Camada 1988	Chorume Camada 1991	Chorume Camada 1994	Chorume Camada 1995
N total (mg/l)	1050 – 1746	1697	1477 – 2307	1282 – 2613	818 – 1257
PO4 total (mg/l)	14,1 – 42,3	20,2	4,8 – 23,2	20,1 – 32,1	12,0 – 20,1
DQO (mg/l)	7660 – 21800	8560	17760 – 30720	15280 – 47800	5260 – 33850
DBO (mg/l)	3699 – 4203	2088	5447 – 12001	7352 – 16004	2257 – 3341
pH	8,7	8,7	8,6	8,7	7,7 – 8,7
T amostra (°C)	20	21	21	21	21
Alcalinidade (mg/l)	6252 – 10352	6520	4860 – 7336	5328 – 8148	2734 – 9920
N amoniacal (mg/l)	1226,9 – 1284,9	1471,1	1129,1 – 1715,2	756,9 – 1257,4	149,6 – 1022,4
Zn (mg/l)	15,7 – 65,1	15,2	14,2 – 26,3	7,4 – 43,5	6,0 – 29,4
Fe (mg/l)	831,0 – 1685,0	1272,0	673,0 – 4668,0	189,0 – 1856,0	61,0 – 2743,0
Mn (mg/l)	4,3 – 14,8	38,3	2,7 – 34,3	1,3 – 14,5	0,9 – 10,5
Cu (mg/l)	6,3	2,9	2,9 – 8,2	0,8 – 6,0	0,5 – 7,3
Cr (mg/l)	2,1 – 5,3	2,6	1,7 – 9,6	2,1 – 9,1	0,5 – 15,8
Al (mg/l)	321,2 – 335,3	494,7	211,2 – 595,5	125,5 – 277,7	29,1 – 229,2
Ca (mg/l)	428,0 – 1605,0	975,0	451,0 – 969,0	364,0 – 833,0	294,0 – 929,0
Mg (mg/l)	36,8 – 135,5	707,0	29,4 – 106,7	28,9 – 89,3	35,4 – 82,1
Na (mg/l)	894,8 – 923,5	1026,4	696,2 – 1118,1	736,1 – 1004,0	264,8 – 824,6
K (mg/l)	650,5 – 794,0	718,1	470,5 – 801,0	571,1 – 759,3	227,7 – 604,0



Qualidade das águas

Córrego São José

Parâmetros	Ponto a montante	Ponto a jusante
OD (mg/l)	7,3 – 9,0	0,4 – 7,6
pH	6,0 – 7,5	6,1 – 7,1
Alcalinidade (meq/l)	0,3 – 0,5	0,3 – 1,5
Condutividade (μ S/cm)	34,0 – 46,0	69,0 – 220,0
CO ₂ total (mg/l)	16,6 – 46,0	18,9 – 107,2
CO ₂ livre (mg/l)	1,4 – 33,1	6,4 – 65,3
HCO ₃ (mg/l)	16,4 – 29,6	20,8 – 93,2
SST (mg/l)	0,4 – 25,7	5,9 – 147,2
SSV (mg/l)	0,4 – 4,0	2,9 – 54,5
SSF (mg/l)	0 – 21,7	3,0 – 92,7
N total (μ g/l)	257,9 – 533,4	2426,2 – 8043,5
NH ₃ (μ g/l)	9,3 – 33,8	141,1 – 5701,0
NO ₃ (μ g/l)	83,8 – 214,4	85,9 – 1869,5
NO ₂ (μ g/l)	0,6 – 3,6	3,8 – 18,2
PO ₄ inorgânico dissolvido (μ g/l)	5,4 – 20,4	11,6 – 174,2
PO ₄ total dissolvido (μ g/l)	7,6 – 27,2	19,0 – 203,6
P total (μ g/l)	16,8 – 42,4	38,1 – 555,0
Matéria orgânica no sedimento (%)	0,4 – 3,3	0,3 – 28,5

1993

Qualidade das águas

Poços de monitoramento

Córrego São José

Parâmetros	L5	L12	L14	P1	P2	P3
Alcalinidade (mg/l)	0 - 1	866,0 - 1102,7	120,8 - 162,2	376,0 - 519,7	0 - 12,7	9,7 - 25,6
Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	38 - 162	2433 - 5984	487 - 598	1058 - 1460	26 - 79	67 - 90
pH	3,2 - 4,7	6,7 - 7,0	5,8 - 6,1	6,7 - 6,9	3,3 - 6,5	5,9 - 6,4
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	21,5 - 25,0	23,0 - 27,0	19,0 - 24,0	21,5 - 27,0	17,0 - 26,0	18,0 - 25,0
Fe (mg/l)	0,10	0,1 - 0,2	0,01	2,5 - 9,0	0 - 0,5	0,5 - 1,2
Mn (mg/l)	0 - 0,4	0 - 0,1	0,5 - 0,9	0,1 - 0,9	0 - 0,2	0

Nota: L5 é um poço próximo da massa de resíduos, água subterrânea à montante; L12 é um poço dentro da massa de resíduos, água subterrânea abaixo do lixão; L14 é um poço mais afastado da massa de resíduos, água subterrânea à jusante; P1 é um ponto de amostragem de água superficial da nascente do talude do lixão; P2 é um ponto de amostragem de água superficial à montante do lixão e de P1; P3 é um ponto de amostragem de água superficial à jusante de P1

Qualidade das águas

Parâmetros	Poço controle	Poços montante	Poços corpo lixão	Poços jusante	Córrego montante	Córrego jusante
pH	6,2	4,5 – 5,9	5,0 – 6,7	4,9 – 6,9	5,8 – 6,6	5,2 – 6,3
Alcalinidade (mg/l)	37,0	3,4 – 86,8	16,8 – 204,4	10,9 – 692,2	17,9 – 28,0	24,6 – 51,8
Condutividade (µS/cm)	51,0	23,5 – 146,0	43,5 – 384,2	39,5 – 1973,0	20,4 – 49,3	60,8 – 99,3
Fe (mg/l)	0,1	0 – 11,5	0 – 8,0	0 – 6,9	0,2 – 1,1	0,3 – 1,6
Mn (mg/l)	ND	ND – 0,4	ND – 0,5	ND – 2,1	ND – 0,1	ND – 0,2
OD (mg/l)	7,4	0 – 5,6	0 – 1,7	0 – 4,0	3,6 – 8,1	0 – 2,8
Mg (mg/l)	2,5	0,5 – 9,8	1,4 – 6,8	1,0 – 13,9	1,3 – 1,6	1,8 – 2,6
ST (mg/l)	150	120 – 24548	138 – 1872	34 – 828	26 – 172	12 – 96
STF (mg/l)	76	6 - 22164	8 – 1606	10 – 518	8 – 80	4 – 36
STV (mg/l)	74	18 – 2530	36 – 720	8 – 564	8 – 92	6 – 72
DQO (mg/l)	22,6	1,1 – 110,0	9,0 – 122,9	1,1 – 232,1	6,3 – 101,7	1,1 – 43,5
PO4 (mg/l)	0,07	0 – 0,09	0 – 0,22	0 – 0,12	0,01	0,04 – 0,19
Ba (mg/l)	0,05	0 – 0,20	0,09 – 0,90	0,06 – 2,10	0 – 0,05	0,05 – 0,07
Ntotal (mg/l)	6,6	0 – 29,1	0 – 28,5	0 – 144,8	0 – 12,8	0 – 6,6
Nitrato (mg/l)	0,7	0,2 – 3,6	0,3 – 3,7	0,2 – 13,8	0,3 – 0,8	0,3 – 1,2
Cloretos (mg/l)	0,6	1,1 – 13,3	1,3 – 35,0	0,5 – 265,0	0,3 – 3,0	3,5 – 20,0
Ca (mg/l)	4,5	0,9 – 12,4	2,1 – 10,7	2,2 – 19,7	2,1 – 2,7	3,0 – 4,3
Dureza (mg/l)	36,6	0 – 233,0	0 – 95,0	0 – 246,0	8,7 – 33,3	10,4 – 75,0

1997

Qualidade das águas

Poços de monitoramento

Córrego São José

2007

Parâmetros	L20	L30	L26	Ponto Montante	Ponto Jusante
Condutividade (µS/cm)	28,0 – 41,0	106,0 – 238,0	170,0 – 211,0	26,0 – 37,0	44,0 – 72,0
pH	4,7 – 5,7	4,8 – 6,0	4,3 – 5,6	5,8 – 6,7	6,0 – 6,7
T amostra (°C)	23,8 – 24,4	23,6 – 26,7	22,9 – 25,6	18,9 – 23,7	20,0 – 25,4
Turbidez (UT)	8,4 – 271,0	19,0 – 258,0	10,20 – 232,0	3,0 – 13,1	18,8 – 68,6
Cor aparente (UC)	46 – 925	140 – 825	15 – 800	24 – 98	145,0 – 231,0
OD (mg/l)	3,7 – 5,1	0,16 – 2,18	0,3 – 2,9	7,6 - 8,6	2,8 – 7,1
Cloreto (mg/l)	1,1 – 2,8	1,2 – 37,0	1,4 – 51,0	0,4 – 1,3	2,1 – 4,3
N total (mg/l)	0,47	7,92 – 15,4	1,5 – 4,6	0,6 – 0,7	6,2 – 13,0
N amoniacal (mg/l)	0,1 – 0,2	1,57 – 3,20	1,5 – 3,3	0 – 0,1	1,1 – 2,6
NO ₃ (mg/l)	0,8 – 1,1	0,2 – 4,4	0,1 – 9,6	0,1 – 0,3	0,2 – 1,5
COT (mg/l)	1,4 – 4,4	2,0 – 5,8	1,5 – 4,6	1,0 – 4,4	1,8 – 3,8
Fósforo total (mg/l)	0 – 2,4	0 – 0,1	0 – 0,2	0 – 0,1	0 – 0,1
Fe (mg/l)	0,4 – 7,3	2,6 – 14,7	0,2 – 33,0	0,1 – 0,6	0,2 – 2,3
Mn (mg/l)	0	0,2 – 0,3	0,1 – 0,4	0	0 – 0,8
ST (mg/l)	96,0 – 422,0	67,0 – 378,0	243,0 – 1874,0	54,0 – 68,0	104,0 – 266,0
STF (mg/l)	18,0 – 240,0	39,0 – 274,0	84,0 – 1459,0	8,0 – 42,0	43,0 – 89,0
STV (mg/l)	32,0 – 182,0	28,0 – 85,0	99,0 – 415,0	17,0 – 53,0	31,0 – 177,0
STD (mg/l)	63,0 – 155,0	61,0 – 369,0	71,0 – 1871,0	25,0 – 66,0	43,0 – 196,0
DBO (mg/l)	0 – 9,0	0 – 17,0	0 – 9,0	0	0 – 9,0
DQO (mg/l)	13,0 – 56,0	10,0 – 53,0	17,0 – 49,0	0 – 13,0	7,0 – 47,0

Nota: L20 é um poço próximo da massa de resíduos, água subterrânea à montante; L30 é um poço dentro da massa de resíduos, água subterrânea abaixo do lixão; L26 é um poço dentro da massa de resíduos, água subterrânea abaixo do lixão próximo ao fim do talude do lixão; Ponto Montante é um ponto de amostragem de água superficial à montante do lixão; Ponto Jusante é um ponto de amostragem de água superficial à jusante de do lixão

Conclusões

Sobre os resultados qualitativos:

Sólidos NÃO-INERTES

Pb Cd Fe Mn Al Na

Acima do V_{max} teste
solubilização

Fonte primária

Sólidos = barreira física

Armazena componente
importante do lixão

Chorume imóvel
≠ Lixiviado

Chorume imóvel

DBO Namoniaca
NO₂ Pb Fe Mn
Zn Cr Al

Concentrações
bastante elevadas

Lixiviado

baixas concentrações
de poluentes ou
grande diluição nas
águas

Discussão dos dados apresentados no artigo:

A qualidade do chorume produzido na deposição dos resíduos é diferente do chorume imóvel encontrado aterrado /// Alta carga de DQO

Os parâmetros de qualidade da água (superficial e subterrânea) indicaram aumento da poluição até 1997 e em 2007 já apresentou uma queda.

Estes resultados qualitativos mostram que os depósitos de resíduos devem ser monitorados mesmo após seu fechamento, incluindo planos de recuperação da área e minimização de impactos aos recursos hídricos.

Esperamos que os resultados desta avaliação possam incrementar a discussão sobre a contaminação dos recursos hídricos por depósitos de resíduos, como também contribuir na remediação de áreas contaminadas e na proteção de aquíferos.



**Obrigada pela
atenção!**