



## Capacidade de sorção do *Lithothamnium* no tratamento de lixiviado de aterro sanitário

Caletti, Rozileni P.K.<sup>1</sup>, Silva, Leonardo D.B.<sup>2</sup>, Oliveira, Paulo. J.<sup>3</sup>, Nascentes, Alexandre L.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (rosavista1@hotmail.com)

<sup>2</sup> Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (irriga@ufrj.br)

<sup>3</sup> Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (pjansen@ufrj.br)

<sup>4</sup> Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (lioi@ufrj.br)

### Resumo

Resíduos sólidos urbanos dispostos em aterros sanitários produzem um líquido poluidor, o lixiviado. Na Plataforma Continental Brasileira existem sedimentos formados por algas marinhas calcárias, como o *Lithothamnium*, que é um possível sorvente de substâncias contidas no lixiviado, tais como nitrogênio amoniacal e fósforo. Assim, o objetivo deste trabalho é avaliar a capacidade sortiva do *Lithothamnium* para tratamento de lixiviado de aterro sanitário. Uma amostra do sorvente passou por peneiras com diferentes meshes e cada fração foi pesada em balança analítica. Na avaliação da capacidade sortiva de fosfato foi realizado um ensaio de *Jar Test*. A microscopia eletrônica de varredura, espectroscopia de energia dispersiva, espectrometria de fluorescência de RX e difração de RX indicaram a área superficial e composição do *Lithothamnium*. Entre as malhas 0,212 mm e 0,850 mm ficaram retidas 94% da massa pesada do sorvente, que apresentou composição diversificada com predominância de carbonato de cálcio. No ensaio de sorção, o *Lithothamnium* foi eficiente na remoção de fosfato devendo-se investigar como ocorrem essas interações, além da possibilidade de remoção de nitrogênio amoniacal do lixiviado.

Palavras-chave: Maërl. Chorume. Remoção de nutrientes.

Área Temática: Resíduos Sólidos.

### *Lithothamnium* sorption capacity in the treatment of landfill leachate

#### Abstract

Urban solid waste disposed in landfills produce liquid polluter, the leachate. In the Brazilian Continental Platform sediments exist formed by calcareous sea algae, like *Lithothamnium*, that is a possible sorbent of substances contained in leached, such as ammonia nitrogen and phosphorus. So, the objective of this study is to evaluate the sorption capacity of *Lithothamnium* for treatment of leached of sanitary embankment. A sample of the sorbent passed through sieves with different meshes, and each fraction was weighed on an analytical balance. In assessing the phosphate sorption capacity was conducted a *Jar Test*. The scanning electron microscopy, energy dispersive spectroscopy, RX fluorescence spectrometry and diffraction RX indicate the surface area and composition of *Lithothamnium*. Between the meshes 0.212 mm and 0.850 mm were retained 94% of the weighed mass of the sorbent, which had diverse composition predominantly of calcium carbonate. The sorption test, the *Lithothamnium* was effective in removal of phosphate should be investigated how these interactions occur and the possibility of removing the leachate ammoniacal nitrogen.

Keywords: Maerl. Slurry. Removal of nutrients.

Thematic Area: Solid Waste.



## 1 Introdução

O consumo de bens e de recursos naturais para suprir demandas de crescimento populacional e industrial conduz ao aumento da geração dos resíduos sólidos urbanos. De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), os rejeitos devem ter uma disposição final ambientalmente adequada, sendo o aterro sanitário um local viável para esse uso.

Na decomposição dos rejeitos é gerado um efluente de alto potencial poluidor, o chorume. Ao percolar a massa aterrada, o lixiviado arrasta compostos que podem ser dissolvidos ou permanecer em suspensão sendo direcionado para um local onde o tratamento é realizado. A qualidade e a quantidade de lixiviado gerado em aterros são decorrentes da composição e umidade iniciais do resíduo aterrado, da temperatura, idade do aterro, tipo de cobertura e profundidade e da infiltração de líquidos de origem externa.

O chorume possui elementos e substâncias poluentes que podem ser dissolvidos em água e transportados como solutos através do subsolo. Para Zanon (2014) o transporte pelo subsolo de poluentes dissolvidos na água é estudado como transporte de massa de um soluto em meio poroso e representa a poluição das águas subterrâneas que, Lago afirmou em 2006, ser muito mais preocupante do que a poluição das águas superficiais, visto que estas rapidamente se renovam e se recuperam após cessar o lançamento de efluentes. Na intenção de evitar a contaminação ambiental, insumos poderão ser adicionados ao lixiviado a fim de remover possíveis poluentes.

O tratamento de lixiviado de aterro sanitário é algo recente e que demanda bastante estudo, pois há carência desse tratamento no país. Segundo Giordano et al (2011), os processos unitários ou suas associações normalmente podem ser classificados como físico-químicos e biológicos e são empregados objetivando atender no mínimo a legislação regional. O tratamento de lixiviado proposto nesse estudo compreende processos de sorção de fósforo, com a adição do *Lithothamnium* ao lixiviado, a partir de análises físico-químicas.

Na Plataforma Continental Brasileira são encontrados sedimentos carbonáticos, como o *Lithothamnium*, e segundo Dias (2000) é uma das maiores reservas mundiais desta fonte mineral, em quantidade e qualidade. As formas livres de algas calcárias são viáveis para a exploração econômica, pois constituem depósitos sedimentares facilmente coletados através de dragagens sendo reduzidos os impactos ambientais. Este material possui elevada superfície específica, além de outras características que o apontam como possível sorvente de substâncias contidas no lixiviados tais como nitrogênio amoniacal, fósforo e alguns compostos orgânicos.

Acredita-se que a sorção de um composto no *Lithothamnium* seja proveniente de uma complexa inter-relação dependente tanto das propriedades adsorventes como absorventes e de fatores externos. Em relação ao lixiviado, a compreensão da sua composição química e biológica específica se faz necessária a fim de demonstrar fatores que possam afetar esses processos sortivos. Nos testes de sorção empregando o *Lithothamnium* como sorvente de fosfato, foram realizados ensaios de *Jar Test*.

As técnicas de Microscopia eletrônica de Varredura (MEV), de Difração de RX (DR-X) e Espectrometria de Fluorescência de RX (EFR-X), pelo caráter complementar que apresentam, foram utilizadas no presente estudo. O MEV, além da identificação mineral, permite o mapeamento da distribuição de elementos químicos por minerais de uma amostra sólida. Outra característica importante do MEV é a aparência tridimensional da imagem das amostras, resultado direto da grande profundidade de campo (DEDAVID, 2007). Já a EFR-X, segundo Wastowski, et al (2010) destaca-se como uma importante alternativa, com crescente aplicação na identificação mineralógica de solos, rochas, cerâmicas e líquidos, uma vez que permite a determinação simultânea ou sequencial da concentração de todos os elementos



enquadrados entre o sódio (Na) e o urânio (U). O DR-X, usando método de pó, é único, porque somente este método analítico é capaz de fornecer informações qualitativa e quantitativa sobre os compostos presentes em uma amostra sólida (SKOOG et al, 2002).

Diante da necessidade de preservação dos mananciais e do solo e os cuidados com a saúde pública, padrões e normas restritivas têm sido regulamentados por órgãos ambientais no que se refere ao lançamento de efluentes. Caso não seja coletado e tratado adequadamente, os impactos ambientais provocados pelo lixiviado podem estender-se para a população em geral, por meio da poluição e contaminação do solo, do ar e de águas superficiais e subterrâneas.

Soluções técnicas têm sido buscadas, em face da melhor tecnologia disponível pra esse tratamento e o *Lithothamnium* apresenta-se como uma alternativa economicamente viável de insumo a ser utilizado no tratamento de lixiviado de aterro sanitário.

## 2 Metodologia

Para o desenvolvimento deste trabalho foram coletados aproximadamente 100 L de lixiviado bruto (Figura 1), na Central de Tratamento de Resíduos de Seropédica/RJ, que será caracterizado de acordo com métodos analíticos recomendados pela APHA (2005).

Figura 1 - Lixiviado coletado da Central de Tratamento de Resíduos de Seropédica/RJ.



O *Lithothamnium* passou por uma etapa inicial de caracterização incluindo granulometria, Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) com Espectroscopia de Energia Dispersiva de Raios-X (EDS), Espectrometria de Fluorescência de RX e Difração de RX (DR-X).

Para a avaliação da granulometria do *Lithothamnium* (Figura 2), uma amostra foi passada em uma série de peneiras de classificação de materiais granulados com diferentes meshes e cada fração obtida foi pesada em balança analítica.

Figura 2 – Lithothamnium granulado.





No estudo morfológico realizado com o intuito de tornar a área superficial do *Lithothamnium* conhecida, foi utilizado o MEV/EDS, onde a amostra analisada, por ser sólida não condutiva, recebeu uma cobertura ultrafina de ouro a fim de facilitar a condução e o contraste. A imagem foi ampliada 100 x e apresentou resolução de 1mm, sob diferença de potencial aplicado de 20.00kV.

A Espectrometria de Fluorescência de RX é uma técnica analítica comparativa que permite uma abordagem não destrutiva e apresenta baixo risco de contaminação da amostra. Neste trabalho, a amostra foi preparada por fusão à 1050 °C no equipamento VULCAN, com diluição 1:6, utilizando-se como fundente tetraborato de lítio ( $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$  100%). Os resultados foram expressos em %, calculados como óxidos. Os teores apresentados, expressos em %, foram determinados por análise semiquantitativa em espectrômetro por fluorescência de raios-X - (WDS-2), modelo AXIOS.

O difratômetro de raios x é uma das principais técnicas de caracterização microestrutural de compostos cristalinos. Os ensaios de difração de raios X foram realizados em um difratômetro D4 ENDEAVOR com velocidade do goniômetro de 1°/min, em tubo de cobre ( $\lambda=1,754 \text{ \AA}$ ).

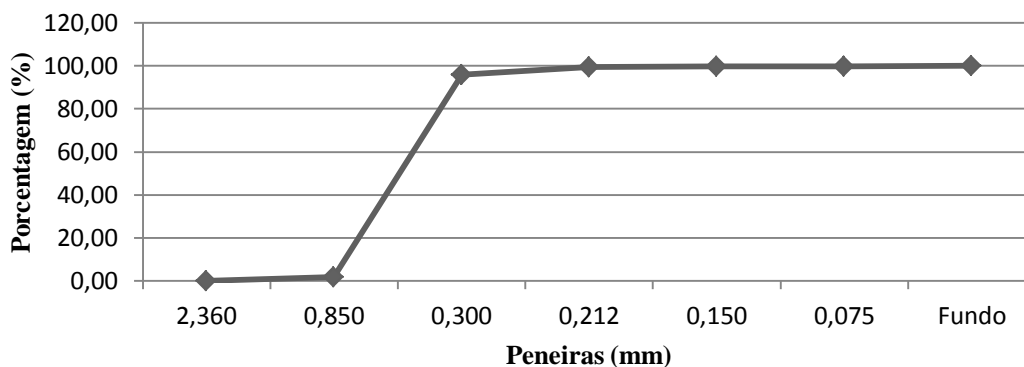
Em um ensaio de *Jar Test* realizado para avaliar a eficiência de remoção de fósforo pelo *Lithothamnium* foram utilizados uma quantidade fixa de sorvente (40 g/L), água destilada e soluções contendo concentrações diferentes de fosfato de potássio monobásico ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ), que resultaram em concentrações iniciais de 5 mg/L, 39 mg/L e 364 mg/L de fósforo total, respectivamente. O ensaio foi realizado em batelada, com rotação de 180 rpm e escala de bancada. As alíquotas foram coletadas nos instantes, 0, 24, 48 e 72 horas para análise em espectrofotômetro UV/Vis utilizando kits para análise de fósforo, da Hach.

Considerando o caráter preliminar dessas análises, outras devem ser realizadas com fim de aprofundamento dos estudos relativos às características intrínsecas do *Lithothamnium*.

### 3 Resultados

Os resultados obtidos na análise granulométrica expressaram que 94% da amostra analisada de *Lithothamnium* estão na faixa de 0,212 mm a 0,850 mm, o que pode ser visto na Figura 3.

Figura 3 – Porcentagem de massa acumulada na análise granulométrica do *Lithothamnium*.

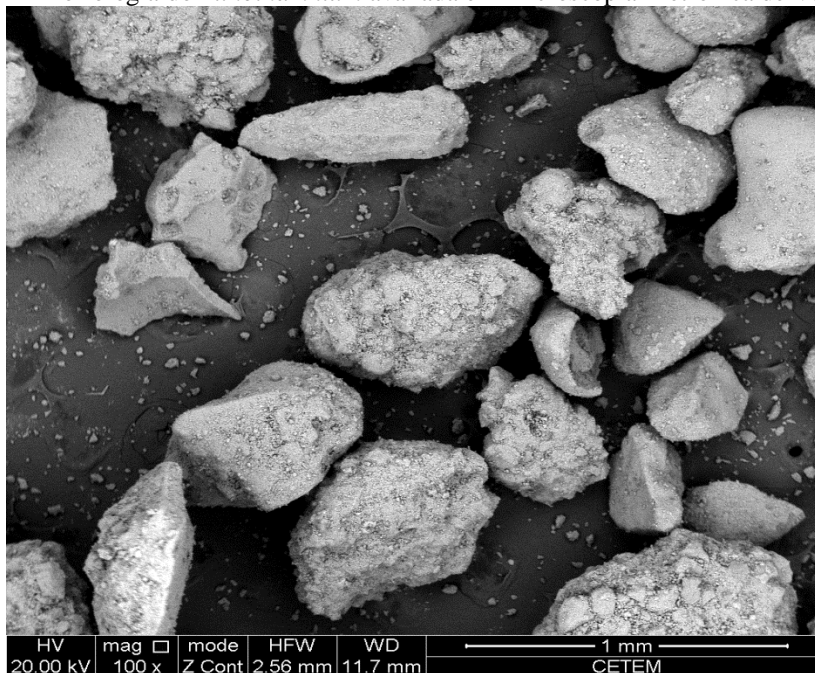


Esse resultado demonstra que a amostra apresenta elevada homogeneidade quanto ao tamanho das partículas.

Na análise de MEV (Figura 4) os grânulos do sorvente apresentaram morfologia irregular, caracterizada pela existência de um aglomerado sólido com sulcos entre pequenas elevações e fragmentos encontrados na superfície desses grânulos.



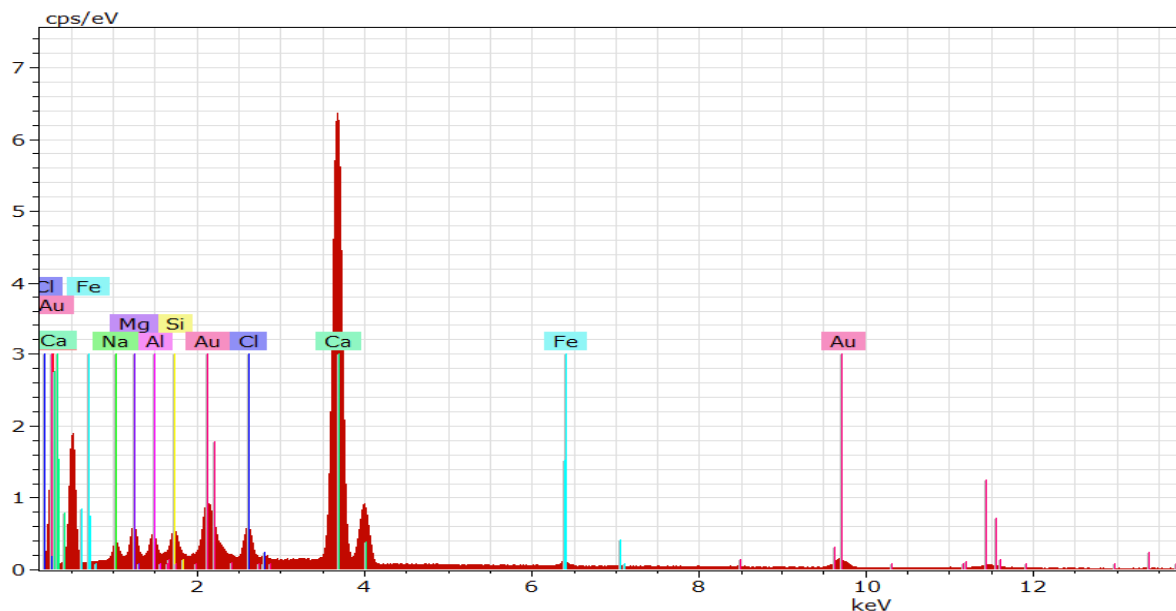
Figura 4 - Morfologia do *Lithothamnium* avaliada em Microscopia Eletrônica de Varredura.



Fonte: CETEM, 2015.

O espectro de EDS revelou a composição da área analisada no *Lithothamnium*, vista na Figura 5.

Figura 5 - Composição do *Lithothamnium* analisado em MEV/EDS.



Fonte: CETEM, 2015.

Os picos correspondem aos diferentes elementos presentes na amostra analisada: Fe, Cl, Na, Mg, Si, Al e Ca, com predominância para este.

No quadro 1, é apresentado o resultado da análise de Espectrometria de Fluorescência de RX com os teores dos principais óxidos presentes na amostra de *Lithothamnium* analisada.





Quadro1 - Espectrometria de Fluorescência de RX em *Lithothamnium*.

Óxidos	Na <sub>2</sub> O	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SrO	CaO	PPC
Teor (%)	0,72	3,5	0,56	1,6	< 0,1	0,58	< 0,1	< 0,1	0,39	46,5	44,9

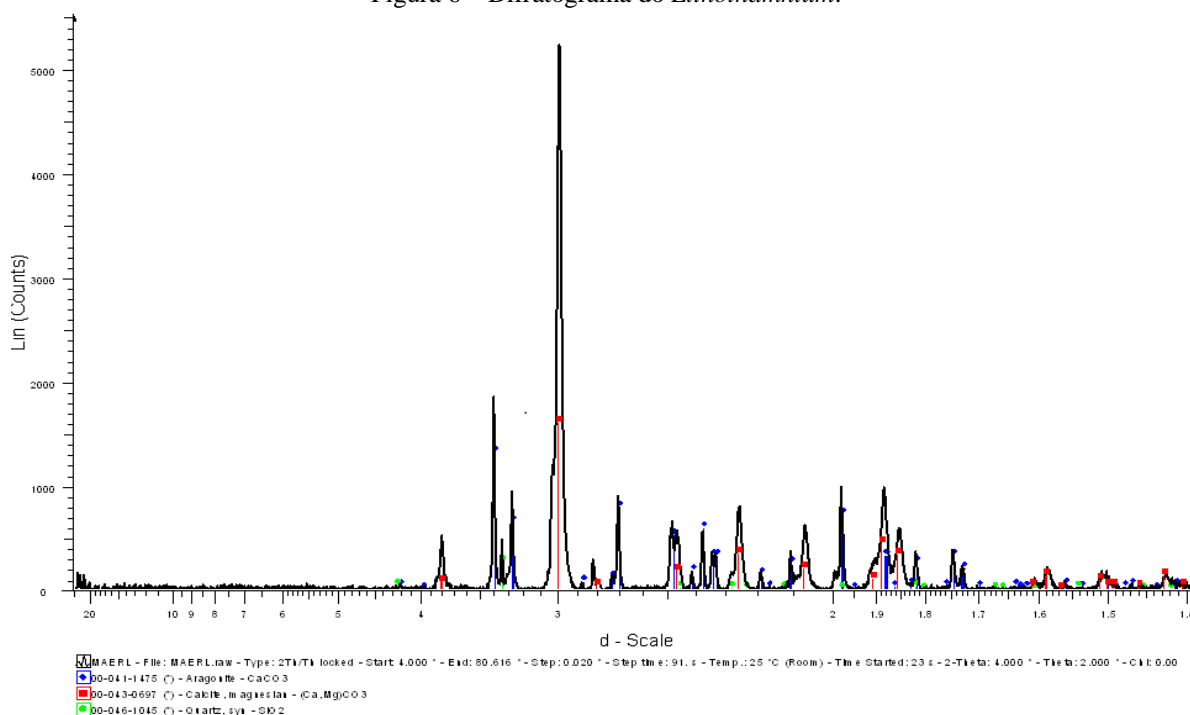
Fonte: CETEM, 2015.

\*PPC. Perda por calcinação

Na composição química estão presentes os teores dos principais óxidos que compõe sua estrutura cristalina: Na<sub>2</sub>O, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, SO<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SrO e CaO com respectivos teores, tendo-se evidenciado a presença em maior quantidade de CaO.

No difratograma de RX (Figura 6) foram encontrados aragonita (CaCO<sub>3</sub>), calcita/magnesita {(Ca, Mg)CO<sub>3</sub>} e quartzo (SiO<sub>2</sub>). Esse resultado confirma a presença majoritária do CaCO<sub>3</sub> na amostra analisada, já evidenciada em resultados obtidos nas outras técnicas empregadas.

Figura 6 – Difratograma do *Lithothamnium*.



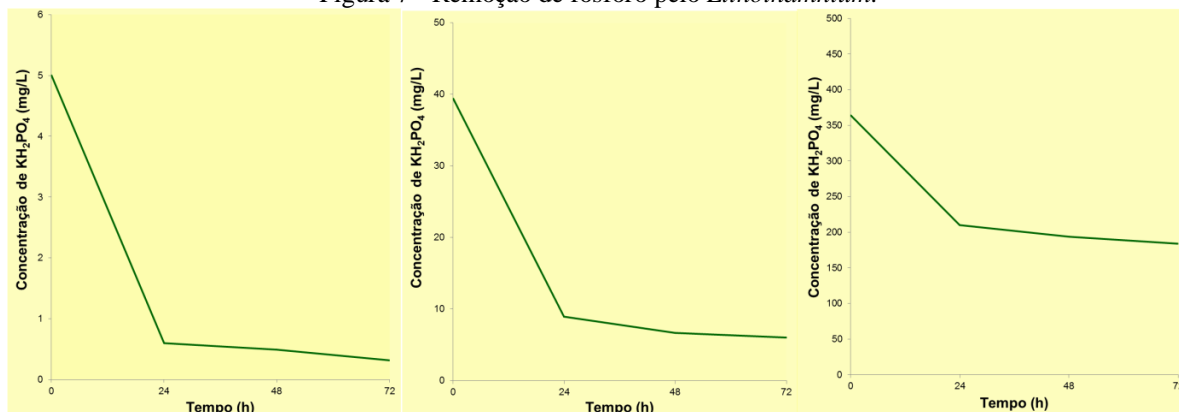
Fonte: CETEM, 2015.

No ensaio de *Jar Test*, o *Lithothamnium* apresentou elevada eficiência de remoção de fósforo (Figura 7) presente na solução testada, especialmente nas primeiras 24 horas de análise.

Ainda, existe relação entre a quantidade de fósforo removida e de sorvente empregada, que deve ser investigada.



Figura 7 - Remoção de fósforo pelo *Lithothamnium*.



Espera-se que seja possível compreender, por meio da metodologia estabelecida, as características que influenciam na capacidade de sorção de compostos orgânicos e inorgânicos, pelo *Lithothamnium*, encontrando respaldo para utilização do mesmo no tratamento de lixiviado de aterro sanitário.

#### 4 Conclusão

O *Lithothamnium* é um material com grande potencial para atuar como sorvente no tratamento de lixiviado de aterro sanitário em face dos resultados relevantes obtidos nas análises preliminares. Estudos complementares estão sendo realizados a fim de avaliar a remoção de outros compostos que se forem descartados no meio ambiente podem gerar elevado impacto ambiental.

#### Referências

APHA – American Public Health Association. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21. ed. Washington, DC: APHA, AWWA, WPCF. 2005, 1082 p.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Lei nº 12.305**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, de 03 de ago. 2010. 2 p. Disponível em : <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm)>. Acessado em 10 dez. 2015.

DEDAVID, Berenice Anina; GOMES, Carmem Isse; MACHADO, Giovanna. **Microscopia eletrônica de varredura**: aplicações e preparação de amostras: materiais poliméricos, metálicos e semicondutores. EdIPUCRS, 2007.

DIAS, G.T. M. **Granulados bioclásticos**: algas calcárias. Revista Brasileira de Geofísica, São Paulo, v.18, n.3, p. 307-318, mar. 2000.

GIORDANO, Gandhi; BARBOSA FILHO, Olavo; CARVALHO, Roberto Jose. DEDAVID, Berenice Anina; GOMES, Carmem Isse; MACHADO, Giovanna. **Microscopia eletrônica de varredura**: aplicações e preparação de amostras: materiais poliméricos, metálicos e semicondutores. EdIPUCRS, 2007. Rio de Janeiro: COAMB / FEN / UERJ / 2011. (Série Temática: Tecnologias Ambientais - Volume 4). 178 p.



LAGO, A. L.; ELIS, V. R.; GIACHETI, H. L. **Aplicação integrada de métodos geofísicos em uma área de disposição de resíduos sólidos urbanos em Bauru-SP.** Revista Brasileira de Geofísica, v. 24, n. 3, p. 357-374, 2006.

McBRIDE, M. B. **Environmental chemistry of soils.** New York: Oxford University Press, 1994. 406 p.

SKOOG, D.A.; HOLLER, T.; NIEMAN, A. **Princípios de análise instrumental.** Porto Alegre, Bookman, 2002. 628p.

WASTOWSKI, Arci Dirceu et al. **Caracterização dos níveis de elementos químicos em solo, submetido a diferentes sistemas de uso e manejo, utilizando espectrometria de fluorescência de raios-x por energia dispersiva (EDXRF).** Química Nova, v. 33, n. 7, p. 1449-1452, 2010.

ZANON, T. V. B. **Avaliação da contaminação de um solo laterítico por lixiviado de aterro sanitário através de ensaios de laboratório e análise de dados de campo / T.V.B. Zanon.** Dissertação de Mestrado. 101 p. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2014.