



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE SOLOS: CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE RESÍDUOS LÍQUIDOS

Mirian Dias dos Santos¹; Ticiane Sauer Pokrywiecki²; Ivane Benedetti Tonial^{2*}

RESUMO

O presente estudo teve por objetivo caracterizar os resíduos líquidos gerados no Laboratório de Análises de Solos de uma Instituição de Ensino. Vários são os resíduos gerados nesse tipo de laboratório e nesse estudo quatro tipos de resíduos foram coletados para caracterização. Foram determinados parâmetros como cor, turbidez, sólidos, condutividade, pH, fósforo, potássio e metais pesados (ferro, cobre, zinco, manganês). Os resultados obtidos através da média e desvio padrão foram comparados com os valores preconizados pela legislação vigente. Para todos os tipos de resíduos os valores de sólidos totais e concentração de fósforo excedem os valores máximos permitidos pela legislação para descarte. Dentre os resíduos coletados, dois encontram-se em desacordo com a legislação também nos valores de pH. Para os demais parâmetros, que possuem referência na legislação, os resíduos encontram-se de acordo com os máximos permitidos. Foram também verificadas altas concentrações em parâmetros como DQO, potássio e cálcio, indicando a necessidade de um pré-tratamento antes do descarte final.

Palavras chave: Resíduos líquidos, laboratórios, parâmetros físico-químicos, legislação.

LABORATORY OF SOIL ANALYSIS: CHEMICAL CHARACTERIZATION OF LIQUID RESIDUES

ABSTRACT

This study aim was to characterize the liquid residue of the one Soil Analysis Laboratory of one education institution. Are generated many kinds of liquid waste in this laboratory, and in this study were collected four to be characterized. The parameters analyzed were color, turbidity, solids, conductivity, pH, phosphorus, potassium and heavy metals (iron, copper, zinc, manganese). The results obtained by the mean and standard deviation, were compared with the values recommended by the current legislation. For all the liquids waste analyzed, values of total solids and the concentration of phosphorus exceeded the maximum permitted by legislation for discard. Among the collected waste, two of them are also in discordance with the law in its pH values. For all other parameters which are reported by the legislation, the residues are in concordance with the maximum rate allowed. It was also noticed high concentration in parameters such as COD, potassium and calcium, indicating the necessity of a pre-treatment before the final discard.

Keywords: Liquid waste, laboratory, physico-chemical parameters, legislation.

¹Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco.

²Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Francisco Beltrão . Email:ivane@utfpr.edu.br.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas a questão ambiental tem sido motivo de preocupação e discussão tanto por parte da população como de órgãos governamentais, instituições de ensino e pesquisa e das indústrias em geral. Entre os temas amplamente discutidos e estudados, as disposições dos resíduos sólidos e líquidos, a qualidade das águas e a preservação ambiental ganham destaque.

No Brasil, anualmente são produzidos em torno de 2,9 milhões de toneladas de resíduos industriais, dos quais, apenas 28% recebem um tratamento ou descarte adequado. Como consequência, temos o ambiente debilitado, poluído e com baixa capacidade de depuração (Végas, 2012).

Os setores considerados impactantes e prejudiciais ao meio ambiente são aqueles cujas atividades geram grandes quantidades de resíduo, e por isso ganham a atenção de órgãos fiscalizadores e da legislação. Os considerados pequenos geradores de resíduos, como laboratórios de ensino e pesquisa, não são ainda, considerados impactantes, e raramente são fiscalizados quanto ao descarte de seus resíduos químicos (Jardim, 1997).

Os resíduos gerados em laboratórios, na sua maioria, são resíduos de diversas espécies (tipos) e podem ser caracterizados como resíduos ativos: gerado continuamente, fruto das atividades rotineiras dentro da unidade geradora; ou resíduos passivos: são aqueles resíduos estocados, via de regra, não caracterizado, aguardando destino final (Silva et al., 2002; Pacheco e Hemais, 2003).

Os resíduos gerados nos laboratórios de solo são classificados, segundo a NBR 10004, como “resíduos especiais ou perigosos (classe I), que são aqueles que apresentam riscos à saúde pública e ao meio ambiente, exigindo tratamento e disposições especiais, pois apresentam características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade” (Jardim, 1997).

Os efeitos negativos que esses efluentes podem gerar no meio ambiente são os mais variados e dependendo da proporção, podem gerar danos irreversíveis ao meio ambiente. Os metais pesados geralmente presentes em resíduos laboratoriais apresentam efeitos cumulativos e podem ser encontrados em solos, plantas, corpos de água (subterrâneos ou superficiais) e animais, acarretando problemas ao longo da cadeia alimentar, onde o predador apresenta maior

concentração destes metais (Guedes, 2013).

Elementos como fósforo e nitrogênio também podem ser encontrados em efluentes de laboratórios, especialmente nos de solos. Quando lançados em corpos de água em altas concentrações podem promover o processo de eutrofização, modificando as características físicas, químicas e biológicas do corpo d'água, causando além do crescimento excessivo de vegetação aquática, maus odores, mortandade de peixes, mudança da cor, diminuição do oxigênio dissolvido, secreções tóxicas de certas algas, entre outras (Weibull, 2001).

Além dos nutrientes fósforo e nitrogênio, os resíduos líquidos de laboratório podem apresentar teores de metais pesados como cádmio, chumbo, cobre, cromo, manganês, mercúrio e zinco que por apresentarem efeitos tóxicos à saúde humana são os mais estudados (Segura-Muñoz et al., 2002).

Alguns resíduos laboratoriais possuem, também, em sua composição agentes redutores, como os sais ferrosos, que se lançados à água combinam-se rapidamente ao oxigênio dissolvido, provocando a diminuição do oxigênio, acarretando morte de peixes e outros seres

presentes neste ambiente (Ambientes Brasil, 2013).

Os ecossistemas têm capacidade de regeneração e recuperação contra eventuais impactos esporádicos, descontínuos ou localizados, muitos dos quais provocados pela própria natureza, mas os efeitos contínuos de poluição impede essa capacidade (Araújo, 2013)

O CONAMA (Conselho Nacional do Meio ambiente) estabelece normas e critérios para o licenciamento de atividades efetivas ou potencialmente poluidoras, determinando assim padrões de lançamentos e descartes de efluentes e resíduos, visando prevenir danos aos recursos naturais, ao meio ambiente e a vida (Santos, 2009).

Segundo a Resolução do CONAMA 357/2005, o efluente de qualquer fonte poluidora só poderá ser lançado, direta ou indiretamente, nos corpos de água após o tratamento adequado, e caso houver algum parâmetro não especificado para os efluentes, deve-se respeitar os limites determinados para a classe na qual o corpo receptor se inclui (Brasil, 2005).

Neste sentido o presente estudo objetivou caracterizar os resíduos gerados em um laboratório de análise de solos por meio de análises físico-química no intuito de conhecer seu potencial como poluente

ambiental em comparação com as normas estabelecidas pelo CONAMA.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Amostragem

As amostras coletadas compreendem quatro tipos de resíduos líquidos, provenientes das análises de solos, sendo: 1) Resíduos das análises de pH e pH-SMP; 2) Resíduos das análises de cálcio; 3) Resíduos das análises de cálcio e magnésio; 4) Resíduos das análises de alumínio. Foram coletadas no laboratório de Solos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Câmpus Pato Branco durante três semanas consecutivas, totalizando 12 amostras.

As análises dos resíduos líquidos foram realizadas no Laboratório de Solos e no Laboratório de Qualidade Agroindustrial (LAQUA), da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Câmpus Pato Branco e no Laboratório de Química da UTFPR – campus Francisco Beltrão.

Análises Físico-Químicas

Os parâmetros utilizados para caracterizar os resíduos selecionados para este trabalho são: turbidez; pH; sólidos

totais; condutividade; e a presença dos metais cálcio, magnésio, ferro, cobre, zinco, manganês, além dos nutrientes fósforo e potássio e a demanda química de oxigênio (DQO).

Turbidez: As análises de turbidez foram realizadas em um turbidímetro da marca Quimis, modelo QI 179P, calibrado com padrões de 985, 102, 9,8 e 0,02 NTU.

Sólidos Totais e DQO: A determinação dos sólidos totais e DQO nas amostras foram realizadas de acordo com a metodologia proposta no Standard Methods (Awwa, 2005).

pH: As análises de pH foram realizadas através de um pH-metro da marca Logen, modelo LS300-HH, devidamente calibrado com padrões 7,0 e 4,0.

Fósforo: A determinação de fósforo nas amostras foi realizada segundo Manual de análises químicas de solo e controle de qualidade (Pavan et al., 1992), por meio de espectrofotômetro UV/VIS com comprimento de onda 660nm.

Condutividade: A determinação da condutividade das amostras foi realizada diretamente por um condutivímetro da marca Digimed, modelo BM31, obtendo-se o valor em mS/cm.

Potássio: A determinação de potássio foi realizada com a utilização de

um espectrofotômetro de chama. O aparelho foi calibrado com padrões 0 e 40 ppm de potássio. Os valores são expressos em mg/L.

Determinação de cobre, ferro, zinco, manganês, cálcio e magnésio: Os metais foram determinados por espectrofotômetro de absorção atômica, da marca GBC, modelo Avanta. As concentrações, em mg/L, foram determinadas a partir de uma curva padrão para cada elemento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A qualidade dos resíduos líquidos pode ser concebida através de diversos parâmetros, que traduzem as principais características físicas, químicas e biológicas (Vieira et al., 2006) as quais variam de acordo com a origem de cada tipo de resíduo.

A escolha dos parâmetros a serem avaliados numa caracterização físico-química de resíduos líquidos depende da amostra a ser caracterizada e do destino que será dado a ela. A escolha dos parâmetros para este trabalho foi baseada na composição dos resíduos, já que são amostras provenientes de análises, com soluções e reagentes determinados. É

importante ressaltar que a maioria das metodologias para quantificar um determinado elemento no solo é baseada na extração desse elemento através de soluções extratoras, dessa maneira é possível prever alguns elementos, como metais, que estarão presentes no resíduo final.

Os resultados dos parâmetros físicos - químicos dos resíduos provenientes de análises de rotina em laboratório de solos foram tabelados (Tabela 1) e comparados com os parâmetros descritos na legislação.

Os valores máximos permitidos para cada parâmetro analisado no resíduo líquido proveniente da análise de solo estão dispostos na Resolução 357/2005 do CONAMA. Para a comparação dos parâmetros ausentes na legislação vigente utilizou-se os parâmetros relativos a classe do rio que recebe o devido efluente, como recomenda o próprio conselho, neste caso o Rio Ligeiro pertencente a classe 2.

Dentre as análises de rotina em um laboratório de análise de solos incluem-se: a análise de pH e pH-SMP, análise do índice de cálcio, análise do índice de cálcio mais magnésio e análise do índice de alumínio.

O resíduo proveniente da análise de pH e pH-SMP apresenta cor amarela e possui em sua composição os seguintes

reagente: cloreto de cálcio, solução SMP (cromato de potássio, acetato de cálcio, trietanolamina e p-nitrofenol) e solo.

A composição do resíduo proveniente da análise de cálcio é basicamente cloreto de cálcio, solução tampão de pH 12 (hidróxido de sódio, trietanolamina, cianeto de potássio), indicador calcon e EDTA. Sua coloração varia de roxo a rosa fraco.

O resíduo líquido proveniente da análise de cálcio mais magnésio possui

coloração azul e sua composição química é: cloreto de potássio, solução tampão de pH 10 (cloreto de amônia, hidróxido de amônia, sulfato de magnésio, EDTA, cianeto de potássio e trietanolamina), indicador negro de ericromo e EDTA. Já o resíduo proveniente da análise de alumínio possui em sua composição cloreto de potássio, indicador azul de bromotimol e hidróxido de sódio.

Tabela 1: Parâmetros físico-químicos dos resíduos líquidos provenientes das análises de rotina de laboratório de solos.

PARÂMETROS	pH/pH-SMP	Resíduos-Ca	Resíduos (Ca+Mg)	Resíduos (Al)	CONAMA*
pH	6,30±0,06	13,00±0,10	9,90±0,06	6,60±0,3	5 a 9
Turbidez (NTU)	18,50±1,75	0,02±0,01	0,02±0,01	0,02± 0,01	100
S.T. (mg.L ⁻¹)	14.517±2967	63.266±3083	44.566±403	35.589±954	500
Cond. mS/cm(25°C)	12,90±2,72	74,60±0,50	56,50±1,20	49,10±3,2	-
Cálcio (mg.L ⁻¹)	139,80±2,85	0,74±0,08	7,80±1,00	10,50±0,15	-
Magnésio (mg.L ⁻¹)	2,50±0,17	0,04±0,03	1,52±0,01	1,40±0,05	-
Fósforo (mg.L ⁻¹)	1,70±0,54	2,53±0,70	1,44±0,20	0,81±0,25	0,05
Potássio (ppm)	123±19	9.766±288	9.666±208	11.500±100	-
Ferro (mg.L ⁻¹)	0,15±0,05	0,84±0,05	0,62±0,14	0,46±0,02	15,0
Cobre (mg.L ⁻¹)	0,05±0,01	0,17±0,05	0,10±0,02	0,10±0,02	1,0
Zinco (mg.L ⁻¹)	0,07±0,01	0,14±0,02	0,15±0,01	0,13±0,01	5,0
Manganês (mg.L ⁻¹)	0,93±0,18	0,29±0,07	0,52±0,10	0,62±0,13	1,0
DQO (mg.L ⁻¹ O ₂)	5.678±1616	11.586±564	24.712±3959	3.583±1339	-

pH: Potencial hidrogeniônico; S.T.: Sólidos Totais; Cond.: Condutividade; DQO: Demanda Química se Oxigênio. * Resolução 357/2005 do CONAMA. Os resultados são médias de três replicatas com as respectivas estimativas do desvio padrão.

Os resultados obtidos das análises de pH e pH-SMP mostram que apenas os

valores de fósforo e de sólidos totais encontram-se acima dos valores permitidos

pela legislação para descarte que são de 0,05 mg/L e 500 mg/L respectivamente.

Para o fósforo encontrou-se uma concentração de 1,70 mg/L, que é 34 vezes maior que o valor permitido por legislação. Já os sólidos totais, com um valor de 14.517,70 mg/L corresponde a 29 vezes o valor de referencia da legislação. Os valores elevados de fósforo podem iniciar em um corpo receptor o processo de eutrofização e elevadas concentrações de sólidos podem contribuir para a retenção de bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, resultado em decomposição anaeróbica, oque, por sua vez, resulta em mau cheiro ao rio, devido a liberação de gases como o metano e sulfídrico (Perpetuo, 2012). Segundo a CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, o potássio em águas naturais é encontrado em concentrações menores que 10 mg/L. Neste resíduo a concentração de potássio é de 136 mg/L, oque revela um valor 13 vezes maior que os normalmente encontrados em águas naturais (CETESB, 2013).

De acordo com Fritzsos (2009), a condutividade pode variar entre 50 e 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ em águas superficiais, verificando-se valores mais elevados relacionados às águas subterrâneas. Neste resíduo observa-se uma condutividade de 12,90mS/cm, que

corresponde 12.900 $\mu\text{S}/\text{cm}$, estando bem acima do intervalo encontrado em águas superficiais.

Observou-se que os valores de DQO encontrados também são valores elevados. A Resolução do CONAMA 357/2005 não apresenta valores específicos para DQO (BRASIL, 2005), porém de acordo com a Resolução do CEMA 70/2009, que estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes líquidos industriais para o estado do Paraná, o limite de DQO para atividades em geral, não específicas na resolução, é de 200 mg/L (IAP, 2009). Valores mais rígidos estão dispostos no regulamento da Comissão Ambiental de Minas Gerais, os valores máximos permitidos de DQO para emissão de efluentes é de 90mg/L. Comparando a concentração de DQO do resíduo da análise de pH e pH-SMP com o valor estabelecido por essa comissão, o valor obtido é 63 vezes maior.

Quanto maior o valor de DQO de um resíduo maior o seu potencial poluidor, neste caso, maior é o seu potencial de consumo de oxigênio no ambiente aquático onde esta sendo inserido. Isso pode acarretar morte de peixes e outros animais aquáticos que vivem neste ambiente (Perpetuo, 2012).

Parâmetros como pH, ferro, cobre, zinco e manganês, encontram-se de acordo com os máximos previstos na CONAMA 357/05.

Os resultados obtidos para os resíduos líquidos gerados na análise de cálcio mostram que os valores de pH, sólidos totais e fósforo não estão de acordo com os limites exigidos pela legislação, que estima valores máximos 5 a 9, 500 mg/L e 0,05 mg/L para pH, sólidos totais e fósforo, respectivamente.

Para o fósforo o valor encontrado de 2,53 mg/L, é 50 vezes maior que o estabelecido na legislação. Já os valores de sólidos totais encontram-se em uma concentração 126 vezes maior que o estabelecido. Dessa forma o potencial poluidor desse resíduo é muito grande e, como descrito anteriormente, se descartado de maneira incorreta, poderá desencadear no corpo receptor processos como eutrofização e decomposição anaeróbica (Perpetuo, 2012).

Os valores de pH elevados são devido a uma solução tampão básica estar presente em sua composição. Segundo Fritzsons et al. (2009), o pH das águas naturais situa-se entre 6 a 8,5 e que altos valores de pH em um corpo de água pode ocasionar a dissociação dos ácidos carbônicos e bicarbonatos, desequilibrando

assim aquele ecossistema, até mesmo afetando peixes que são sensíveis a variações de pH.

Os resultados encontrados para a condutividade deste resíduo também excedem os valores encontrados nas águas superficiais, que segundo Fritzsons et al. (2009), são de 50 a 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Os valores de potássio e DQO apresentam-se, da mesma forma que o resíduos de pH e pH-SMP, bastante elevados e que uma vez lançados aos recursos naturais sem redução prévia de sua concentração poderá estar contribuindo para contaminação destes recursos reduzindo oxigênio dissolvido no mesmo (Perpetuo, 2012).

Os demais parâmetros como turbidez, ferro, cobre, zinco e manganês encontram-se de acordo com a CONAMA 357/05.

Semelhante ao resíduo da análise de cálcio, o resíduo decorrente da análise de cálcio mais magnésio também apresentou valores de sólidos totais, fósforo e pH em desacordo com a legislação.

Os valores de fósforo estão aproximadamente 28 vezes maiores que o valor permitido pela legislação e os sólidos totais são 89 vezes maior que os máximos permitidos.

Valores de potássio e condutividade também estão acima dos valores encontrados em águas superficiais, como já descrito nas discussões do resíduo da análise de cálcio.

Parâmetros como turbidez, cobre, ferro, zinco e manganês estão de acordo com os máximos previstos na legislação.

O resíduo proveniente da análise de alumínio possui em sua composição cloreto de potássio, indicador azul de bromotimol e hidróxido de sódio. Os resultados das análises provenientes dos resíduos relativos às análises de alumínio (Tabela 1) mostram que encontra-se em desacordo com a legislação os parâmetros sólidos totais e fósforo.

Para fósforo encontramos um valor de 0,81 mg/L, que é 16 vezes maior que o determinado na legislação, 0,05 mg/L. Já para sólidos totais o valor encontrado foi de 35.589,20 mg/L, que representa 71 vezes o valor de 500 mg/L proposto na CONAMA 357/05.

Como visto anteriormente, altas concentrações de fósforo podem trazer ao corpo receptor problemas de eutrofização e retenção de bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios (Perpetuo, 2012).

Concentrações de potássio e DQO também se encontram com valores muito elevados, 11.500,00 mg/L e 3.583,70 mg/L

respectivamente. Se em águas naturais o potássio é encontrado com uma concentração menor que 10 mg/L, a concentração encontrada neste resíduo é 1.150 vezes maior (CETESB, 2012).

De acordo com Fritzsons et al. (2009), a condutividade pode variar entre 50 e 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ em águas superficiais. Dessa forma este resíduo possui uma condutividade que supera esse intervalo, chegando a apresentar condutividade de 49,10 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Parâmetros como pH, turbidez, cobre, ferro, zinco e manganês estão de acordo com os máximos previstos na legislação.

4. CONCLUSÕES

O correto tratamento e destinação de resíduos gerados em um laboratório é de suma importância e para que isso ocorra, a caracterização destes resíduos é um processo indispensável.

A caracterização de quatro tipos de resíduos gerados no laboratório de solos da UTFPR/PB mostrou que todos os resíduos apresentam valores de sólidos totais e concentração de fósforo em desacordo com a legislação vigente. Devido a presença de soluções tampão básicas, dois dos resíduos analisados apresentaram, também, valores

de pH acima dos máximos permitidos. Na Legislação nacional não foram encontrados valores de referência para alguns parâmetros como DQO, potássio e condutividade. Tais parâmetros se encontram em elevadas concentrações nos resíduos analisados.

Dessa forma, conclui-se, que todos os quatro tipos de resíduos analisados precisam receber tratamento adequado antes de ser descartados para evitar desta forma a degradação dos recursos naturais. Resíduos gerados em laboratórios de solos são em geral muito perigosos e contaminantes e se descartados de maneira incorreta, sem tratamento prévio, podem acarretar sérios danos ao meio ambiente.

5. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. M. de. Impactos Ambientais. Disponível em: <<http://www.juliobattisti.com.br/tutoriais/arlindojunior/geografia036.asp>>. Acesso em: 11 maio 2013.

AMBIENTES BRASIL. Poluição química. Disponível em: http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/impactos_sobre_as_aguas/poluicao_quimica.html. Acesso em: 04 fev. 2013.

American Public Health Association. **Standard Methods for the examination of water and wastewater**. 21 ed. Washington. 2005.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente – CONAMA Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Variáveis de qualidade das águas.

Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas-interiores/variaveis/aguas/variaveis_quimicas/potassio.pdf.

Acesso em: 07 jan. 2013.

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L.E.; CHAVES NETO, A.; HINDI, E.C. A influência das atividades mineradoras na alteração do pH e da alcalinidade em águas fluviais: o exemplo do rio Capivari, região do carste paranaense. **Engenharia sanitária e ambiental**, v.14, n. 16, 2009.

GUEDES, I. M. R. **Metais Pesados em Solos: Ocorrência**. Disponível em: <<http://scienceblogs.com.br/geofagos/2008/07/metais-pesados-em-solos-ocorrencia.php>>. Acesso em: 04 fev. 2013.

IAP – Instituto Ambiental do Paraná – Resolução CEMA 70/2009. Condições e padrões de lançamento de efluentes líquidos industriais.

JARDIM, W. F. Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa. **Química Nova**, Campinas, v. 21, n. 5, 1997.

PAVAN, M. A.; BLOCH, M. F.; ZEMPULSKI, H. C.; MIYAZAWA, M.; ZOCOLER, D. C. **MANUAL de análise química de solo e controle de qualidade**. Londrina: IAPAR. 1992.

PACHECO, E.; HEMAIS, C. Tratamento de resíduos gerados em laboratórios de polímeros: um caso bem sucedido de parceria universidade-empresa. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v.13, n.1, p.14-21, 2003.

PERPETUO, E. A. **Parâmetros de caracterização da qualidade das águas e efluentes industriais. Laboratório de Microbiologia – CEPEMA – USP.**

Disponível em:
<http://www.cepema.usp.br/wp-content/uploads/2011/06/8-Par%C3%A2metros-de-caracteriza%C3%A7%C3%A3o-da-qualidade-das-aguas-e-efluentes-industriais.pdf>.

Acesso em: 02 jul. 2012.

SANTOS, M. D. Tratamento e incorporação em argamassa de resíduos oriundos do laboratório de química. **Trabalho de conclusão de curso - Curso superior de Tecnologia em Controle de Processos Químicos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2009. 40p.**

SEGURA-MUÑOZ, S. I.; BELTRAMINI TREVILATO, T. M.; TAKAYANAGUI, A. M. M.; SYLVIA E.; PALMIRA CUPO, H. Metales pesados em água de bebedores de presión. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 53, n.1, p. 59-64, 2003.

SILVA, A. F.; SOARES, T.R.S.; AFONSO, J. C. Gerenciamento de resíduos laboratoriais: recuperação de elementos e preparo para descarte final. **Química Nova**. V. 26, n. 4, p. 602-611, 2010.

VÉGAS, C. Indústrias brasileiras só tratam 28% dos resíduos. Disponível em:

<<http://www.parana-online.com.br/editoria/cidades/news/29532/>>.

Acesso em: 26 jun. 2012.

VIEIRA, J.G.; GOMES, C. B.; SANTOS, S. P.; CALDAS, S. S.; PIEDRAS, S. R. N.; ISOLDI, L. A. **Determinação de parâmetros físico-químicos para o efluente de uma indústria de óleo vegetal.** In. Congresso de iniciação científica. Universidade Católica de Pelotas, Pelotas – RS. 2006.

WEIBULL, W.W. Poluição na baía de Sepetiba. UERJ, 2001.

Disponível em:
<<http://www.oocities.org/wwwweibull/Param.htm>>.

Acesso em: 04 fev. 2013.