

## MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E LIXIVIADO DO LOCAL DE DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE PASSO FUNDO

Márcia Helena Beck - Engenheira Civil, Mestre em Engenharia, Professora da União Dinâmica de Faculdade Cataratas, Foz do Iguaçu-PR;

Lenir Laudénir Freitas - Acadêmico de Engenharia Civil da UPF-RS

Pedro Escosteguy - Professor/pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia-UPF

Antônio Thomé - Professor/pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia-UPF

PPGEng-UPF - BR285, km 171 – Campus I - Passo Fundo-RS 99001-970

Telefone/fax: 54 3316 8203 - thome@upf.br

### RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi o monitoramento das águas subterrâneas e do lixiviado, do local de disposição de resíduos sólidos urbanos do município de Passo Fundo, uma parceria entre universidade e instituição pública, no intuito de investigar possíveis danos ao meio ambiente. Para isto foram executadas análises físico-químicas durante o período de junho de 2004 a janeiro de 2005 no local de disposição destes resíduos. Os resultados demonstraram que os valores encontrados nas águas subterrâneas, de cloreto, sódio, zinco, cobre, nitrito e dureza obedeceram aos padrões de potabilidade. Porém, a qualidade destas águas está comprometida, devido aos valores de condutividade elétrica, DBO e DQO. Pode-se concluir deste estudo que as águas subterrâneas estão contaminadas com o lixiviado produzido pelos resíduos sólidos, provenientes da deposição dos resíduos sólidos urbanos, produzidos pela cidade de Passo Fundo.

**Palavras-chave:** Monitoramento das águas subterrâneas, lixiviado, resíduos sólidos.

### ABSTRACT

The aim of this research was the groundwater monitoring and leachate, from the municipal solid waste disposal site of Passo Fundo city, a partnership between the University and the public institution in order to investigate possible environment damage. Physical-chemical analysis were carried out during the period of June 2004 and January 2005 at the waste site of disposal. The results showed that chloride, sodium, zinc, copper, nitrate and hardness values found in groundwater followed the drinking pattern. However, these waters' quality is compromised due to the electrical conductivity, BOD and COD values. We can conclude from this study that groundwater is contaminated with leachate produced by solid waste of the site of disposal of Passo Fundo city.

**Key-words:** Monitoring of groundwater, leachate and solid waste.

### INTRODUÇÃO

Algumas Empresas e Entidades, existentes no Brasil, responsáveis legais de atividades potencialmente poluidoras do meio ambiente, estão percebendo que saneamento ambiental não é, somente, garantir a sociedade, qualidade nos serviços de suprimento de água e esgoto, mas também, gerenciar a problemática do lixo (resíduos sólidos urbanos). Isto porque nos tornamos, como cidades, grande fonte de geração de resíduos, de toda a ordem: líquido, gasoso e sólido. A grande pergunta, é como resolver, como solucionar esses problemas, antes precisamos conhecê-los. Neste enten-

dimento é que esta pesquisa procura auxiliar a sociedade, buscando respostas, embasadas cientificamente, em quais danos a sociedade de Passo Fundo já produziu ao destinar, na localidade de São João, seus resíduos sólidos. Esta pergunta foi o motivo da parceria entre PMPF (Prefeitura Municipal de Passo Fundo) e UPF (Universidade de Passo Fundo).

A cidade de Passo Fundo, “gerenciou” os seus resíduos até o ano de 2001, na localidade de São João, sob a forma de lixão (vazadouro), que se caracteriza por dispor os RSU a céu aberto, sem sistema de impermeabilização do solo, e sem tratamento do lixiviado e dos gases gerados, representando grave ameaça à saúde pública e ao meio ambiente.

Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Ibge, 2000) com cobertura em todo o território nacional, 30,5% dos resíduos sólidos urbanos no Brasil são depositados em lixões. Em contrapartida, a pesquisa realizada pelo IPT/CEMPRE, no ano de 1995, o total de resíduos sólidos depositados em lixões era de 76% (Reichert, 1999). É necessário observar que, em 5 anos, aproximadamente 45% das cidades brasileiras dispõem de um passivo ambiental, resultante do fechamento ou adequação destes locais, mas quais possíveis danos ambientais, esse locais apresentam, é uma pergunta necessária que a sociedade deve fazer.

O local, onde hoje opera a Usina de Reciclagem, Compostagem e Destinação dos Resíduos Sólidos do Município de Passo Fundo, vem sendo utilizado para a disposição do lixo produzido pela cidade desde 1991. Até o ano de 2001, foi operado na forma de lixão, passando a ser recuperado e atualmente, opera na forma de aterro controlado. Entretanto, nenhuma medida de proteção ao subsolo ou a uma provável contaminação das águas subterrâneas foi levada em consideração para se evitar danos ao meio ambiente.

O objetivo deste trabalho foi verificar a qualidade das águas subterrâneas do local onde são destinados os resíduos sólidos urbanos do município de Passo Fundo-RS. Para isto foram construídos quatro poços de monitoramento, sendo um a montante e três a jusante das células de aterro, e amostras foram obtidas mensalmente durante os meses de junho de 2004 até janeiro de 2005. Neste mesmo período também foi caracterizado o lixiviado da lagoa de estabilização do aterro.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Local de estudo

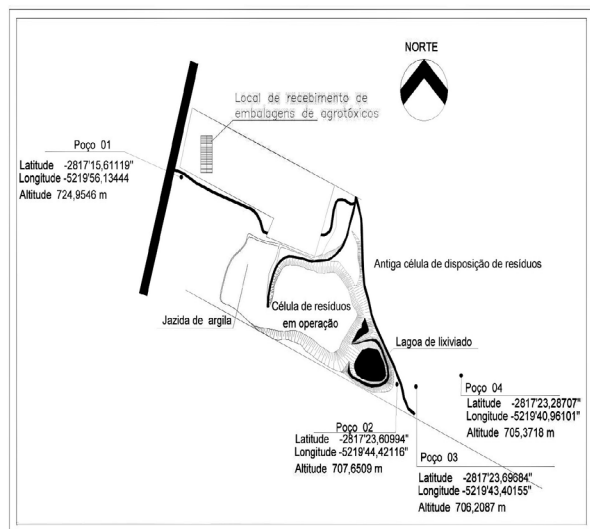
O Município de Passo Fundo está localizado na região norte do Estado do Rio Grande do Sul, possuindo uma população de aproximadamente 170 mil habitantes e uma área de 780 km<sup>2</sup> (Ibge, 2000).

O monitoramento foi realizado na Usina de Reciclagem, Compostagem e Destinação Final dos Resíduos Sólidos Urbanos, localizada próxima às margens da RS 324, rodovia Passo Fundo – Marau, entre as coordenadas 28°25’ de latitude Sul e 52°40’ de longitude Oeste.

O local onde opera a usina possui uma área de 3,5 hectares e recebe diariamente 150 toneladas de resíduo sólido, sendo cem toneladas de resíduo domiciliar.

Os resíduos que chegam à usina passam por uma triagem, na qual os materiais recicláveis são armazenados no local para posterior revenda. O rejeito desta triagem vai para a área de destinação final.

Em junho de 2004 foi executado levantamento da área do aterro com auxílio de GPS - Global Positioning System, quando pode ser demarcado o posicionamento dos poços de monitoramento, a localização do local de recebimento de agrotóxicos, a célula de resíduos em operação e a lagoa de lixiviado, como apresentado na Figura 1.



**FIGURA 1.** levantamento do aterro indicando a localização Poços de monitoramento executados

Os poços de monitoramento foram executados de acordo a norma Cetesb-6410 Amostragem e monitoramento das águas subterrânea (Cetesb, 1998), a qual descreve o procedimento para construção de poços de monitoramento de aquífero freático.

A execução dos poços ocorreu no mês de maio de 2004, um a montante (poço 1) e três a jusante (poço 2, 3 e 4) da célula de resíduo em operação, conforme indicado na Figura 1.

### Análise Físico-Química das Águas Subterrâneas

Os procedimentos de amostragem para as águas subterrâneas seguiram a norma da Cetesb 6420 - Preservação e manuseio de amostras de água e chorume relacionados aos parâmetros de análise (Cetesb, 1999).

As amostras de água subterrânea retiradas dos poços de monitoramento, foram submetidas à caracterização físico-química no Laboratório de Controle de Efluentes – LACE, do Instituto de Ciências Biológicas, e no Laboratório de Águas, do Curso de Química, pertencentes à Universidade de Passo Fundo (UPF). Essas

amostras obedeceram aos procedimentos metodológicos descritos no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (Apha, 1998).

### Análise Físico-Química do Lixiviado

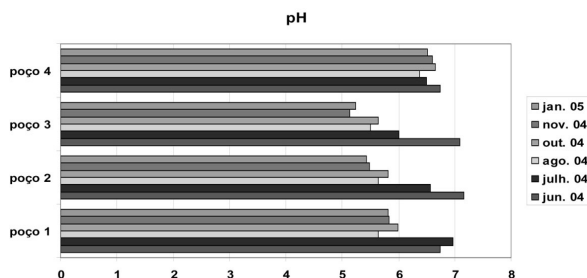
Na lagoa de lixiviado, localizada, imediatamente após a célula de resíduos em operação do aterro, foram retiradas amostras de lixiviado( chorume) junto à saída deste material e ao lado oposto da lagoa. Essas amostras foram encaminhadas para os mesmos laboratórios em que foram encaminhadas as amostras das águas subterrâneas, e sua caracterização obedeceu aos mesmos parâmetros descritos anteriormente.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Poços de Monitoramento

Os valores de  $DBO_5$ , DQO, cromo hexavalente, magnésio, potássio, nitrogênio total e condutividade, não são referenciados na portaria 518/2004, que referencia a qualidade da água para consumo humano, sugerindo que a presença destes valores não é permitida.

A figura 2, apresenta valores de pH das águas subterrâneas, encontrados, nos meses analisados, junto aos quatro poços de monitoramento instalados no aterro.



**FIGURA 2.** Valores de pH das águas subterrâneas.

A Portaria N° 518 em seu Art. 16 inciso 1° (Brasil, 2004), recomenda que o pH da água esteja na faixa de 6 a 9,5. O único poço de monitoramento a atender este parâmetro, em todos os meses de monitoramento, foi o poço 4. Nos demais poços, os valores de pH encontrados nas águas subterrâneas variaram de 5,44 a 7,16. Valores semelhantes foram encontrados por Schneider et al. (2003), em antiga área de disposição de resíduos sólidos do município de Passo Fundo.

A Figura 3 apresenta as quantidades de ferro encontradas nas águas subterrâneas nos quatro poços de monitoramento. As quantidades de ferro presentes nas amostras não atenderam ao padrão de potabilidade no mês de Junho de 2004, para os poços de monitoramento 1 e 4 e em agosto de 2004 no poço 4, nas demais amostragens atenderam aos parâmetros de legislação que é de 0,30mg/L.

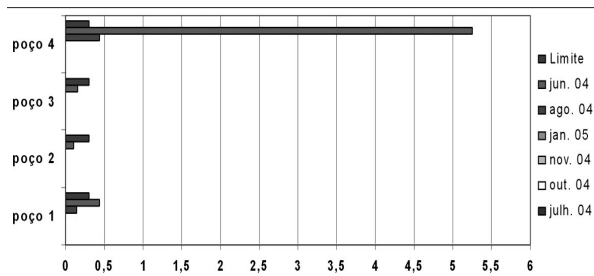


FIGURA 3. Valores de ferro nas águas subterrâneas.

Os valores de cloreto, sódio, zinco, cobre, nitrito e dureza encontrados nos quatro poços nas seis amostragens obedeceram aos padrões de potabilidade, mas segundo Lima (2001), isso não significa que a água seja boa para consumo humano, pois outras características físico-químicas da água podem estar comprometendo a sua qualidade. No presente estudo, verificou-se, por exemplo, valores elevados de condutividade elétrica da água monitorada (Figura 4), o que evidencia a contaminação com teores elevados de sais.

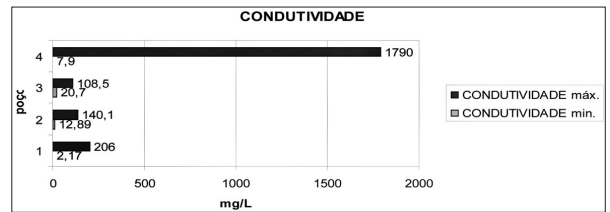


FIGURA 4. Valores de condutividade encontrados nas águas subterrâneas.

Em concordância com os valores de condutividade elétrica e de carga orgânica (DBO<sub>5</sub> e DQO) (Figura 5 e 6), registrados ao longo do período de monitoramento, os valores de turbidez de todos os poços (Figura 7) se mostraram, em vários meses, superior ou muito superior aos permitidos na Portaria N° 318, que é de 5 NTU.

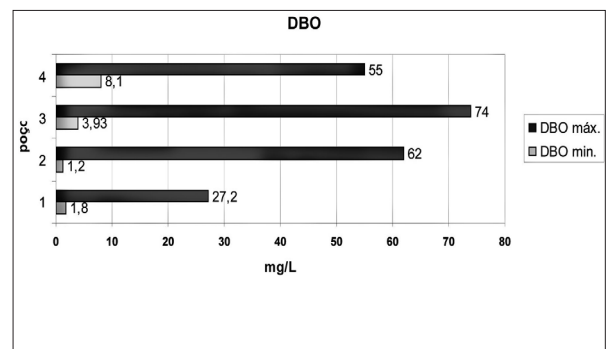


FIGURA 5. Valores de DBO<sub>5</sub> nas águas subterrâneas.

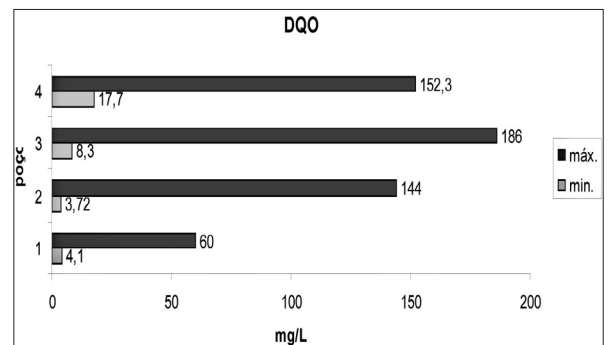


FIGURA 6. Valores de DQO nas águas subterrâneas.

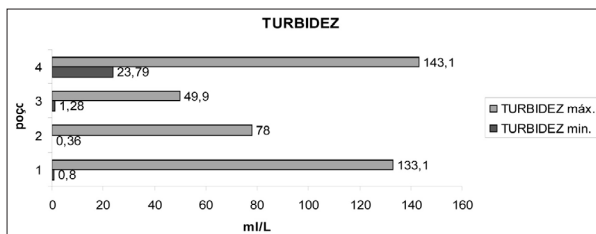


FIGURA 7. Valores de turbidez nas águas subterrâneas.

### Lagoa de Lixiviado

A caracterização durante o período de monitoramento junto à lagoa de lixiviado da célula de resíduos em operação do aterro é apresentada nos Quadros 1 e 2. A última coluna das tabelas apresenta os valores das variações encontradas em aterros sanitários por Tchobanoglous et al. (1993), para aterros jovens (menos de 2 anos) e por Gomes (1995).

QUADRO 1. Análise do lixiviado entrada na lagoa

- N.R. - Não referenciado
- N.D. - Não detectado
- N.A. - Não analisado
- 1-Tchobanoglous (1993)
- 2- Gomes (1995)

Parâmetros analisados	Jun. 2004	Jul. 2004	Ago. 2004	Out. 2004	Nov. 2004	Jan. 2005	Faixa de valores p/ aterro novo
pH	8,54	7,42	7,99	8,10	8,07	7,27	4,50-7,50 <sup>1</sup> / 5,3-8,4 <sup>2</sup>
DQO (mg/LO <sub>2</sub> )	1.959,00	1.523,00	24.076,00	5.346,00	4.077,00	44.295,00	3.000 - 60.000 <sup>1</sup> / 246- 75.000 <sup>2</sup>
DBO (mg/LO <sub>2</sub> )	944,00	480,00	8.170,00	1.960,00	1.880,00	12.450,00	2.000- 30.000 <sup>1</sup> / 5,90- 72.000 <sup>2</sup>
DBO/DQO	0,48	0,31	0,34	0,37	0,46	0,28	N.R.
Cromo hexavalente (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.A.	N.A.	N.R.
Cloretos (mg/L)	281,00	154,00	2.504,00	447,00	396,00	3.980,00	200-3.000 <sup>1</sup>
Sódio (mg/L)	145,09	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	200-2.500 <sup>1</sup>
Zinco (mg/L)	0,09	N.A.	0,4	N.A.	N.A.	N.A.	0 <sup>2</sup> -1.344 <sup>2</sup>
Cobre (mg/L)	N.D.	N.A.	N.D.	N.A.	N.A.	N.A.	0-9,90 <sup>2</sup>
Ferro (mg/L)	6,75	N.A.	27,20	N.A.	N.A.	N.A.	50-1.200 <sup>1</sup> / 0,08-5.500 <sup>2</sup>
Magnésio (mg/L)	1,66	N.A.	1,6	N.A.	N.A.	N.A.	50-1.500 <sup>1</sup>
Potássio (mg/L)	736,65	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	200-1.000 <sup>1</sup>
Dureza (mg/L)	46,80	41,50	648,00	62,30	64,20	1.128,00	300- 10.000 <sup>1</sup>
Turbidez (NTU)	500,70	204,40	621,20	180,80	253,00	772,00	N.R.
Nitrito (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.R.
Nitrato (mg/L)	4,80	81,60	112,40	N.D.	41,20	472,00	5-40 <sup>1</sup>
Nitrogênio Total (mg/L)	192,30	154,00	1.028,00	457,90	242,10	1.926,00	N.R.
Condutividade (µs/cm)	5.630,00	2.960,00	14.350,00	4.710,00	17.659,00	21.400,00	N.R.
Coliformes Totais NMP/100mL	1,60x10 <sup>5</sup>	1,40x10 <sup>6</sup>	1,60x10 <sup>4</sup>	1,60x10 <sup>4</sup>	4,50 x10 <sup>3</sup>	1,70x10 <sup>4</sup>	N.R.
Coliformes Fecais NMP/100mL	1,60x10 <sup>5</sup>	2,80x10 <sup>5</sup>	3,00x10 <sup>5</sup>	4,60 x10 <sup>3</sup>	4,50 x10 <sup>3</sup>	1,70x10 <sup>4</sup>	N.R.
Contagem de Bact. Heterotróficas UFC/mL	8,00x10 <sup>5</sup>	2,50x10 <sup>5</sup>	1,50x10 <sup>5</sup>	1,50x10 <sup>3</sup>	8,50x10 <sup>3</sup>	2,50x10 <sup>4</sup>	N.R.

Parâmetros Analisados	Jun. 2004	Jul. 2004	Ago. 2004	Out. 2004	Nov. 2004	Jan. 2005	Faixa Valores p/ Aterro Novo (menos de 2 anos)
pH	8,51	7,70	8,37	9,05	8,79	8,51	4,50-7,50 <sup>1</sup> / 5,3-8,4 <sup>2</sup>
DQO (mg/LO <sub>2</sub> )	1.959,00	1.447,00	13.543,00	2.192,00	1.884,00	5.496,00	3.000 - 60.000 <sup>1</sup> / 246-75.000 <sup>2</sup>
DBO (mg/LO <sub>2</sub> )	550,00	440,00	3.680,00	859,00	498,00	1.480,00	2.000-30.000 <sup>1</sup> / 5,90-72.000 <sup>2</sup>
DBO/DQO	0,28	0,30	0,27	0,39	0,26	0,27	N.R.
Cromo hexavalente (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.	N.A.	N.A.	N.A.	N.R.
Cloretos (mg/L)	278,00	487,00	1.252,00	296,00	246,00	780,00	200-3.000 <sup>1</sup>
Sódio (mg/l)	146,67	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	200-2.500 <sup>1</sup>
Zinco (mg/l)	0,10	N.A.	N.D.	N.A.	N.A.	N.A.	0 <sup>2</sup> -1.344 <sup>2</sup>
Cobre (mg/l)	0,03	N.A.	N.D.	N.A.	N.A.	N.A.	0-9,90 <sup>2</sup>
Ferro (mg/l)	7,45	N.A.	5,8	N.A.	N.A.	N.A.	50-1.200 <sup>1</sup> / 0,08-5.500 <sup>2</sup>
Magnésio (mg/l)	1,56	N.A.	1,6	N.A.	N.A.	N.A.	50-1.500 <sup>1</sup>
Potássio (mg/l)	707,19	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	200-1.000 <sup>1</sup>
Dureza (mg/L)	51,80	40,30	352,00	52,50	46,30	390,00	300-10.000 <sup>1</sup>
Turbidez (NTU)	377,70	184,40	170,40	102,40	181,20	1.120	N.R.
Nitrito (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.R.
Nitrato (mg/L)	4,60	84,20	77,20	N.D.	20,70	15,60	5-40 <sup>1</sup>
Nitrogênio Total (mg/L)	189,69	151,10	640,00	242,00	183,07	128,00	N.R.
Condutividade (µs/cm)	5.630,00	3.580,00	6.190,00	1.495,00	7.040,00	1.169,00	N.R.
Coliformes Totais NMP/100mL	3,50x10 <sup>5</sup>	3,5x10 <sup>3</sup>	6,80x10 <sup>3</sup>	7,90x10 <sup>2</sup>	4,50x10 <sup>3</sup>	Ausente	N.R.
Coliformes Fecais NMP/100mL	3,50x10 <sup>5</sup>	1,10x10 <sup>5</sup>	1,10x10 <sup>3</sup>	7,90x10 <sup>2</sup>	2,00x10 <sup>4</sup>	Ausente	N.R.
Contagem de Bact. Heterotróficas UFC/mL	8,00x10 <sup>5</sup>	9,50x10 <sup>5</sup>	1,50x10 <sup>5</sup>	2,50x10 <sup>5</sup>	2,50x10 <sup>5</sup>	5,00x10 <sup>4</sup>	N.R.

### CONCLUSÕES

Concluiu-se que os valores de cloreto, sódio, zinco, cobre, nitrito e dureza nos quatro poços de monitoramento atenderam, quando analisados, aos padrões de potabilidade. Porém, a qualidade destas águas está comprometida, devido aos valores de condutividade elétrica, DBO<sub>5</sub> e DQO, o que sugere a contaminação com o lixiviado produzido pelos resíduos sólidos depositados junto ao aterro controlado São João da Bela Vista no município de Passo Fundo.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BRASIL. Portaria n.º 518, de 24 mar. 2004. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2004.
- CETESB . 6420: preservação e manuseio de amostras de água e chorume e relacionados aos parâmetros de análises. São Paulo: CETESB, 1999.
- CETESB. Águas Subterrâneas e Poços Tubulares. São Paulo: CETESB, 1974.

GOMES, L.P. **Avaliação da atividade bacteriana anaeróbia celulolítica do chorume originado em sistema de disposição de resíduos sólidos urbanos a céu aberto.** Tese. (Doutorado em engenharia) - Departamento de Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia de São Carlos – USP, São Carlos, 1995.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000.** Disponível em [http://www.cidades.gov.br/SNSA/Cidades\\_secretaria\\_saneamento\\_diagnostico\\_apresenta%E7%E3o.htm](http://www.cidades.gov.br/SNSA/Cidades_secretaria_saneamento_diagnostico_apresenta%E7%E3o.htm)>. Acesso em: 10 dez. 2003.

LIMA, E.B.N.R. **Modelagem integrada para gestão da qualidade da água na bacia do Rio Cuiabá.** 2001. Tese. (Doutorado em Engenharia Civil) - Programas de Pós-Graduação em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2001.

PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standart Methods for the Examination of Water**

**and Wastwater.** New York: APHA, 1992. Disponível em: <<http://www.ucb.br/quimica/quimicacomputacional/Alunos/22001/22001-segundo-site/andre>>. Acesso em 13 dez. 2003.

REICHERT, G.A. **A vermicompostagem aplicada ao tratamento de lixiviado de aterro sanitário. Dissertação.** (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1999.

SCHNEIDER, I.A.H. Qualidade das águas em uma antiga área de recebimento de resíduos sólidos urbanos de Passo Fundo, RS, Aterro Invernadinha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 22, 2003, [s.l.]. **Anais...** Porto Alegre: 2003.

TCHOBANOGLOUS, G.; THEISEN, H.; VIGIL, S. **Integrated solid waste management: engineering principles and management issues.** Hightstown: Irwin McGraw-Hill, 1993.