

DERIVATIZAÇÃO DE POLUENTES DO CHORUME, ATRAVÉS DA SOLIDIFICAÇÃO, PELA ADIÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA E INORGÂNICA

Lélio Ronaldo Massai
leliomassai@yahoo.com.br

Priscila Quevedo M. Garcez
diretoria@preservalegal.com.br

Karina Marie Kamimura
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul –UFMS
karina.kamimura@ufms.br

Lourdes Regina Duarte Massai
massailourdesrd@gmail.com

RESUMO

Um aterro sanitário foi concebido para segregar do ambiente os rejeitos humanos, mas a liberação dos gases, as infiltrações e a própria produção de chorume, são atos que demonstram uma clara intervenção na natureza através dos Ciclos Biogeoquímicos, na intenção do retorno dos átomos e moléculas lá retidos, aos ciclos naturais. O tratamento do líquido percolado dos aterros sanitários é uma medida que minimiza a poluição de nossos mananciais. Atualmente, mesmo com a implementação de novas tecnologias o tratamento desse tipo de efluente não é eficiente, pois os tratamentos aplicados sempre apresentam algum inconveniente: são muito complexos, com custo elevado e muitas vezes produzem um terceiro resíduo. Um processo mnemônico que deve ser sempre lembrado, antes execução de um projeto é que ele deve ser mais *Simple*, mais *Barato*, mais *Fácil*, mais *Rápido* e menos *Perigoso* (*Simba Fará Peso*). Neste trabalho, nós discutimos a incorporação no chorume de substrato orgânico e inorgânico, para derivatizar parâmetros recalcitrantes. As amostras resultantes, após secas por energia solar, foram enviadas para análises. Os resultados obtidos demonstraram que os componentes agressivos, foram atenuados dando condições do descarte na natureza ou aproveitamento energético para redução do custo do tratamento.

Palavras-chave: Aterro sanitário; Chorume; Ciclos Biogeoquímicos; Derivatização; Substrato orgânico e inorgânico.

1 OBJETIVOS

- Tratar o chorume por adensamento com materiais orgânicos e inorgânicos;
- Neutralizar compostos orgânicos e inorgânicos;
- Encapsular íons inorgânicos;
- Diluição sólida.

2 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos as implementações de novas tecnologias no tratamento de chorume, não surtiram os efeitos desejados, (HAANDEL e LETTIGA, 1994). Os tratamentos aplicados, sempre apresentaram algum inconveniente. Na biodegradação muitas das misturas tóxicas dos efluentes são letais aos microrganismos, fato que limita a aplicabilidade deste método, (NERGER et al., 1988; HRISTU, 1989). Oxidantes químicos como, oxigênio, cloro, ozônio ou água oxigenada não apresentam os problemas citados acima, mas geralmente encarecem em muito o tratamento, (OLLIS et al., 1989). Radicais livres, especialmente o radical hidróxido (OH^\cdot), são poderosos oxidantes e podem em princípio induzir a mineralização de quase todos os produtos químicos orgânicos tóxicos. Porém, a aplicabilidade deste método demonstrada por (BUSER e ZEHNDER, 1985) e (GETOF, 1990), é limitada devido: ao alto custo, difícil operacionalidade, severas medidas de segurança para operações e a não aceitação da tecnologia nuclear em nosso meio. Para derivatizar os componentes recalcitrantes do chorume, incorporamos um substrato orgânico e inorgânico que através da encapsulação metais, saponificação de óleos e graxas, neutralização ácidos, reações diversas e mesmo diluição sólida, atenuaram os efeitos nocivos desses parâmetros na natureza. Foi utilizado o chorume do Aterro Sanitário da Cidade de Chapadão do Sul em Mato Grosso do Sul. Uma outra formulação com maior teor energético também foi realizada, com a intenção de reduzir o custo do processo através da queima, produção de energia e utilização das cinzas estéreis, inócuas em olarias ou na produção de artefatos de cimento.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Chorume

"Chorume", "purina", "lixívia", "sumeiro", "líquido percolado" ou "lixiviados de aterro sanitário", são termos que designam o líquido viscoso de coloração escura, produzido pela ação enzimática dos microrganismos nos resíduos, pela oxidação química de metais e pela infiltração de água nos aterros sanitários. Sua composição química é variável e de forma geral o chorume é formado pela solubilização de componentes do lixo na água. Os íons que podem ser encontrados e suas possíveis origens são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1 – Principais íons encontrados no chorume

Íons	Produtos
Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++}	Material orgânico, entulhos de construção, cascas de ovos
PO_4^{--} , NO_3^- , CO_3^{--}	Material orgânico
Cu^{++} , Fe^{++} , Sn^{++}	Material eletrônico, latas, tampas de garrafas
Hg^{++} , Mn^{++}	Pilhas comuns alcalinas, lâmpadas fosforescentes
Ni^{++} , Cd^{++} , Pb^{++}	Baterias de celular e de automóveis
Al^{+3}	Latas descartáveis, utensílios domésticos, cosméticos, embalagens
Cl^- , Br^- , Ag^+	Tubos de PVC, negativos de filmes e raio X
As^{+3} , Sb^{+3} , Cr^{+3}	Embalagens de tintas, vernizes, solventes orgânicos

Fonte: (Chu et all. 1994)

Além desses metais, são encontrados MBAS (substâncias tensoativas), Fenóis, Óleos e Graxas, BIS (2Etil hexil ftalato), Boro, Cromo, Sulfatos, Sulfetos, Fosfatos, Fluoretos e Materiais Orgânicos Recalcitrantes.

Uma análise prévia do chorume do Aterro Sanitário da Cidade de Chapadão do Sul realizada pela empresa Biolaqua Ambiental LTDA (Tabela 2) e experiências anteriores, com outros efluentes recalcitrantes, nos auxiliou na escolha dos componentes utilizados. Como é um aterro novo, sua complexidade é menor no que se refere ao tratamento, por isso optou-se pela utilização de um substrato orgânico e inorgânico composto por 4 componentes: carvão vegetal, serragem de madeira, cal hidratada e latossolo vermelho. Certos efluentes exigiram o uso de até 12 componentes para atingir os objetivos.

3.2 Ciclos Biogeoquímicos

Os Ciclos Biogeoquímicos representam o movimento dos elementos químicos entre os seres vivos entre: atmosfera, litosfera e hidrosfera. Podem ser classificados em dois grupos: gasosos e sedimentares. O ciclo gasoso é aquele que possui como reservatório principal a atmosfera onde os elementos saem da biosfera na forma gasosa. No ciclo sedimentar o principal reservatório é a crosta terrestre. O Homem interfere nos ciclos através da extração de minerais, aterros sanitários e poluição em geral Tabela 3.

Tabela 2 – Composição do chorume do Aterro de Chapadão do Sul

Parâmetro	Unidade	Concentração	Conama 375
Alumínio	Mg/l	0,11	
Arsênio	Mg/l	0,061	4,1
Bário	Mg/l	0,086	1.300
Chumbo	Mg/l	0,011	300
Cloreto	Mg/l	1510	
Cobre	Mg/l	0,08	1.500
Coliformes	UFC	720.000	10 ⁷
Cromo total	Mg/l	0,01	1.000
DBO	Mg/l	438	--
DQO	Mg/l	2810	--
Ferro	Mg/l	> 2,5	--
Fósforo	Mg/l	9	--
Manganês	Mg/l	0,368	--
Mercurio	Mg/l	0,0001	17
Níquel	Mg/l	--	--
Nitrogênio NH ₃	Mg/l	>150	--
Nitrogênio NO ₃	Mg/l	--	--
Nitrogênio total	Mg/l	--	--
OG	Mg/l	12,4	--
pH	Mg/l	8	--
Potássio	Mg/l	--	--
Sólidos	Mg/l	--	--
Sulfeto	Mg/l	1,11	--
Turbidez	Mg/l	36,9	--
Zinco	Mg/l	1,15	2.800

Fonte: Biolaqua Ambiental Ltda

3.3 Derivatização do chorume por materiais orgânicos e inorgânicos

Na análise cromatográfica “Derivatização” é um processo no qual o constituinte em análise é modificado quimicamente para torná-lo mais fácil de ser detectado ou separado. Neste trabalho incorporamos no chorume um substrato orgânico e inorgânico composto por carvão vegetal, serragem, cal e latossolo vermelho. Esse substrato tem a função de: atenuar, encapsular, reagir, saponificar, neutralizar e diluir os componentes recalcitrantes presentes Figura 1. A conversão de um composto em outro, mediante reações adequadas constitui outra origem importante de substâncias. Tais transformações podem envolver a ruptura de moléculas grandes dando origem a moléculas menores catalisadas pela presença da luz solar.

Figura 1

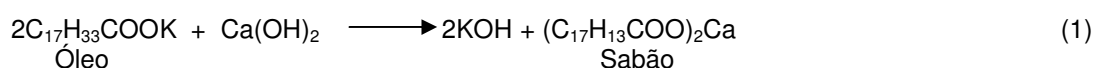


Tabela 3- Alguns elementos químicos e suas prováveis massas

Elemento			Biomassa		Crosta terrestre		Mar	
Símbolo	Nº Atômico	Massa Atômica	Massa ppm	Átomos ppm	Massa Ppm	Átomos ppm	Massa ppm	Átomos ppm
H	1	1	65.900	496.800	1.400	28.800	111.000	110.000
C	6	12	393.000	248.000	200	350	27,8	2.387
N	7	14	5.020	2.720			0,4	0,03
O	8	16	524.290	24.900	466.000	604.000	883.000	55.200
F	9	19			625	680	1,3	0,068
Na	11	23	190	63	28.300	25.500	10.700	468
Mg	12	24,3	980	307	20.900	17800	1,290	53,3
Al	13	27	560	157	81.300	62.500		
Si	14	28,1	1.210	327	277.000	205.000	2,9	0,103
P	15	31,0	520	128	1.050	700	0,07	0,002
S	16	32,1	710	169	260	170	904	28,2
Cl	17	35,5	500	106			19.353	546
K	19	39,1	2.290	444	25.900	13.700	399	10,2
Ca	20	40,1	3.780	717	36.300	18.800	412	10,2
Mn	25	54,9	210	29	950	360		
Fe	26	55,9	390	553	50.000	18.600	0,03	
Br	35	79,9					67	0,084
Sr	38	87,6			375	89	8	0,091
Ba	56	137,3			425	64		

Fonte: Leite et al 2004 e autores

3.3.1 Cal Hidratada

Regulador de pH, encapsulamento de metais por formação de hidróxidos metálicos insolúveis, além de saponificar os óleos e graxas presentes.

3.3.2 Carvão Vegetal

Pó de carvão com propriedades adsorptivas, aglutinante de toxinas, altamente poroso e adsorvente, além de aumentar o poder calorífero da mistura.

3.3.3 Serragem de madeira

Serragem fonte de açúcares muito útil no processo ininterrupto de fermentação, oxidação e mineralização da matéria orgânica. Embora tenha baixo poder de adsorção também colabora com o poder calorífico do processo.

3.3.4 Latossolo Vermelho

Terra roxa (do italiano Rosso), terra vermelha, Latossolo roxo ou de barranco provem de anos de decomposição de rochas basálticas, muito rica em nutrientes tem como o óxido de ferro (Fe_2O_3) como o responsável por sua coloração, além da presença se outros óxidos como: Al_2O_3 ; SiO_2 ; K_2O ; MgO , CaO mais compostos carbonados e hidrogenados. É um tipo de solo encontrado no Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Goiás. Altamente higroscópica também funcionará como o agente diluidor. Análises prévias devem ser realizadas visando evitar o uso de solos contaminados. BRADY, (1989), (ANDREOLA et all 1995).

3.4 Cálculo da composição do substrato, emissão de CO_2 e calorias por quilo

Cálculo da composição do substrato, emissão de CO_2 e de calorias Tabelas 4 e 5.

Tabela 4 – Substrato com baixa emissão de CO_2 e caloria

Produto	%	Massa (g)	Emissão de kg de CO_2 /kg	Kcal/kg
Carvão	5	50	0,1508	375
Serragem	40	400	0,3589	960
Cal Hidratada	5	50	0	0
Terra roxa	50	500	0,0025	115
Massa total		1000	0,5122	1.450
		500	0,2561	725

Tabela 5 - Substrato com maior poder energético

Produto	%	%	Emissão de CO ₂	Kcal
Carvão	30	300	0,9049	2.250
Serragem	30	300	0,2692	720
Cal Hidratada	5	50	0	0
Terra roxa	35	350	0,0018	081
Massa total		1000	1,1759	3.051
		500	0,5879	1.525

4 METODOLOGIA

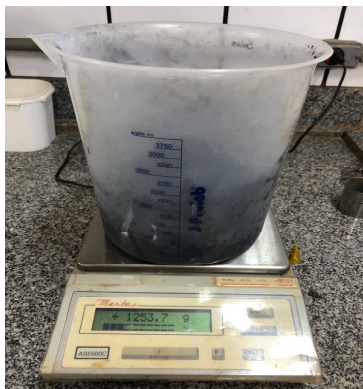
4.1 Coleta das amostras

As amostras de chorume foram coletadas no Aterro Sanitário da Cidade de Chapadão do Sul, seguindo metodologia padrão da APHA (1998). Foram transportadas em bombonas de polipropileno estocadas no Laboratório do Aterro.

4.2 Tratamento

Em 500g do substrato foram incorporados 735ml do chorume Tabela 6. Formando 1253,7g Figura 2. Essa massa formada foi submetida a secagem a luz solar onde ocorreram inúmeras reações catalisadas pela luz e calor solar. O resíduo seco foi enviado a Bioagri Ambiental Ltda para a realização de análises completas para avaliação da eficiência do tratamento.

Figura 2- Chorume + substrato



Na tabela 6 e 7 temos os cálculos indicativos das emissões de CO₂ e energia da mistura chorume/substrato. Os valores do chorume foram calculados teoricamente.

Tabela 6 – Cálculo das emissões da mistura chorume substrato

Produto	Volume (ml)	Massa líquida (g)	Peso seco(g)	Kg CO ₂ /kg	Cal/kg
Chorume	785	753,7	39,26	0,0583	142
Substrato	-	500	500	0,2561	725
		1253,7	539,26	0,3144	867
para/1000g				0,5830	1.608

Tabela 7 - Cálculo das emissões da mistura chorume substrato

Produto	Volume	Massa	Peso Seco	Kg CO ₂ /kg	Cal/kg
Chorume	750	720	37,5	0,0557	136
Substrato		500	500	0,5879	1.525
			537,5	0,6436	1.661
Para 1000g				1,1974	3.090

5 RESULTADOS

A Tabela 8 demonstra os resultados obtidos nos controles analíticos efetuados. As análises foram realizadas pelos Laboratórios da Bioagri Ambiental Ltda e Merieux NitriScience.

Tabela 8 – Resultados das análises do substrato/chorume

Parâmetros	Unidade	LQ/Faixa	Resultados	Conama 375/2006 VMP
Porcentagem de sólidos	%pp	0,05	93,9	--
1,2,3,4 Tetraclorobenzeno	mg/kg	0,011	Zero	--
1,2,3,5 Tetraclorobenzeno	mg/kg	0,011	zero	--
1,2,3, Triclorobenzeno	mg/kg	0,532	zero	--
1,2,3,5 Tetraclorobenzeno	mg/kg	0,011	zero	-;-
1,2,4 Triclorobenzeno	mg/kg	0,532	zero	--
1,2 Diclorobenzeno	mg/kg	1,06	zero	--
1.3 Diclorobenzeno	mg/kg	1,06	zero	--
1.4 Diclorobenzeno	mg/kg	1,06	zero	--
2,4,6 Triclorofenol	mg/kg	0,053	zero	=;-
1,3,5 Triclorobenzeno	mg/kg	1,06	zero	--

2,4 Diclorofenol	mg/kg	0,011	zero	-;-
Aldrin + Diendrin	mg/kg	0,064	zero	-.-
Arsênio	mg/kg	1,0	1,5	41
Bário	mg/kg	1,0	13,3	1.300
Di (2etil hexil)ftalato	mg/kg	0,05	zero	-.-
Cádmio	mg/kg	0,1	zero	41
Cálcio	mg/kg	1,0	13,3	1.300

Continuação da tabela 8

Parâmetros	Unidade	LQ/Faixa	Resultados	Conama 375/2006 VMP
COT	%pp	0,05	zero	-.-
Chumbo	mg/kg	1,0	3,05	300
Clordano (isômero)	mg/kg	0,021	zero	Zero
Cobre	mg/kg	1	12,5	1.500
Coliformes termotolerantes	NMP	0,27	zero	1.000
Condutividade suspensão a 5%	uS/cm	1	844	-,-
Cresóis Totais	mg/kg	0,032	zero	-.-
Cromo	mg/kg	1	9,35	1.000
DDT	mg/kg	0,0084	zero	-.-
Di butil ftalato	mg/kg	0,05	zero	-.-
Dodecacloropentaciclodecano	mg/kg	0,011	zero	-.-
Endrin	mg/kg	0,032	zero	2
Enxofre	mg/kg	500	<500	-;-
Fósforo	mg/kg	1	109	-.-
Heptacloro e Heptacloro epóxido	mg/kg	0,042	zero	-.-
Hexacloro Benzeno	mg/kg	0,011	zero	Zero
Lindano	mg/kg	0,011	zero	2
Magnésio	mg/kg	50	15.600	-.-
Mercúrio	mg/kg	0,05	zero	17
Molibdênio	mg/kg	1	zero	50
Níquel	mg/kg	1,0	3,25	420
N. Nitrato	mg/kg	1,0	8,75	-.-

N. Nitrito	mg/kg	0,2	zero	--
N.Amoniacal	mg/kg	0,5	33,4	--
N Total Kjeldall	mg/kg	3,7	2.140	--
Pentaclorofenol	mg/kg	0,053	zero	--
pH (suspensão 5%)	--	2 a 13	10,25	--
Potássio	mg/kg	50	1.680	--
Selênio	mg/kg	1,0	zero	100

Continuação tabela 8

Parâmetros	Unidade	LQ/Faixa	Resultados	Conama 375/2006 VMP
Sódio	Mg/kg	50,0	1.320	--
Sólidos totais	% p/p	0,05	93,9	--
Sólidos voláteis	% p/p	0,05	48,9	--
Toxafeno	mg/kg	0,1	zero	Zero
Zinco	mg/kg	1	32,8	2.800
Acenafteno	mg/kg	0,011	zero	--
Acenaftileno	mg/kg	0,011	zero	--
Antraceno	mg/kg	0,011	zero	--
Benzo(a)Antraceno	mg/kg	0,011	zero	--
Benzo(b)Fluoranteno	mg/kg	0,011	zero	--
Benzo(g,h,i)Perileno	mg/kg	0,011	zero	--
Benzo (K)Fluoranteno	mg/kg	0,011	zero	--
Criseno	mg/kg	0,011	zero	--
Dibenzo(a,h) antraceno	mg/kg	0,011	zero	--
Fenantreno	mg/kg	0,011	0,020	--
Fluoranteno	mg/kg	0,011	0,026	--
Fluoreno	mg/kg	0,011	zero	--
Indeno (1,2,3cd) pireno	mg/kg	0,011	zero	--
Naftaleno	mg/kg	0,011	zero	--
Pireno	mg/kg	0,011	zero	--
PCB 101	mg/kg	0,011	zero	--
PCB 105	mg/kg	0,011	zero	--

PCB 114	mg/kg	1,011	zero	--
PCB 118	mg/kg	0,011	<0,01	--
PCB 126 + PCB 166	mg/kg	0,021	zero	--
PCB 138 + PCB 158	mg/kg	0,021	zero	--
PCB 153	mg/kg	0,011	zero	--
PCB 156	mg/kg	0,011	zero	--
PCB 169	mg/kg	0,011	zero	--

Continuação da tabela 8

Parâmetros	Unidade	LQ/Faixa	Resultados	Conama 375/2006 VMP
PCB 170	mg/kg	0,011	zero	--
PCB 1179	mg/kg	0,011	zero	--
PCB 1180	mg/kg	0,011	zero	--
PCB 183	mg/kg	0,011	zero	--
PCB 28	mg/kg	0,011	zero	--
PCB 37	mg/kg	0,011	zero	--
PCB 44	mg/kg	0,011	zero	--
PCB 49	mg/kg	0,011	zero	--
PCB 52	mg/kg	0,011	zero	--
PCB 60	mg/kg	0,011	zero	--
PCB 66	mg/kg	0,011	zero	--
PCB 70	mg/kg	0,011	zero	--
PCB 74	mg/kg	0,011	zero	--
PCB 77	mg/kg	0,011	zero	--
PCB 8	mg/kg	0,011	zero	--
PCB 82	mg/kg	0,011	zero	--
PCB 87	mg/kg	0,011	zero	--
PCB 99	mg/kg	0,011	zero	--
Umidade		0,05	6,11	--
Salmonela	P/A 10g ST	a.a	ausente	Ausente

PCB 128 + PCB 167	mg/kg	0,021	zero	.-
Aldrin	mg/kg	0,032	zero	.-
Dieldrin	mg/kg	0,032	zero	.-
PCB's (soma lista holandesa)	mg/kg	0,074	zero	.-

Fonte: Merieux NutriScience e Bioagri Ambiental

6 CONCLUSÕES

- Os valores encontrados no resíduo tratado foram abaixo dos padrões, possibilitando a utilização do substrato, por pelo menos mais duas vezes reduzindo o custo do tratamento, sempre com controles laboratoriais.;
- Todos os defensivos agrícolas estão dos padrões ambientais;
- Resíduo com boa carga orgânica, valores de nitrogênio (2140 ppm), fósforo (109 ppm) e Potássio (1680 ppm) alentam à sua boa qualidade como adubo;
- Alguns metais que subiram continuaram dentro dos padrões;
- As análises de acompanhamento serão necessárias, para que caso surja algum componente em excesso, ele seja corrigido com a utilização de outros produtos derivatizante;
- Qualquer Prefeitura poderá aplicar esse tratamento, sem grandes investimentos e com a utilização de mão de obra própria;
- No caso da queima do substrato as cinzas produzidas pela grande quantidade de minerais presentes, estão prontas para serem utilizada por ser inócua e estéril;
- Utilizando-se a formulação mais energética temos um produto com baixa emissão de gás carbônico emitindo mais de 3.000 cal/kg (Tabela 9).

7 CUSTO DO TRATAMENTO

O pó de carvão pode ser substituído em parte pela borra café e mesmo pelo próprio pó de café usado. A serragem pode ser substituída por podas de árvores picada, gramas e mesmo folhas. O latossolo é coletado livre na natureza, somente a cal terá que ser adquirida. Pelos resultados obtidos o mesmo substrato poderá ser utilizado mais duas vezes. Com isso o custo desse tratamento varia de R\$10,00 a 50,00 por metro cúbico de resíduo.

Tabela 9 – Principais combustíveis e suas emissões

Combustível	Kg de CO ₂ por Kg	Litros de CO ₂ por Kg	Caloria/Kg
Bagaço de cana	0,88795	494	3700
Briquetes	1,4477	805	4200
Capim – Brachiaria	0,8880	469	3900
Capim – Elefante	0,9432	525	4200
Carvão composto	1,5530	864	3850
Carvão vegetal	3,01621	1678	7500
Diesel	3,11993	1736	7500
Etanol	2,09057	1163	5600
GLP	2,91997	1624	7000
Gás natural	2,6196	1457	7000
Grãos	1,4523	808	1600
Lenha – comercial	1,4476	805	3300
Lenha – Eucalipto	1,8342	1020	4932
Papel	1,4474	805	4186
Palha de arroz	0,8873	481	3730
Palha de milho	0,7994	445	3500
Pão	1,6830	436	1183
Pó de café	1,814	1009	4200
Querosene	3,11726	1734	7400
Serragem	0,8972	499	2400
Terra vermelha	0,0050	26	230
Terra preta	0,0100	40	350
Chorume/substrato 1	0,5870	326	1608
Chorume/substrato 2	1,1974	666	3090

Fonte: Cetesb 2011 e Fonte dos Autores 2018

REFERÊNCIAS

ANDREOLA F., COSTA L.M., MENDONSA E.S. e OLSZUSKI N. **Propriedades químicas da Terra Roxa**, 1995, p609-620.

APHA (American Public Health Association). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th ed. Washington: APHA/American Water Works Association/Water Pollution Control Federation, 1998.

BIOLAQUA AMBIENTAL LTDA. Biolaqua@uol.com.br.

BRADY, N.C.. **Natureza e propriedade do solo**. Rio de Janeiro. Freitas Bastos. 1989.898p

BUSER, H.R. and ZEHNDER, A. *Experientia*. 42:1082, 1985.

CETESB – **1º Inventário de Emissões Antrópicas de gases do efeito estufa**, CETESB 2011, 2 edição 192p.

CHU, L.M. et all. **Variations in the chemical properties of landfill Leachate**. *Environmental Management*, 18:105-117. 1994.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resoluções do CONAMA; 1984/91*. 4. ed. Brasília: IBAMA, 1992. 245 p.

GETOFF, N. *Radiat. Phys. Chem.* 35:432, 1990.

HRISTU, O. *Toxicol. Environ. Chem.*20:21-495, 1989.

LEITE, C. M. B., BERNARDES, R. S. and OLIVEIRA, S. A. **Método Walkley-Black na determinação da matéria orgânica em solos contaminados por chorume**. *Rev. bras. eng. agríc. ambient.*, Abr 2004, vol.8, no.1, p.111-115. ISSN 1415-436

MERIEUX NutriSciences. Firewall: Porta 8070 e IP 200.206.46.138

NEGER, M. and MERGLER, R. . Vökl, Z. Wasser - Abwasser - Forsch.21., 1989.

OLLIS, D.F., et all. **Protocatalysis Fundamentals and Applications**. *Wiley and Sons*. New York. 603p., 1989.

VAN HAANDEL, A.C. and LETTINGA, G. *Tratamento Anaeróbio de Esgotos*, Eprgraf.,1994.