# IV-153 – CARACTERIZAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA EM ATERRO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE SEBERI-RS

**Pedro Daniel da Cunha Kemerich**[(1)]
Professor do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Engenheiro Ambiental pelo Centro Universitário Franciscano - UNIFRA. Possui mestrado pela Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho pelo Centro Universitário Franciscano - UNIFRA e é Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina.
**Guilherme Barros** [(2)]
Graduando em Engenharia Ambiental na Universidade Federal de Santa Maria.
**Carlos Eduardo Balestrin Flores** [(3)]
Graduando em Engenharia Ambiental na Universidade Federal de Santa Maria.
**Willian Borba**[(4)]
Graduando em Engenharia Ambiental na Universidade Federal de Santa Maria.
**Ademir Eloi Gerhardt** [(5)]
Graduando em Engenharia Ambiental na Universidade Federal de Santa Maria.

**Endereço**[(1)]**:** Linha Sete de Setembro s/n - BR386 km 40 CEP 98400-000 - Frederico Westphalen - RS Fone (55) 91173555 - e-mail: eng.kemerich@yahoo.com.br; guilhermebarrosp@yahoo.com.br; carlos.ebf@hotmail.com; borba_willian@hotmail.com; adegerhardt@bol.com.br.

## RESUMO

O aterro sanitário é a maneira mais adequada de disposição final do lixo, sendo feita a separação dos resíduos orgânicos dos demais, que inicialmente não são separados na coleta. A disposição inadequada dos resíduos sólidos pode ocasionar a contaminação do solo, do ar e das águas. As análises foram feitas usando metodologia SMEWW (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater). Os dados foram trabalhados e apresentados com auxílio dos softwares Excel e Surfer 9 que da melhor forma representou-se os pontos analisados e seus determinados parâmetros. Os poços foram numerados (P1, P2, P3, P4, P5 e P6), para assim serem identificados nos cartogramas. Já o restando dos dados de qualidade foram apresentados em tabelas para fim de discussão comparativa dos parâmetros. A maioria dos poços está localizada a nordeste da área, sendo os mesmos de menores cotas topográficas. Sendo assim os poços P3, P4 e P5 estão localizados entre as altitudes 521 e 530 m aproximadamente. O outro poço com dados (P1) esta a noroeste da área em uma elevação de 538 m. Os poços P2 e P6, em altitudes mais elevadas, não possuem água em alguns períodos de análise. As concentrações de DBO de 2007 a 2012 variaram de 0,2 a 76,0 mg/L $O_2$, mantendo uma média de 13,3 ± 20,3 mg/L $O_2$. As concentrações de DQO de 2007 a 2012 variaram de 458,0 a 0,8 mg/L $O_2$, mantendo uma média de 48,4 ± 90,0 mg/L $O_2$. Para o parâmetro fósforo total temos variaram de 0,01 a 1,74 mg/L, mantendo uma média de 0,55 ± 0,53 mg/L. As concentrações de Nitrogênio total de 2007 a 2012 variaram de 0,13 a 4,17 mg/L, mantendo uma média de 1,04 ± 1,02 mg/L. O pH dos piezômetros variam de 4,86 a 8,51 com média de 6,49 ± 0,98 tendo grande variações ao longo do tempo e diferentes piezômetros. Com a elaboração do cartograma da topografia da área foi possível observar a declividade do local e a sua influência no comportamento dos resíduos na área. Com a coleta dos dados de um longo período também possibilita a comparação dos mesmos verificar a influência dos resíduos em cada piezômetro do aterro sanitário, verificando o aumento de algumas concentrações ao longo do tempo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos sólidos, Contaminação do Solo, Aterro sanitário, Chorume, DBO.

## INTRODUÇÃO

O aterro sanitário é a maneira mais adequada de disposição final do lixo, sendo feita a separação dos resíduos orgânicos dos demais, que inicialmente não são separados na coleta. Este tipo de aterro é preparado com nivelamento do terreno e com impermeabilização do solo, o último tem a finalidade de evitar que o chorume contamine o lençol freático. O aterro sanitário também possui o recobrimento do lixo diariamente, ou de acordo com as necessidades e disponibilidade de equipamentos (ABNT, 1992).

Resíduos sólidos, de acordo com ABNT 10004, são resíduos nos estados sólido e semissólidos, resultantes de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição.

De uma forma geral, as áreas receptoras desses resíduos não são o ponto final para muitas das substâncias existentes nos materiais depositados e para as que ainda irão se formar por meio das reações químicas e biológicas. Prova disso, é que áreas muitas vezes distantes dos aterros sanitários, aterros controlados ou lixões são negativamente impactados, tendo seus usos comprometidos (SANTOS & MEDEIROS, 2011).

A disposição inadequada dos resíduos sólidos pode promover a contaminação do solo, do ar e das águas superficiais e subterrâneas, além da proliferação de vetores de doenças (OLIVEIRA, 1999).

O lixiviado é formado pela solubilização de componentes do lixo na água, principalmente da chuva. Essa água fica em contato com o lixo durante certo período e, por ação natural da gravidade, percola através da porosidade existente até encontrar uma camada impermeável do solo, formada por rochas, ou mesmo superfícies previamente preparadas para receber o lixo, onde acumula e escoa (TARTARI, 2003).Esse líquido pode conter altas concentrações de metais pesados, sólidos suspensos e compostos orgânicos originados da degradação de substâncias que são metabolizadas, como carboidratos, proteínas e gorduras. Por apresentar substâncias altamente solúveis, pode escorrer e alcançar as coleções hídricas superficiais ou até mesmo infiltrar- se no solo e atingir as águas subterrâneas, comprometendo sua qualidade e potenciais usos (SISINO & MOREIRA, 1996).

O presente trabalho tem como objetivo principal avaliar qualidade da água dos poços de monitoramento ao longo do tempo no aterro sanitário do CIGRES (Consórcio Intermunicipal de Gerenciamento de resíduos Sólidos), localizado em no município de Seberi, no noroeste do estado do Rio Grande do Sul.

## METODOLOGIA

O aterro sanitário CIGRES está localizado no município de Seberi, que está situado no noroeste do estado do Rio Grande do Sul – BR, na latitude 27º 28' 4" S e longitude 53º 24' 09" O, abrangendo uma área de 301 $km^2$ e com população de 11098 habitantes, sendo o mesmo pertencente à bacia hidrográfica do Rio Uruguai com clima subtropical úmido (IBGE, 2009).

As análises foram realizadas utilizando-se as metodologias descritas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SMEWW, 1998). Os poços foram nomeados (P1, P2, P3, P4, P5 e P6), para assim serem identificados nos cartogramas elaborados utilizando-se o programa computacional Surfer 9.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### ALTITUDES DOS PONTOS DE MONITORAMENTO

Na figura 1 esta representada a altitude em que se encontram os poços (piezômetros) de monitoramento na área do aterro. A maioria dos poços está localizada a nordeste da área, sendo os mesmos de menor cota topográfica. Observa-se que a disposição dos poços foi influenciada pela declividade do terreno, sendo que a água tende a escoar para parte inferior do aterro, onde localizam-se os piezômetros 3, 4 e 5.

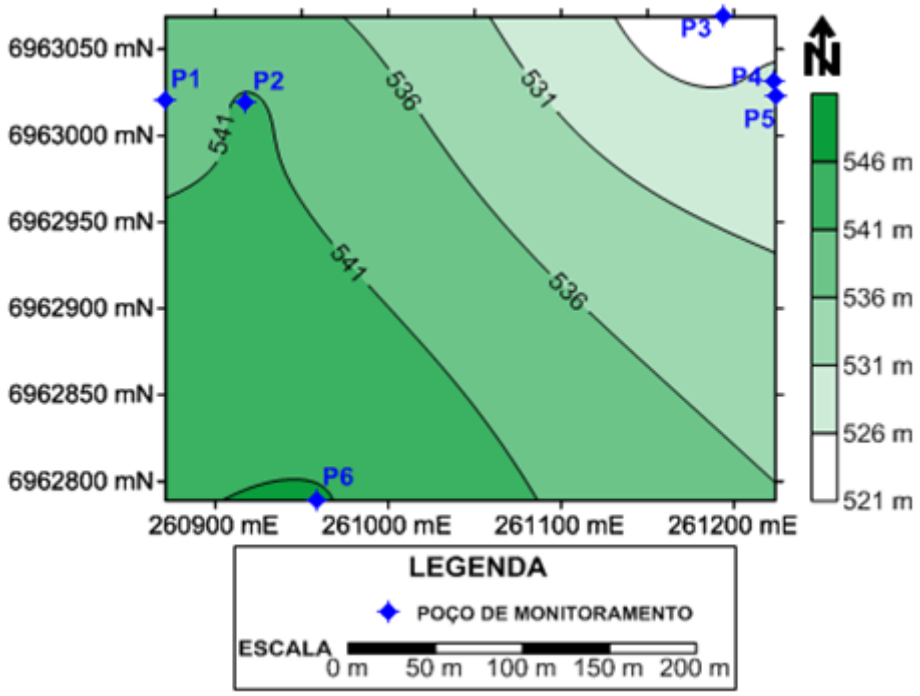


**Figura 1: Altitude dos poços de monitoramento.**

Sendo assim os poços P3, P4 e P5 estão localizados entre as altitudes 521 e 530 m aproximadamente. O outro poço com dados (P1) esta a noroeste da área em uma elevação de 538 m. Os poços P2 e P6, em altitudes mais elevadas, não possuem água em alguns períodos de análise.

## DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO mg/L $O_2$)

O quadro 1 ilustra a concentração de DBO na área de estudo, no período de 30/10/2007 a 27/03/2012**.**

**Quadro 1: Dados de DBO(mg/L $O_2$) dos poços de monitoramento**

| DATA | Piezômetro 1 | Piezômetro 2 | Piezômetro 3 | Piezômetro 4 | Piezômetro 5 | Piezômetro 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 30/10/07 | 12,9 | 4,6 | 0,5 | 0,6 | 3,8 | 0,2 |
| 22/04/08 | 5,4 | 7,3 | 9,1 | 8,6 | 10,5 | 8,0 |
| 22/10/09 | ** | 1.0 | < L.D. | < L.D. | < L.D. | ** |
| 21/05/10 | 6.0 | < L.D. | < L.D. | < L.D. | 1.0 | < L.D. |
| 30/09/10 | < L.D.* | ** | < L.D. | < L.D. | ** | < L.D. |
| 23/03/11 | 13,0 | ** | ** | ** | ** | < L.D. |
| 19/07/11 | < L.D. | ** | 47,0 | 6,0 | 6,0 | ** |
| 02/08/11 | ** | ** | ** | ** | ** | 60,0 |
| 10/11/11 | 5,0 | ** | 76,0 | ** | ** | < L.D. |
| 27/03/12 | ** | ** | ** | ** | ** | < L.D. |

*Menor que limite de detecção (<L.D.); **Não apresentaram amostra suficiente para análise.

As concentrações de DBO (quadro 1) de 2007 a 2012 variaram de 0,2 a 76,0 mg/L $O_2$, mantendo uma média de 13,3 ± 20,3 mg/L $O_2$ (figura 2). A maior concentração foi encontrada no dia 10 de novembro de 2011 que apresentou 76,0 mg/L

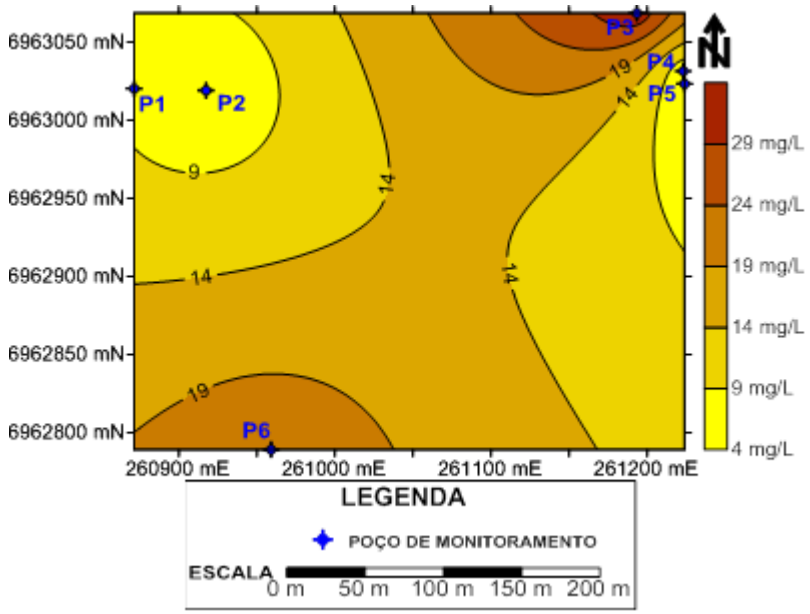


**Figura 2: Cartograma da Demanda Bioquímica de oxigênio da área**

$O_2$ no piezômetro 3, e a menor concentração foi do piezômetro 6 no dia 30 de outubro de 2007 (0,2 mg/L $O_2$), desconsiderando-se os poços que se apresentaram valores < L.D.

De acordo com Feitosa e Filho (2000) valores superiores a 1,00 mg/L de $DBO_5$ indicam contaminação da água subterrânea, o mesmo encontrou valores médios de $DBO_5$ iguais a 22,00 mg/L em poço de monitoramento.

A concentração média de DBO foi de 8,46 ± 4,11 mg/L no ponto 1, no ponto 4 de 5,07 ± 4,08 mg/L, no ponto 5 de 5,33 ± 4,01 mg/L e no ponto 6 de 22,73 ± 32,51 mg/L que se aproximou do valor máximo encontrado no ponto 3.

## DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO (DQO, mg/L $O_2$)

Assim como nos valores para DBO, os valores para DQO acompanham a declividade do terreno aumentando com menores cotas, sendo maiores níveis a nordeste, no ponto 3 (121,24 mg/L).

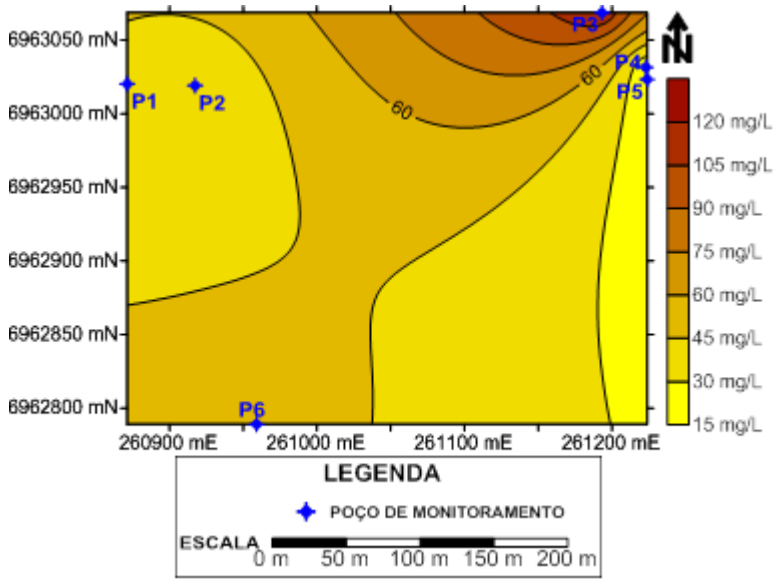


**Figura 3: Cartograma da Demanda Química de oxigênio na área.**

De acordo com Feitosa e Filho (2000), valores superiores a 10 mg/L de DQO, indicam contaminação da água subterrânea, os valores médios de DQO encontrados pelo autor foram de 46 mg/L.

À medida que a idade do aterro aumenta e os resíduos são degradados, as concentrações de $DBO_5$ e DQO decrescem. Entretanto, a $DBO_5$ decresce mais rápido enquanto que a DQO ainda permanece no chorume devido à matéria orgânica dificilmente degradável. Através da relação $DBO_5$/DQO, pode-se determinar o estágio de decomposição em que o aterro se encontra, geralmente as águas subterrâneas possuem valores de DQO entre 1 e 5 mg/L (Frenze, 1986).

As concentrações de DQO de 2007 a 2012 variaram de 458,0 a 0,8 mg/L $O_2$ (quadro 2), mantendo uma média de 48,4 ± 90,0 mg/L $O_2$. A maior concentração foi encontrada no dia 10 de novembro de 2011 (458 mg/L $O_2$) no piezômetro 3 e a menor concentração foi no piezômetro 6 no dia 30 de outubro de 2007 (0,8 mg/L $O_2$), desconsiderando os pontos que apresentaram valores < L.D.

**Quadro 2: Dados de DQO(mg/L $O_2$) dos poços de monitoramento**.

| DATA | Piezômetro 1 | Piezômetro 2 | Piezômetro 3 | Piezômetro 4 | Piezômetro 5 | Piezômetro 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 30/10/07 | 41,4 | 12,8 | 1,1 | 1,8 | 8,1 | 0,8 |
| 22/04/08 | 15,1 | 19,3 | 30,0 | 20,6 | 34,0 | 25,0 |
| 22/10/09 | ** | 87,6 | < L.D. | < L.D. | 13,2 | ** |
| 21/05/10 | 31,3 | 8,8 | < L.D. | < L.D. | 17,2 | < L.D. |
| 30/09/10 | 28,7 | ** | 49,1 | 11.4 | ** | < L.D. |
| 23/03/11 | 101,0 | ** | ** | ** | ** | < L.D. |
| 19/07/11 | < L.D. | ** | 68,0 | 27,0 | 26,0 | ** |
| 02/08/11 | ** | ** | ** | ** | ** | 223,0 |
| 10/11/11 | 30,0 | ** | 458,0 | ** | ** | 3,0 |
| 27/03/12 | ** | ** | ** | ** | ** | 11,0 |

## CONCENTRAÇÕES DE FÓSFORO TOTAL

O fósforo é um dos macronutrientes fundamentais aos processos energéticos dos seres vivos e nutriente limitante no metabolismo dos organismos responsáveis pelo tratamento de lixiviado. A presença desse elemento em lixiviados pode estar associada à presença de resíduos ricos em proteínas, detergentes e desinfetantes (Bassani, 2010).

Os valores de fósforo total presentes nas amostras estão apresentados na figura 4.

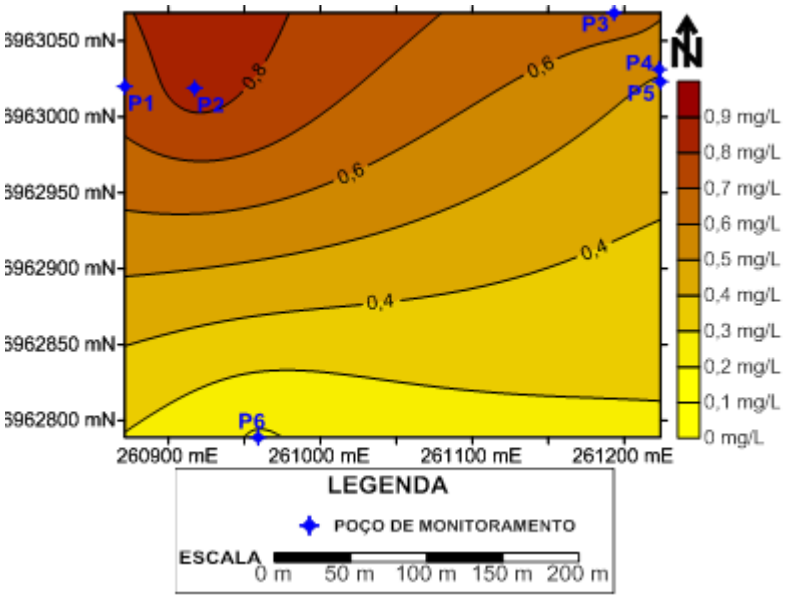


**Figura 4: Cartograma da concentração de fósforo total na área de estudo**

Para o parâmetro fósforo total os valores variaram de 0,01 a 1,74 mg/L, mantendo uma média de 0,55 ± 0,53 mg/L. A maior concentração foi encontrada no dia 22 de abril de 2008 ( 1,74 mg/L) na água do piezômetro 2 e a menor concentração foi encontrada na água do piezômetro 6 no dia 21 de maio de 2010 (0,01 mg/L), desconsiderando os pontos que apresentaram valores abaixo do L.D.

Conforme a resolução 357/05 do CONAMA, o nível crítico as águas superficiais é de 0,025 mg/L de fósforo total. Sendo assim, um parâmetro importante para avaliar a qualidade da água, enquanto que a resolução CONAMA 396/2008 que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências, não retrata valores para fósforo total.

## CONCENTRAÇÕES DE NITROGÊNIO TOTAL

As concentrações de Nitrogênio total de 2007 a 2012 variaram de 0,13 a 4,17 mg/L (figura 5), mantendo uma média de 1,04 ± 1,02 mg/L. A maior concentração foi encontrada no dia 23 de março de 2011 (4,17 mg/L) no piezômetro 1 e menor concentração foi no piezômetro 3 no dia 22 de outubro de 2009 (0,13 mg/L), desconsiderando os pontos que apresentaram valores < L.D.

Segundo o padrão de portabilidade da Organização Mundial da Saúde (OMS), uma água não deve ter amais do que 10 mg/Lde $NO_3^-$.

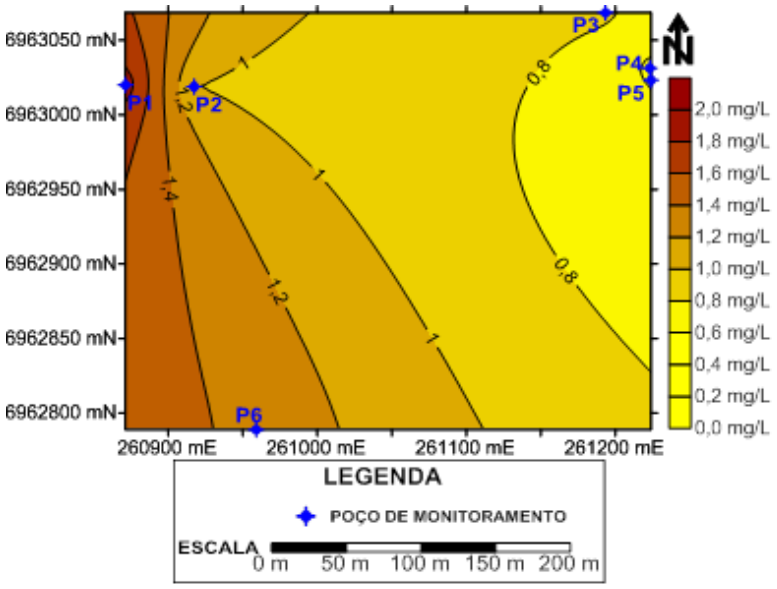


**Figura 5: Cartograma da concentração de nitrogênio total na área de estudo**

Pela ausência de valor de referência na Portaria do Ministério da Saúde nº 2914/2011, optou-se em comparar os dados obtidos com aqueles apresentados pela OMS, sendo que a maior concentração foi observada no ponto 1 com média de 1,9 mg/L já a menor no ponto 4, com média de 0,57 mg/L pode-se perceber que nenhum poço observado apresentou amostras de água com concentração de nitrogênio total acima do VMP.

## POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH)

O potencial hidrogeniônico é a medida da concentração de íons $H^+$ na água. O balanço dos íons hidrogênio e hidróxido ($OH^-$) determina quão ácida ou básica ela é. Na água quimicamente pura os íons $H^+$ estão em equilíbrio com os íons $OH^-$ e seu pH é neutro, ou seja, igual a 7.

A figura 6 ilustra a variação da concentração do pH na água dos piezômetros da área de estudo durante o período de 30/10/2007 a 27/03/2012**.**

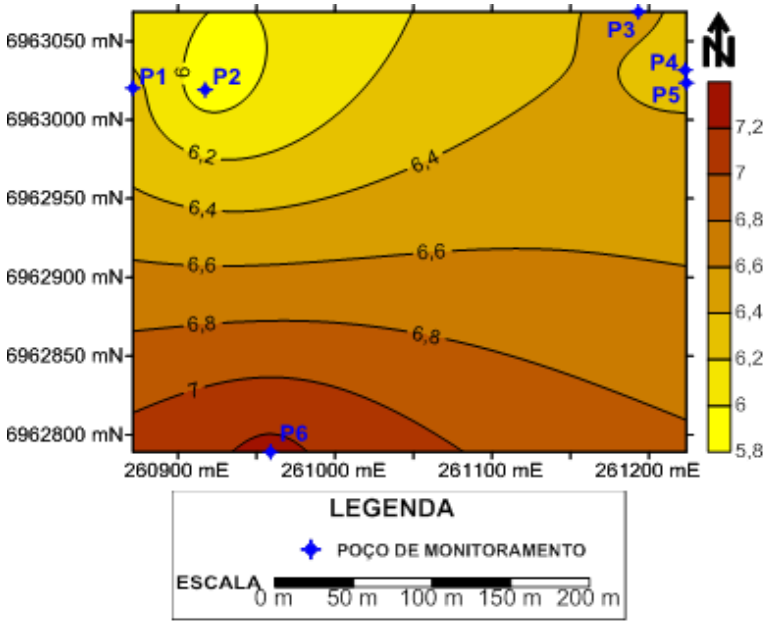


**Figura 6: Cartograma do potencial hidrogeniônico (pH) da água dos piezômetros na área de estudo**

O pH da água dos piezômetros variaram de 4,86 a 8,51 com média de 6,49 ± 0,98 tendo grande variações ao longo do tempo e diferentes piezômetros. O maior valor foi observado no dia 19 de julho de 2011 no piezômetro 3, e o menor valor foi identificado no piezômetro 1 no dia 30 de setembro de 2010.

Os valores de referência de qualidade da água indicam a concentração máxima desejável de um componente, de modo a não acarretar riscos à saúde do consumidor, sendo pH estabelecido entre 6 a 9.5. No Brasil, esses valores são regidos pela Portaria número 2914/2011, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011).

## CONCLUSÃO

Com a elaboração do cartograma representando a topografia da área, foi possível observar a declividade do local e a sua influência no comportamento dos parâmetros analisados. Houve também a alteração no comportamento de parâmetros ao longo do tempo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS


1. ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos – procedimento,** NRB 8419, Brasil, 1992.
2. ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004: Resíduos sólidos**: classificação. Rio de Janeiro, 2004. 77 p.
3. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria número 2914, de 12 de Dezembro de 2012 . Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 26 de mar.
4. BRASIL. CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente (2008) - Resolução n.º396 de 03 de abril de 2008. In: < http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562>. (Acesso em 15 agos. 2012).
5. BASSANI, F. Monitoramento do Lixiviado do Aterro Controlado de Maringá, Paraná, e Tratabilidade com Coagulantes Naturais, Radiação Ultravioleta e Ozônio, Ano de Obtenção: Mestra em Engenharia Urbana. P. 127. 2010.
6. FEITOSA, A. C. F.; MANUEL FILHO, J. (1997) - **Hidrogeologia - Conceitos e Aplicações**. Fortaleza: Editora Gráfica LCR.
7. OLIVEIRA, S. **Caracterização física dos resíduos sólidos domésticos (RSD) da cidade de Botucatu/SP**. Revista de Engenharia Sanitária Ambiental. Rio de Janeiro, v.4, n.3, p.113-119, 1999.
8. SANTOS, G. O. ; MEDEIROS, P. A. **Estudo preliminar da qualidade das águas subterrâneas na área de influência do aterro sanitário de Caucaia**. Conexões: Ciência e Tecnologia, v. 5, p. 61-70, 2011.
9. SISINNO, C. L. S.; MOREIRA, J. **Avaliação da Contaminação e Poluição Ambiental em Área do Aterro Controlado do Morro do Céu Niterói - RJ**. Cadernos de Saude Publica, v. 12, p. 37-45, 1996.
10. SMEWW - Standard Methods For Examination Of Water And Wastewater. Américan Public Health Association – APHA. 20ª Edition. Washigton, 1998.
11. TARTARI, L. C. Avaliação do Processo de Tratamento do Chorume de Aterro Sanitário de Novo Hamburgo. **Revista Liberato (Novo Hamburgo)**, Novo Hamburgo RS, v. 6, n. 6, p. 66-74, 2005.