

XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

AVALIAÇÃO PRELIMINAR DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E SUPERFICIAIS NA ÁREA DE ENTORNO DO ANTIGO LIXÃO NO MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA-PR

Marcos Vinicius Costa Rodrigues¹; Eduardo Henrique Giraldi²; Maurício Moreira dos Santos³;
Ricardo Nagamine Costanzi⁴; André Celligoi⁵

Resumo – A área de estudo é o antigo lixão de Rolândia localizado na área urbana deste município, que teve sua desativação efetivada em abril de 2002, antes disto, era o destino final da coleta pública de resíduos sólidos urbanos do município. A massa de lixo era exposta as variações sazonais do clima, visto que os resíduos eram depositados diretamente ao solo, sem qualquer tipo de proteção ambiental. A superfície freática do aquífero local, através de estudos, acompanha de forma geral a superfície do terreno. Através desta conformação, a área de recarga se encontra nas porções mais elevadas do terreno e, a área de descarga, nas partes mais rebaixadas. A análise hidroquímica dos elementos evidenciou anomalias presentes nos poços de monitoramento e em outros pontos de coleta, assim a pluma de contaminantes liberada pela decomposição dos resíduos sólidos aterrados, afeta a qualidade das águas subterrâneas a jusante do antigo lixão de Rolândia, bem como as águas superficiais.

Abstract – The area of study is the oldest former dump from Rolândia located on the urban area of the city. The dump was deactivated on April 2002, before this, it was the final destination of the public collection of municipal waste. The mass of the garbage have exposed to seasonal climate variations since the residues have deposited directly to the ground, without environmental protection.. The local water table, through the studies, bring in general form, the land surface. Through this conformation, the recharge area is in the higher parts of the terrain and, the discharge area, is in the lower parts. The hydrochemical analysis from the elements showed anomalies present in monitoring wells and another collection points. Thus, the contaminant plume released by

¹ Graduando de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Londrina, Avenidas do Pioneiros, 3131 CEP 86036-370 – Londrina – PR – Brasil, mvcr15@yahoo.com.br

² Graduando de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Londrina, Avenidas do Pioneiros, ³131 CEP 86036-370 – Londrina – PR – Brasil, sitio.du@hotmail.com

³ Professor Dr., Adjunto da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Londrina, Avenida dos Pioneiros, 3131 CEP 86036-370 – Londrina – PR – Brasil, mmsantos@utfpr.edu.br

⁴ Professor Dr., Adjunto da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Londrina, Avenida dos Pioneiros, 3131 CEP 86036-370 – Londrina – PR – Brasil, ricardoconstanzi@utfpr.edu.br.

⁵ Professor Dr. Departamento de Geociência, Universidade Estadual de Londrina, Rodovia Celso Garcia Cid Pr 445 Km 380 Campus Universitário Cx. Postal 10.011, CEP 86.057-970, Londrina – PR, celligoi@uel.br.

the decomposition of solid waste grounded, affects the quality of the groundwater downstream of the former landfill Rolândia and the water surface.

Palavras-Chave – Águas subterrâneas, lixão, qualidade da água.

1. INTRODUÇÃO

Devido a sua exposição, a água superficial, muitas vezes, possui maior suscetibilidade de contaminação do que as águas subterrâneas, pois, essa última, encontra-se protegida naturalmente por camadas de solos e coberturas rochosas, o que lhes confere menor vulnerabilidade à contaminação.. Talvez esse seja o motivo principal responsável pela crescente demanda mundial por reservas de águas subterrâneas para fins de abastecimento humano.

Todavia, com o aumento da população humana, industrialização acelerada, modificação no uso de solo colocam em risco a qualidade natural dos reservatórios subterrâneos de água . A água subterrânea poluída só pode ser remediada por intermédio de processos complexos, os quais são caros e o tempo de recuperação é demorado. No pior dos casos, o abandono completo de sua utilização durante um longo intervalo de tempo é a melhor solução. (SILVA, 2011).

Para que haja a recuperação e eliminação de materiais descartados, se faz necessária a existência de um sistema de gerenciamento dos mesmos. A recuperação dessas matérias tem por consequência a criação de outros problemas, principalmente de natureza econômica. Dessa forma , os tradicionais meios de eliminação continuam sendo utilizados, e para simples solução apresenta: simples disposição a céu aberto ou em águas correntes (SANTOS et al, 2013).

Os lixões a céu aberto tem em sua disposição final, o total descontrole dos tipos de resíduos descartados no local. Estes, assim dispostos de maneira inadequada, podem provocar problemas à saúde pública, em particular, a poluição do solo e das águas subterrâneas, pela infiltração do chorume (líquido preto, mal cheiroso, altamente poluidor, produzido pela decomposição da matéria orgânica presente no lixo) (MELLO, 2004).

Em períodos de precipitações médias elevadas, o chorume tem a sua infiltração favorecida através da zona não saturada, podem ainda, alguns compostos químicos atingirem a zona saturada e, assim, poluir o aquífero a jusante do depósito de resíduos (SANTOS et al, 2013).

A área de pesquisa encontra-se no perímetro urbano da cidade de Rolândia-PR, especificamente na região norte do município a vertente esquerda do ribeirão Vermelho. Esta área foi utilizada por mais de cinco décadas até a sua desativação em abril de 2002. Era o destino final da coleta pública de resíduos sólidos urbanos, os quais eram depositados diretamente ao solo, expondo a massa de lixo as variações sazonais do clima (SANTOS, 2013; MELLO, 2004).

Na época de funcionamento, o lixão de Rolândia recebia os mais diversos tipos de resíduos, como principal: os resíduos sólidos domiciliares, que após a disposição, ficavam expostos completamente as condições climáticas, facilitando a combustão espontânea, a decomposição do lixo e a produção de percolato, os quais não recebiam nenhum tipo de tratamento, somado a inexistência de drenos para coleta de chorume.(SANTOS, 2013).

Hoje, a área do antigo lixão encontra-se em total abandono, pois desde a sua desativação, não ocorreu no local a recuperação da área degradada. Portanto, os impactos ambientais e sanitários e a melhoria paisagística não foram sequer, minimizados. O local onde eram depositados os resíduos foi completamente encoberto por solo, culminando em um talude de cerca de 8 a 10 metros de altura, formado pela massa de lixo disposta durante os anos de funcionamento do lixão.

2. OBJETIVOS

O presente artigo tem como objetivo principal avaliar a qualidade das águas subterrâneas e superficiais na área de influência do antigo lixão de Rolândia a partir de de alguns parâmetros físicos e químicos selecionados.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Localização da Área e Contexto Geológico

O centro do município de Rolândia tem como coordenadas geográficas Latitude 23° 19' 00 "S e Longitude 51° 22' 00" W de GR. Faz parte, do terceiro Planalto Paranaense, onde afloram as vulcânicas basálticas da Formação Serra Geral. Tem 467,31km² de área total, altitude média de 730 metros e faz parte da Microrregião Geográfica de Londrina (Figura 1).

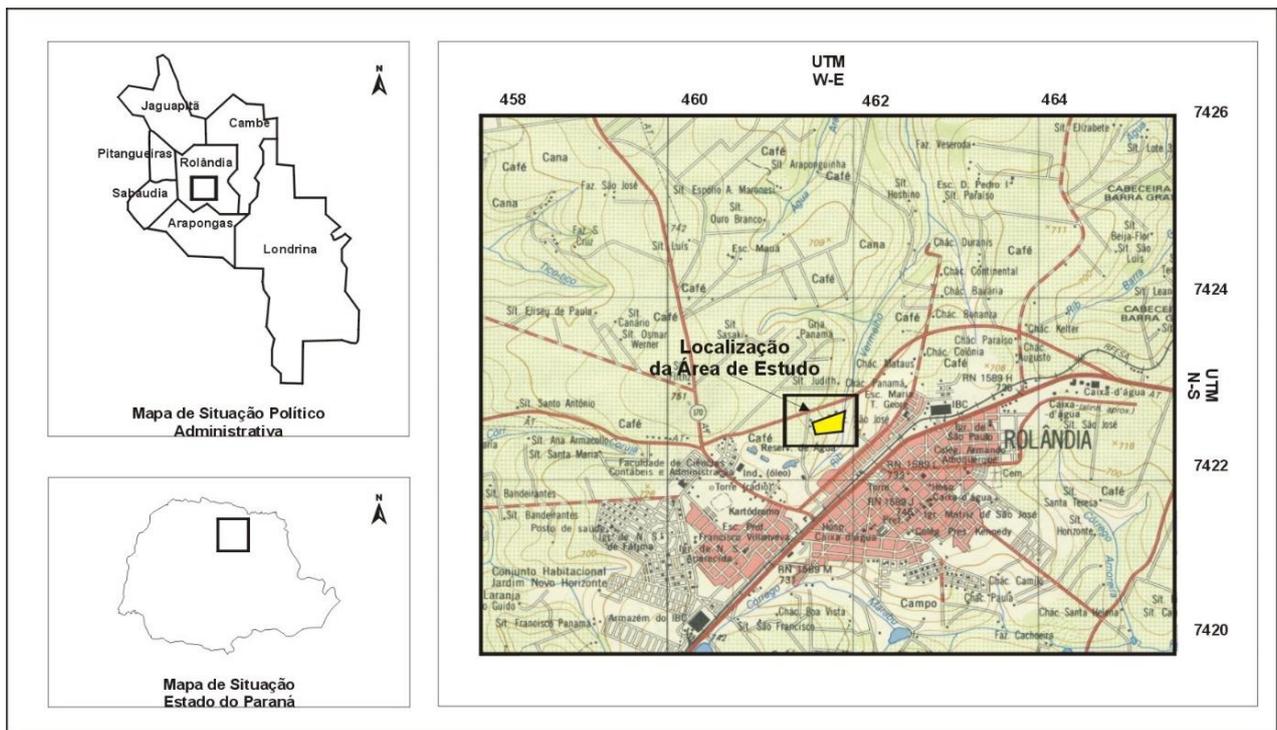


Figura 1. Mapa de localização da área. Fonte: SANTOS et al, 2013.

A cidade assenta-se geologicamente sobre a Formação Serra Geral, que pertence ao grupo São Bento. Este ainda compreende as formações Botucatu e Piramboia, no entanto, sem a ocorrência de afloramentos na região de estudo. O magmatismo da Serra Geral recobre mais de 1.200.00km², abrangendo os estados do centro sul do Brasil, bem como partes do Uruguai, Argentina e Paraguai.

A Formação Serra Geral é composta em maior parte por rochas vulcânicas básicas, toleíticas, de textura afanítica, coloração cinza e negra, amigdaloidal nos tipos dos derrames. Grande desenvolvimento de juntas verticais e horizontais com intrusões alcalinas, pequenas lentes de arenito e com o manto de intemperismo com baixa presença em alguns lugares, até cerca de 30 metros nas regiões mais elevadas topograficamente. O principais tipos de litológicos são o basalto, riodacito e riolito (SANTOS et al, 2013).

Ainda na área, Santos et al (2013) cita a existência, em relação a hidrogeologia, a ocorrência de duas formas de água subterrânea: o aquífero freático e o sistema aquífero Serra Geral.

O primeiro constitui-se de camadas de solo e rocha alterada, sedimentos argilosos, pouco espesso e com baixa profundidade do nível saturado. Tem como características, aquífero livre ou não-confinado, assim, a recarga dá-se diretamente a partir de águas pluviais nas área topograficamente mais elevadas, o que aumenta o risco de contaminação ou poluição das águas subterrâneas (SANTOS, 2003).

O segundo, pelas suas características litológicas de rochas cristalinas, constitui-se em um meio aquífero de condições hidrogeológicas, heterogêneas e anisotrópicas. Dessa forma, o modo de

ocorrência da água subterrânea fica escasso as zonas de descontinuidades das rochas, as quais tem constituição em maior parte em estruturas tectônicas do tipo fratura e/ou falhamento (SANTOS, 2003).

Todo esse sistema de fluxo, no entanto, pode ser consideravelmente modificado por intermédio de estruturas tectônicas rúpteis regionais, como fraturamentos e falhamentos, bem como intrusões magmáticas – diques e sills, os quais podem alterar as condições hidrogeológicas originais (SANTOS et al, 2013).

Todavia, este trabalho, dará ênfase ao aquífero freático, o qual é mais suscetível a contaminação pela migração do lixiviado através da zona não saturado, liberados pela decomposição dos resíduos aterrados no antigo lixão de Rolândia. Também serão realizadas análises físico-químicas da água vertente esquerda do ribeirão Vermelho, localizado à jusante do antigo lixão.

3.2 Metodologia

O trabalho elaborado foi realizado após diversas etapas cumpridas, as quais seguiram o propósito de atender o objetivo principal da pesquisa previamente estabelecido,. O local de estudo e seu entorno é influenciado diretamente pela presença do antigo lixão de Rolândia, pois os resíduos aterrados levam décadas para encerrar seu processo de decomposição e transformação final de seus constituintes orgânicos e inorgânicos, que influencia diretamente na qualidade das águas subterrâneas e superficiais.

Dessa forma, os resultados foram interpretados de acordo com a seleção de alguns parâmetros de indicação de qualidade, mostrando assim o provável impacto da massa aterrada sobre a qualidade das águas da área de estudo e seu entorno,.

No local do antigo lixão, na época de seu encerramento, foram instalados três poços de monitoramento (P1, P2, P3), os quais foram utilizados neste trabalho como fonte da água subterrânea para realização de análises físicas e químicas laboratoriais (Figura 2).

Além disso, também foram selecionados para as análises hidroquímicas três pontos ao longo do ribeirão Vermelho, um a jusante da área à jusante do lixão (PJC), um no local de influência do próprio lixão (LIL) e o último a montante do local de influência (PMC), além de 2 nascentes nas suas margens na mesma área e sobre provável influência do escoamento de base que provém do fluxo subterrâneo do aquífero freático que passa abaixo da massa aterrada de resíduos, assim como consta na Figura 2.

Também foi selecionado um ponto de surgência natural (S1) de água subterrânea fora da área de influência do antigo lixão de Rolândia, que também serviu como base de água provável livre de

contaminação, uma vez que uso do solo no entorno da surgência não acarreta riscos de contaminação para as águas subterrâneas (Figura 2).

As águas coletadas foram levadas para serem analisados os seguintes parâmetros físico-químicos: Demanda Química de Oxigênio (DQO), Sólidos Totais Dissolvidos (STD), turbidez, pH e condutividade elétrica. Estas amostras de águas subterrâneas dos poços de monitoramento e do ribeirão foram analisadas no Laboratório de Saneamento Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná e Laboratório de Fenômenos de Transporte e Termodinâmica.

A figura 2 a seguir representa a disposição do lixão em Rolândia, dando ênfase aos poços de monitoramento e os pontos de coleta no Ribeirão Vermelho, mostrando as coordenadas onde ele se encontra.

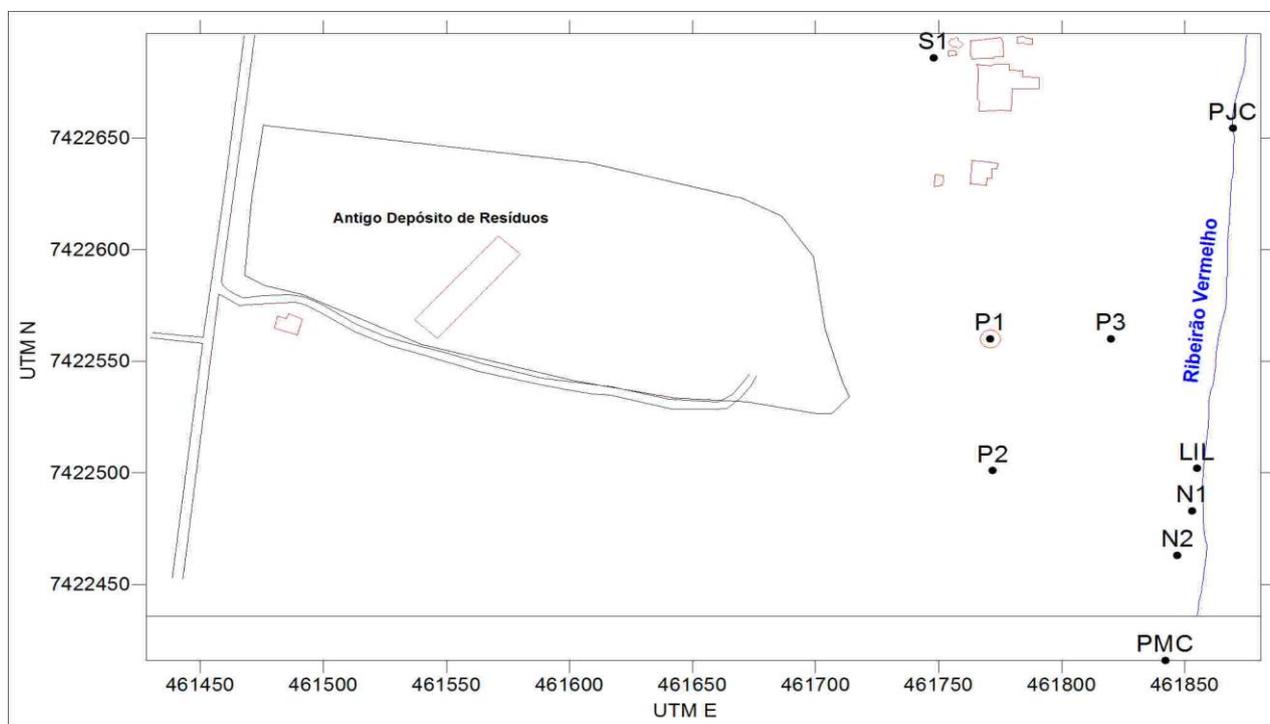


Figura 2. Mapa de localização dos pontos de coleta. Poços, P1, P2 e P3. Surgência, S1. Nascentes, N1 e N2. Ponto a Jusante do Ribeirão, PJC. Ponto a Montante do Ribeirão, PMC. Local de Influência do Lixão, LIL.

4. DISCUSSÃO E RESULTADOS

4.1 Hidroquímica

Foram realizadas coletas no três poços de monitoramento (P1, P2, P3) e ao longo do ribeirão Vermelho (PJC, N1, N2, LIL, PMC) como mostra a figura 2. A finalidade da coleta foi à obtenção

de um padrão hidroquímico para as águas subterrâneas, nascentes e águas superficiais ao longo do córrego. Com isso, avaliar os parâmetros de contaminação na área.

Este trabalho teve uma divisão no seu processo de discussão e resultados, dividido de acordo com os parâmetros físicos químicos analisados, para facilitar o entendimento e a compreensão dos resultados obtidos.

Nas análises laboratoriais foram obtidos os seguintes resultados contidos na Tabela 1.

Tabela 1: Resultados dos parâmetros físicos e químicos selecionados para a área de estudo.

Ponto	Condutividade (mS/cm)	Turbidez (NTU)	pH	T (°C)	DQO (mg/L)	STD mg/L
CONAMA (MAX)	-	40	6-9	-	-	500
MS Portaria 518/04	-	-	-	-	-	<1000
Ponto Montante Ribeirão	0,40	4,9	6,39	15,9	0,39	70
Ponto Jusante Ribeirão	0,42	4,8	6,78	16,4	2,80	18
Surgência	0,02	0,9	6,42	16,5	4,01	56
Nascente 1	3,75	12,8	5,73	17,2	16,10	424
Nascente 2	3,84	4,3	5,73	16,6	24,57	370
Local de Influência do Lixão	0,43	4,4	7,03	17	110,47	58
Poço 1	3,17	6	6,24	18,8	167,20	1444
Poço 2	3,42	13,9	5,95	18,2	12,48	475
Poço 3	1,57	8,9	5,92	19	197,49	1580

4.2 Discussão

4.2.1 pH

Águas naturais possuem pH na faixa de 4 a 9, sendo ligeiramente básica, por causa de bicarbonatos, carbonatos de metais alcalinos e alcalinos terrosos (CLESCERI et al, 1999). O pH é um parâmetro que para o consumo humano deve-se encontrar entre 6,5 a 8,5 segundo a legislação de águas para o consumo humano. A 357/2005 Conama Art 14, I, m, diz que a faixa deve ser entre 6 e 9.

Para a Organização Mundial da Saúde é definido como água potável a que apresente aspecto translúcido, que não contenha odor ou gosto, sem nenhum tipo de microrganismo causador de doença no ser humano, sem substâncias com concentrações que causem qualquer dano à saúde humana.

Analisando os dados da Tabela 1 focando os valores de pH dos poços, somente o poço 3 está dentro dos padrões de qualidade. Nos outros pontos de coleta somente as nascentes 1 e 2 estão fora do padrão de qualidade.

Segue abaixo a Figura 3, com as isolinhas de concentração de pH.

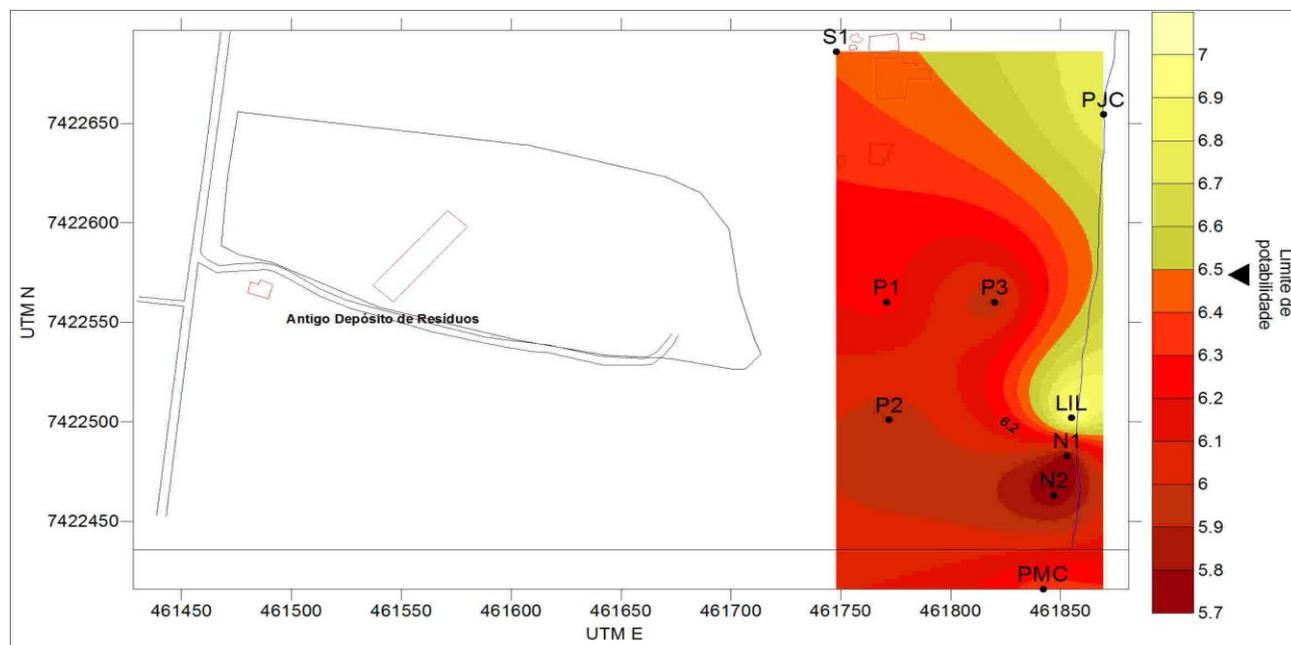


Figura 3. Mapa indicando as isolinhas de concentração para pH na área de estudo.

4.2.2 Turbidez

É causada por materiais em suspensão, argila, silte, matéria orgânica e inorgânica finamente dividida. A transparência da água é um dos principais parâmetros de qualidade de água, sendo a turbidez um parâmetro da qualidade estética das águas (CLESCERI et al, 1999).

No laboratório, os valores obtidos contidos na Tabela 1, todos estão convenientes com a CONAMA. Não apresentando divergências em relação à potabilidade.

4.2.3 Demanda Química de Oxigênio

A demanda química de oxigênio representa a quantidade de oxigênio consumido na oxidação química da matéria orgânica contida na água. Usada como um indicador de poluição (NBR 9896/1993). Sendo a quantidade necessária para oxidar a matéria orgânica de uma amostra expressa em mg de O₂ por litro. (NBR 9896/1993).

Os materiais redutores, tanto orgânicos como inorgânicos presentes em águas são oriundos de fontes naturais e de efluentes de indústrias como as de polpa e papel e metalúrgicas, e neste caso pela ação da decomposição dos materiais contidos no antigo lixão, a montante dos locais coletados.

O uso de água para irrigação com altos valores de DQO prejudica o crescimento de plantas, especialmente em solos pobres. A DQO pode reduzir os níveis de oxigênio, afetando assim a sobrevivência dos organismos aquáticos.

Segundo a resolução 375/2005 do CONAMA § 1º, os limites de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), estabelecidos para as águas doces de classes 2 e 3, poderão ser elevados, caso o estudo da capacidade de autodepuração do corpo receptor demonstre que as concentrações mínimas de oxigênio dissolvido (OD) previstas não serão desobedecidas, nas condições de vazão de referência, com exceção da zona de mistura. Sendo os valores máximos permitidos de DBO a 20°C até 10 mg/L O₂, segundo a mesma resolução do CONAMA para água doce classe 2.

Através das análises realizadas foi possível constatar que os únicos pontos que apresentaram valor de DQO dentro da faixa de aceitável foram os de Surgência S1, a jusante e a montante do córrego. Os demais pontos analisados para o DQO apresentam valores anômalos para águas naturais.

Segue abaixo mapa que apresenta as isolinhas de concentração de DQO (Figura 4).

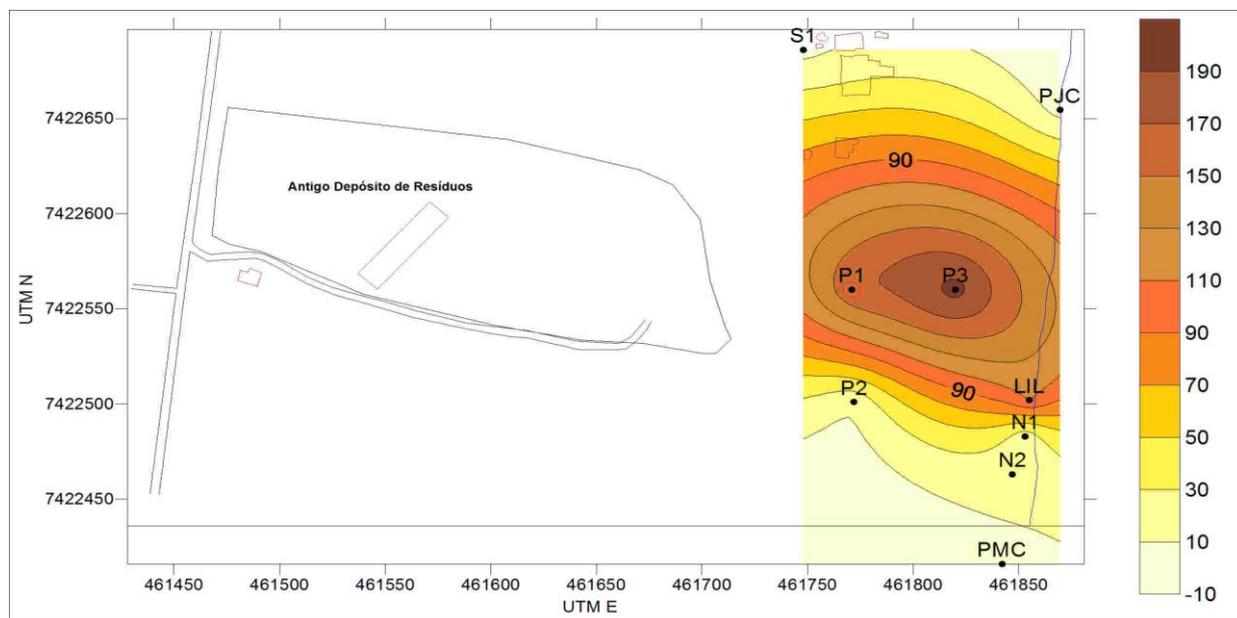


Figura 4. Mapa de Isolinhas de concentração para DQO.

4.2.4 Sólidos Dissolvidos Totais

Este parâmetro representa a quantidade de substâncias dissolvidas na água, que alteram suas propriedades físicas e químicas da água. Águas naturais apresentam íons: sódio, cloreto, magnésio, potássio, sulfatos, entre outros, causados por dissolução de minerais. A concentração de sólidos dissolvidos deve ser menor que 500 mg/L em água para abastecimento público segundo a resolução 375/2005 do CONAMA e menor que 1000 segundo a portaria 518/04 do MS. Em concentrações superiores a 1000 mg/L, esta apresenta efeito laxativo.

Seu excesso pode causar alterações no sabor e problemas de corrosão. Já os sólidos em suspensão, provocam um aumento nos valores de turbidez.

Na presente pesquisa foram analisados os sólidos fixos, ou seja, aqueles que permanecem após a completa evaporação da água. Foi somente analisado o STD nos poços, nas coletas superficiais os valores diminuíram muito chegando a nove vezes menor no P2. Segue abaixo na Figura 5 as isolinhas de concentração de STD:

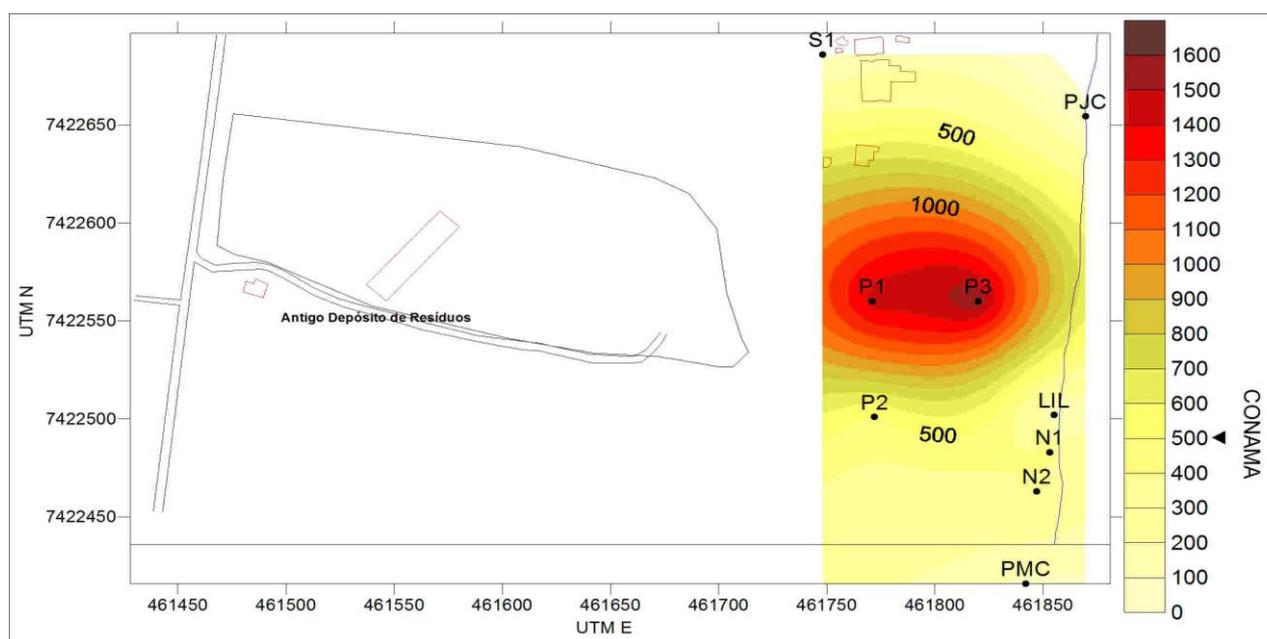


Figura 5. Mapa de Isolinhas de concentração para Sólidos Totais Dissolvidos (STD).

4.2.5 Condutividade Elétrica

Condutividade elétrica mostra o quão um sistema aquoso, contendo íons, consegue conduzir de corrente elétrica.

Água destilada apresenta condutividade inferior a 2 $\mu\text{S}/\text{cm}$. A temperatura faz com que a condutividade varie cerca de 1,9 %/°C, por tanto deve ser controlada, e a condutividade, devido à

alterações dos gases dissolvidos, por contato com o ar também afeta a precisão deste parâmetro (Quadros 1 e 2).

Pode-se estimativa qual tipo de água foi analisada e os íons prováveis na amostra, podendo ser estes íons fatores poluentes que alteram os valores da condutividade elétrica da amostra.

Quadro 1. Condutividade da amostra e tipos de íons. Fonte: Condutividade em águas (2014).

Íon	$\mu\text{mho/cm}$ por meq/L	$\mu\text{mho/cm}$ por mg/L
HCO_3^-	43,6	0,0715
Ca^{2+}	52,0	2,60
CO_3^{2-}	84,6	2,82
Cl^-	75,9	2,14
Mg^{2+}	46,6	3,82
NO_3^-	71,0	1,15
K^+	72,0	1,84
Na^+	48,9	2,13
SO_4^{2-}	73,9	1,54

Quadro 2. Alguns valores de Condutividade, onde 1 micromho = 1 microS. Fonte: Condutividade em águas (2014).

Variação da Condutividade ($\mu\text{mho/cm}$)	Tipo de água
1,0 - 2,0	água bidestilada
10 - 30	água da chuva
50 - 40 000	águas superficiais e subterrâneas
50 000 -	água do mar

De acordo com os valores laboratorialmente encontrados, as nascente 1 e 2, e os poços 1 e 2 apresentaram valores acima de 2, tornando-se nesta classificação, como água de chuva, e com presença de Mg^{2+} . Os demais entram na categoria de água bidestilada. Porém, os pontos de jusante montante e o local de influência do lixão apresentam presença de Ca^{2+} e HCO_3^- .

5. CONCLUSÃO

O presente artigo evidenciou a necessidade de maiores estudos em relação a hidrogeologia e a hidroquímica ambiental nas remediações de áreas utilizadas para descarte dos resíduos sólidos urbanos, em destaque, lixões.

Para resolver os problemas dos resíduos sólidos no Brasil, deverão ser englobadas, definições políticas, preponderantemente relacionadas a estudos amplos e multidisciplinares envolvendo a sociedade. Deste modo, critérios e regras podem ser definidos para aplicação em um programa de gerenciamento de resíduos sólidos, para que este torne-se eficiente.

Os resultados obtidos indicaram a existência de anomalias em alguns parâmetros analisados, principalmente na área à jusante de influenciado antigo lixão de Rolândia, apresentando ainda alterações em relação à potabilidade para o consumo humano de água, tanto superficiais quanto subterrâneas..

A responsabilidade, com esta mentalidade ambiental, é de enorme importância para os municípios brasileiros, os quais tem obrigação de implanta a nova Política Nacional de Gestão dos Resíduos Sólidos (PGRS,) com atenção voltada ao encerramento de lixões, porque, apenas aterralos, desativa-los ou abandona-los, dará início a um novo problema, o qual trará diferentes tipos de impactos ambientais de longo prazo ou até mesmo irreversível.

6. REFERÊNCIAS

SILVA, C. T. S; SILVA, K. F. N. L; CARVALHO, C. M. VIEIRA, A. J. D. **Caracterização bacteriológica, hidroquímica e físico-química das águas subterrâneas das comunidades de KM60 e Sucupira na Chapada do Apodi Limoeiro do Norte – Ceará.** XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Maceió. 2011. <http://www.acquacon.com.br/xixsbrh/>

SANTOS, M. M; CELLIGOI, A; MELLO, A. C. A; FERNANDES, F; TIBURCIO, J. **AVALIAÇÃO HIDROGEOLÓGICA E CONSIDERAÇÕES HIDROQUÍMICAS À JUSANTE DE UM ANTIGO LIXÃO NO MUNICÍPIO DE ROLÂNDIA – PR.** 14º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental. Rio de Janeiro. 2013. <http://www.acquacon.com.br/14cbge/>

MELLO, A. C. A. **Diagnósticos da gestão de resíduos sólidos urbanos e proposta de diretrizes: Rolândia/PR.** Universidade Estadual de Londrina. Dissertação. Londrina. 2004.

SANTOS, M. M; CELLIGOI, A. **Avaliação hidrogeológica nas adjacências do antigo lixão de rolandia- PR.** I Simpósio de Hidrogeologia do Sudeste. XIII encontro nacional dos perfuradores de poços.pg 195-204. Petrópolis. Abr-2003.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. 2005. **Resolução Conama nº 357.** Disponível em:< www.mma.conama.gov.br/conama> Acesso em 13 de maio de 2014.

CLESCERI, L. S.; GREENBERG, A. E.; EATON, A. D. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20th. ed. Washington, DC: American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation, 1998, 1325 p.

BRASIL. Ministério Público. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004.

<<http://dtr2001.saude.gov.br/sas/PORTARIAS/Port2004/GM/GM-518.htm>>. Acesso em 13 de maio de 2014.

Translatorcafe. Where linguist and their clients meet.

<<http://www.translatorscafe.com/cafe/EN/units-converter/electric-conductance/9-5/micromho-microsiemens/>>. Acesso em 13 de maio de 2014.

Laurenti, A., “Qualidade de Água I”, Ed. Imprensa Universitária- UFSC, (1997).

ABNT – NBR 14340 – Determinação da condutividade e da resistividade elétrica. 3p. Rio de Janeiro. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Fevereiro de 1986.

McNeely, R. N., Neimanis, V. P. e Dwyer, L. **Water Quality Sourcebook- A Guide to Quality Parameters**. Ottawa; Environment Canada; 1979. 89 p.

Determinação da CONDUTIVIDADE EM ÁGUAS.

< [http://pessoal.utfpr.edu.br/colombo/arquivos/Condutividade\(1\).pdf](http://pessoal.utfpr.edu.br/colombo/arquivos/Condutividade(1).pdf)>. Acesso em 13 de maio de 2014.