

Impacto ambiental do Consórcio Intermunicipal de Gestão Multifuncional (CITEGEM) sobre a nascente do lajeado Erval Novo

Environmental impact of the Intermunicipal Consortium of Multifunctional Management (CITEGEM) on the source of the Erval Novo stream

Luma Schervenski Tejada, Especialista, IFCE

lumatejada@yahoo.com.br

Carla Arcoverde de Aguiar Neves, Doutora, IFSC

carcoverde@ifsc.edu.br

Resumo

Objetivou-se avaliar a influência do aterro sanitário do Consórcio Público CITEGEM, localizado no município de Bom Progresso/RS, sobre a nascente do Lajeado Erval Novo. A distância entre o Consórcio e a nascente é de 280 metros. A possibilidade de impacto ambiental do aterro é objeto de insegurança uma vez que o Lajeado Erval Novo é o manancial que abastece a população do município vizinho. Utilizou-se para o diagnóstico laudos analíticos da qualidade da água da nascente, do solo na área do CITEGEM, bem como da rede de monitoramento das águas subterrâneas instaladas no Consórcio. A investigação resultou na constatação de que o fluxo das águas subterrâneas não apresenta indicativos de deflúvio de contaminantes provenientes do aterro e as análises de solo não apontaram a infiltração de contaminantes. Contudo, a nascente do lajeado Erval Novo está fora dos padrões de potabilidade para indicadores característicos de contaminação proveniente de atividades agropecuárias.

Palavras-chave: Contaminação da água; Aterro sanitário; Avaliação de contaminação.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the influence of the sanitary landfill of the Public Consortium CITEGEM, located in the municipality of Bom Progresso / RS, on the source of Erval Novo stream. The distance between the Consortium and the source is 280 meters. The possibility of environmental impact of the landfill is an object of insecurity since the Erval Novo stream is the source that supplies the population of the neighboring municipality. Analytical reports on the quality

of spring water, soil in the CITEGEM area, as well as on the groundwater monitoring network installed in the Consortium were used for the diagnosis. The investigation resulted in the finding that the groundwater flow does not indicate contaminant deflation from the landfill and soil analyzes did not indicate the infiltration of contaminants. However, the source of the Erval Novo slab is out of potability standards for characteristic indicators of contamination from agricultural activities.

Keywords: *Water contamination; Sanitary landfill; Contamination assessment.*

1. Introdução

Segundo Avelar (2006) a destinação final de resíduos sólidos urbanos possui potencial de impacto ambiental à qualidade do solo e da água. Do acúmulo de resíduos percola um fluido negro denominado material lixiviado, este material possui alta carga poluidora e capacidade de infiltração no solo, podendo chegar aos mananciais hídricos superficiais e subterrâneos (CELERE et al., 1997). O problema aqui abordado tem como objeto o Consórcio Público criado no ano 1997 e, segundo Caldas (2002), inicialmente denominado Consórcio Intermunicipal de Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos (CITRESU), este que, no ano de 2010, passou a denominar-se Consórcio Intermunicipal de Gestão Multifuncional (CITEGEM). O CITEGEM possui sede no Município de Bom Progresso/RS, e sua atividade consiste no processamento de resíduos sólidos urbanos, contemplando as etapas de recebimento, triagem, comercialização de materiais recicláveis e aterramento de rejeitos. Atualmente o Consórcio recebe diariamente quarenta toneladas de resíduos sólidos urbanos.

Apesar de todos os benefícios e da importância do CITEGEM para a região, existe uma problemática em relação à localização do empreendimento. O aterro está instalado a duzentos e oitenta metros da nascente que dá origem ao Lajeado Erval Novo, manancial hídrico que abastece o Município de Três Passos. Ainda que a distância entre a atividade e a nascente atenda aos critérios técnicos estabelecidos pela legislação, essa questão causa insegurança para diversos segmentos da população atendida. É importante salientar também, que as margens do Lajeado são ocupadas, quase que na totalidade de sua extensão, por atividades agrícolas, atividades essas com potencial de impacto ao manancial.

Tendo em vista esta problemática, pretendeu-se avaliar a potencialidade de impacto ambiental do aterro de resíduos sólidos urbanos do CITEGEM na qualidade das águas subterrâneas da área de influência do empreendimento, bem como na água superficial da nascente do Lajeado Erval Novo. Para tanto, realizou-se análise das características físicas do solo local, bem como os parâmetros indicadores de qualidade da água medidos a partir de amostragens na rede de monitoramento das águas subterrâneas do CITEGEM. Também será avaliada a qualidade da água superficial da nascente. Pretendeu-se, sobretudo, fornecer à população análise ambiental capaz de proporcionar orientação referente aos riscos reais associados à localização do empreendimento.

2. Revisão de Literatura

Ao verificar a adequação das condições físicas de um local para a instalação de um aterro sanitário, tem-se como base a norma ABNT NBR13896-1997, que estabelece os critérios mínimos exigíveis para o projeto, implantação e operação de aterros de resíduos não perigosos. Os critérios da norma também buscam estabelecer proteção adequada às coleções

hídricas superficiais e subterrâneas próximas, bem como os operadores destas instalações e instalações vizinhas (ABNT, 1997). Os critérios estabelecidos pela referida norma técnica para a instalação de aterros sanitários são: declividade da área, geologia e tipos de solos existentes, distanciamento de recursos hídricos, vegetação, acessos, vida útil dos aterros, facilidade de acesso e distanciamento de núcleos habitacionais (ABNT, 1997).

Segundo Streck (2008), a região geomorfológica que corresponde à área em questão é o Planalto das Missões e mais especificamente a unidade denominada Planalto de Santo Ângelo. Nesta área, mais precisamente na Região do Alto Uruguai, onde se localiza o Município de Bom Progresso, ocorrem Latossolos Vermelhos Distróficos e Eutroféricos (STRECK, 2008). Latossolos são solos profundos, bem drenados, muito porosos, friáveis, bem estruturados, homogêneos e altamente intemperizados. Por serem solos muito homogêneos torna-se difícil a diferenciação em horizontes e por serem solos muito intemperizados têm predomínio de caulinita e óxidos de ferro (STRECK, 2008).

Conforme dados fornecidos pelo CITEGEM, a declividade do terreno é suavemente ondulada, entre 3 e 8%. A condutividade hidráulica do solo local está na ordem de 10^{-9} cm/s sendo classificado por Terzaghi e Peck (1967) como um grau de permeabilidade muito baixo. Além desses fatores, a distância da sede do Consórcio de núcleos populacionais é superior a 3,5 Km e a profundidade do lençol freático é superior a quinze metros nos pontos em que a zona saturada está mais próxima à superfície. Considerando os critérios estabelecidos pela NBR13896-1997, as condições físicas do local são próprias para instalação de um aterro sanitário.

Segundo Celere et al. (2007), as áreas de despejo e de disposição dos resíduos sólidos (lixões, aterros controlados e aterros sanitários) não podem ser consideradas como o ponto final para muitas das substâncias contidas nos resíduos ali dispostos ou produzidas pelo lixo urbano, pois, quando a água – principalmente das chuvas percola através desses resíduos, várias dessas substâncias orgânicas e inorgânicas são carregadas pelo material lixiviado. Jucá e Oliveira (2004), acrescentam que de forma geral, o material lixiviado também pode se infiltrar pelo solo carreando, em concentrações variadas, compostos orgânicos polares, apolares, além de metais pesados que podem contaminar o ambiente e ser tóxicos aos seres vivos.

Marten e Minnola (2002) destacam que por meio do ciclo hidrológico, as chuvas precipitadas sobre as vertentes irão formar o deflúvio (escoamento) superficial que irá carrear sedimentos e poluentes para a rede de drenagem. Desta forma, o rio é um integralizador dos fenômenos ocorrentes nas vertentes da bacia. Sendo assim, tanto a atividade agrícola que circunda a nascente quanto o aterro de RSU podem contribuir para a alteração da qualidade das águas superficiais e subterrâneas nesta zona de drenagem.

3. Procedimentos metodológicos

3.1 Composição química do solo na área do CITEGEM

A composição química do solo foi apontada neste estudo por meio da análise de laudos analíticos fornecidos pelo CITEGEM. Os laudos datam do ano de 2013 e expressam de forma qualitativa e quantitativa a presença de substâncias inorgânicas e orgânicas no solo, em quatro pontos amostrais dentro dos limites do empreendimento, e próximos às células de aterro. Na ocasião foram coletadas amostras de solo a 0,20 m e a 1 m de profundidade, em

cada ponto amostral. Os pontos onde foram realizadas as amostragens de solo são delimitados na Figura 1.



Figura 1. Pontos de amostragem de solo na área do CITEGEM. Fonte: Arquivo dos autores.

3.2 Qualidade das águas subterrâneas e superficial da nascente

A qualidade das águas subterrâneas na área do CITEGEM foi verificada a partir de análises de águas amostradas na rede de poços piezométricos, instalada no CITEGEM entre os anos de 2013 e 2014. Além da instalação dos poços, a investigação hidrogeológica objetivou detectar o limite da profundidade ou alcance da sondagem. No CITEGEM, a profundidade da zona saturada inicial variou entre 15 e 22 metros nas sondagens realizadas. A partir do nível de água dos poços, os técnicos responsáveis pelo projeto elaboraram um mapa equipotenciométrico com indicação do sentido preferencial de escoamento das águas subterrâneas (Figura 2). Constatou-se que o sentido preferencial das águas subterrâneas apontou para a direção noroeste (NW), ou seja, para o poço de monitoramento 02.

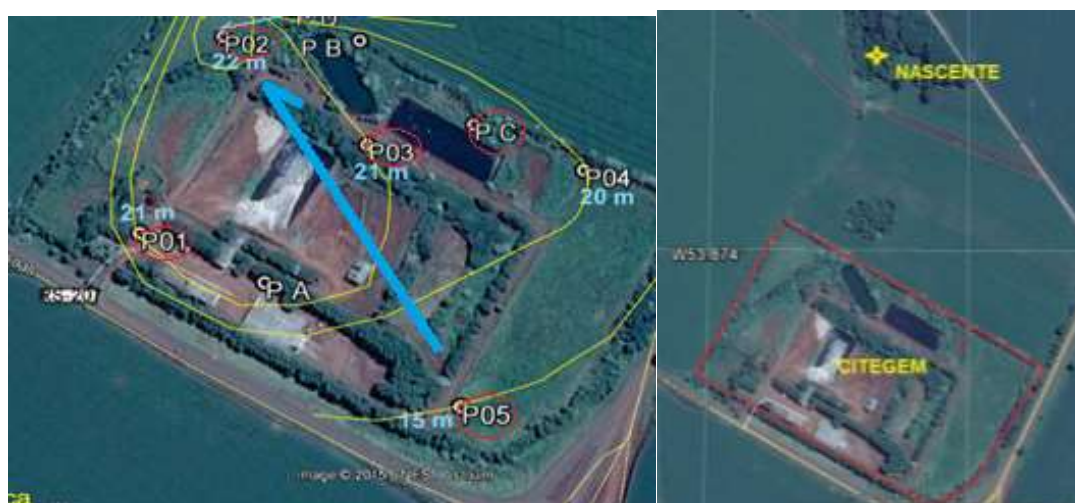


Figura 2. Mapa equipotenciométrico com indicação do fluxo preferencial das águas subterrâneas. Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados fornecidos pelo CITEGEM

Foram escolhidos para amostragem os poços 1, 2, 3, 5 e C circulados em vermelho na Figura 2, de forma que a rede ficou composta por dois poços à jusante e três poços a montante

das células de aterro do CITEGEM. Foram efetuadas duas amostragens em cada poço escolhido. A primeira amostragem fora realizada ao final do mês de junho e a segunda amostragem no início do mês de setembro do ano de 2016. Nas mesmas ocasiões foram coletadas amostras de água da nascente do Lajeado Erval Novo. As amostragens foram realizadas em dias ensolarados e com boas condições climáticas, sem registros pluviométricos em dias anteriores. O plano utilizado para amostragem baseou-se na NBR 9898/87 e os métodos de amostragem atenderam ao *Standart Methods for the Examination Of Wather*, 22^a Ed. Os indicadores analisados foram os mesmos para a nascente e para os poços de monitoramento.

3.3 Laudos analíticos de águas subterrâneas em pontos distintos do município

Obteve-se junto à Secretaria Municipal de Saúde do Município de Bom Progresso, laudos analíticos de nascentes, olhos d'água e poços, utilizados para abastecimento de água em residências do meio rural em que não há alcance das redes públicas de abastecimento. Dessa forma, são juntados a este estudo, laudos analíticos produzidos nos anos de 2015 e 2016 e que abrangem sessenta diferentes pontos amostrais distribuídos pelo território do município. Os resultados extraídos dos laudos para posterior análise foram os parâmetros microbiológicos coliformes totais e *Escherichia coli*¹. Salienta-se que as águas amostradas não possuem tratamento prévio.

4. Resultados

4.1 Avaliação das águas subterrâneas

A NBR 13896/97 orienta que um aterro deve ser construído e operado de forma que seja mantida a qualidade da água subterrânea, tendo em vista o abastecimento público, dessa forma adotou-se os parâmetros de potabilidade para análise dos resultados. Na tabela 1, apresenta-se os resultados expressos nos laudos fornecidos pelo laboratório contratado (credenciado junto ao órgão ambiental estadual). São expressos na tabela a média dos resultados obtidos nas duas amostragens realizadas e o comparativo com os padrões de potabilidade expressos na Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

PARÂMETRO	Poço 1	Poço 2	Poço 3	Poço C	Poço 5	Padrão de potabilidade (VPM)*	Unidade
Alcalinidade total	<4,7	11,45	10,45	4,94	4,9	-	mg/L
Alumínio	7,773	0,181	0,196	0,181	1,396	0,2	mg/L
Bact.Heterotróficas	320	25	80	2746,5	88	500	UFC/mL
Cálcio	109600	5,54	5,41	4,39	7,17	-	mg/L
Chumbo Total	<0,01	<0,01	<0,01	<0,00	<0,01	0,01	mg/L

Legenda: Potável, Não potável, Não previsto na Portaria 2914/11 *VMP – Valor máximo permitido.

Tabela 1. Comparação dos indicadores de qualidade dos poços com os padrões de potabilidade da Portaria nº 2.914/2011. Fonte: elaborado pelos autores. Continua.

¹ O anexo I da Portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde, define que coliformes totais indicam a eficiência de um determinado tratamento de água enquanto a presença de *Escherichia coli* indica contaminação fecal, sendo esta predominante no grupo dos coliformes termotolerantes.

PARÂMETRO	Poço 1	Poço 2	Poço 3	Poço C	Poço 5	Padrão de potabilidade (VPM)*	Unidade
Cloreto	8,485	20,745	22,630	34,180	32,765	250	mg/L
Cobre total	0,103	0,006	<0,006	0,020	0,061	2	mg/L
Coliformes termotolerantes	<1	<1	<1	14	39	Ausência em 100mL	NPM/100mL
Coliformes totais	8	5	<1	61	46	-	NPM/100mL
Condutividade elétrica	1122	121,9	126,9	651,9	147,7	-	µS/cm
Cromo total	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	<0,022	0,05	mg/L
Dureza total	398	50	30	24	39	500	mg/L
Ferro total	0,128	0,088	0,179	0,044	1,933	0,3	mg/L
Fluoreto	0,165	0,114	0,99	0,139	<0,068	1,5	mg/L
Magnésio	38,98	2,02	1,98	1,65	2,468	-	mg/L
Manganês	2,675	<0,009	0,210	0,082	0,505	0,1	mg/L
Níquel total	0,301	<0,02	<0,02	<0,022	<0,020	0,07	mg/L
Nitrato	8,73	12,46	32,67	26,42	178,90	10	mg/L
Nitrito	0,0145	<0,003	0,0043	<0,003	0,0048	1	mg/L
Nitrogênio total	0,25	0,14	0,2	0,29	0,5	-	mg/L
pH	3	5,38	5,34	5,49	5,30	6 – 9	-
Potássio	0,652	0,731	0,297	0,114	0,508	-	mg/L
Sódio	6,710	15,460	15,735	28,990	40,445	200	mg/L

Legenda: Potável, Não potável, Não previsto na Portaria 2914/11 *VMP – Valor máximo permitido.

Tabela 1. Comparação dos indicadores de qualidade dos poços com os padrões de potabilidade da Portaria nº 2.914/2011. Fonte: elaborado pelos autores. Conclusão.

De antemão pondera-se que os poços à montante das células de aterro são considerados brancos ou poços de referência em relação aos poços à jusante do aterro. Parte-se desse princípio uma vez que chegando ao lençol freático, o contaminante seguiria o fluxo das águas subterrâneas, diluindo-se nas mesmas e passando a seguir o fluxo de drenagem. Dessa forma, havendo diluição do material lixiviado no lençol freático, essa interferência deveria ser percebida nos poços à jusante em quantidade superior à encontrada nos poços à montante, ou ainda, deveria ser percebida apenas nos poços à jusante.

Lê-se na tabela 1, que o Poço 1 apresenta os resultados mais negativos em relação a concentração de poluentes, liderando os resultados que indicam maior concentração de substâncias poluentes para os parâmetros: alumínio, cálcio, cobre total, condutividade elétrica, dureza, magnésio, manganês, nitrito, sulfato e zinco total. Além disso, o Poço 1 foi o único com presença de níquel, detectada nas duas amostras recolhidas. Destaca-se ainda o pH 3 na água desse poço, baixo em relação aos padrões de potabilidade e em relação aos resultados obtidos nos demais poços. O segundo poço que apresentou resultados mais negativos foi o Poço 5, onde foi detectada a maior concentração de ferro total. Também no Poço 5 as análises detectaram presença de alumínio, cálcio, cobre total, magnésio, manganês, nitrito e sódio em concentrações superiores às concentrações detectadas nos Poços 2, 3 e C. O Poço C apresentou maior concentração de bactérias heterotróficas e cloretos, porém a concentração de cloretos dentro do padrão de potabilidade. Por sua vez, os Poços 2 e 3

indicaram a menor concentração de poluentes para os parâmetros analisados, excetuando-se a presença de potássio no Poço 2 e de nitrato no Poço 3, ambas substâncias encontradas em maior concentração nesses poços.

Com isso, descarta-se a possibilidade de que contaminantes provenientes do aterro do CITEGEM estejam atingindo as águas subterrâneas e representando risco potencial de atingir o afloramento de água formador da nascente do Lajeado Erval Novo. Contudo, não se pode desconsiderar que metais como manganês (Poços 1, 3 e 5), níquel (Poço 1), são característicos de áreas contaminadas por material lixiviado de aterro. No que tange a presença de metais nas águas, Sisino e Moreira (1996), avaliaram as concentrações de indicadores de poluição no material lixiviado de aterro, em águas superficiais e subterrâneas, solos e sedimentos da área do aterro controlado do Morro do Céu (Niterói – RJ). Os pesquisadores detectaram presença de zinco, manganês e ferro em um poço amostrado na área de influência do aterro, metais como níquel, chumbo, cromo e cobre foram testados e não detectados (SISINNO e MOREIRA, 1996).

Jucá e Oliveira (2004), encontraram resultados elevados para a concentração de íons cloreto, sódio e cálcio em material percolado de aterro. A acentuada presença desses íons em áreas contaminadas por materiais lixiviadas de aterros, está provavelmente relacionada à elevada solubilidade apresentada pela maioria dos sais que contém estes elementos, facilitando o processo de solubilização e/ou de lixiviação. A presença desses íons em concentrações aceitáveis para os limites de potabilidade, corrobora para a hipótese de que não há contaminação proveniente das células de aterro do CITEGEM no lençol freático. Oliveira (2004) avaliou a contaminação causada pelo material lixiviado de um aterro controlado no Município de Botucatu/SP. Os resultados obtidos indicaram poluição ambiental por metais pesados: cádmio, chumbo, cromo, níquel e zinco, conseqüentemente, contaminação do lençol freático por cádmio e chumbo; da solução do solo por cádmio, chumbo e cromo; e da água superficial por níquel (OLIVEIRA, 2004). Entre estes metais pesados, somente zinco foi detectado em todos os poços, porém dentro do valor máximo aceitável para potabilidade. A presença de níquel fora detectada somente no Poço 1 (branco para influência do aterro).

4.2 Análises químicas do solo

Os resultados apresentados na Tabela 2 foram extraídos de laudos fornecidos pelo CITEGEM.

PARÂMETRO	PONTO 1		PONTO 2		PONTO 3		PONTO 4		Unidade	LD
	0,20m	1,0m	0,20m	1,0m	0,20m	1,0m	0,20m	1,0m		
Alumínio	3116	3228	3043	3086	2810	3228	3,016	2848	mg/Kg bs	0,039
Antimônio	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	mg/Kg bs	0,007
Arsênio	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	mg/Kg bs	0,001
Bário	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	mg/Kg bs	0,100
Benzeno	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	mg/Kg bs	0,001
Boro	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	mg/Kg bs	0,070
Cádmio	1,11	0,98	0,90	1,72	1,70	2,25	1,24	2,22	mg/Kg bs	0,001

Tabela 2. Resultados analíticos de amostras de solo do CITEGEM. Fonte: Elaborado pelos autores a partir de laudos fornecidos pelo CITEGEM. *Continua.*

PARÂMETRO	PONTO 1		PONTO 2		PONTO 3		PONTO 4		unidade	LD
	0,20m	1,0m	0,20m	1,0m	0,20m	1,0m	0,20m	1,0m		
Chumbo	12,1	14,8	23,8	18,9	19,80	21,7	11,8	17,5	mg/Kg bs	0,001
Cloretos	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	mg/Kg bs	0,4
Cobalto	30,7	30,3	69,2	39,2	23,9	27,7	26,5	19,2	mg/Kg bs	0,017
Cobre	68,7	76,5	96,6	17,2	68,1	62,6	58,6	83,1	mg/Kg bs	0,008
Cromo	9,38	14,6	18,4	87,2	8,98	7,04	17,6	9,03	mg/Kg bs	0,027
Etilbenzeno	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	mg/Kg bs	0,001
Fenóis	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	mg/Kg bs	0,06
Ferro	64372	59936	60234	53000	57321	49049	49961	50405	mg/Kg bs	0,017
Fósforo	76	123	355	180	138	171	255	85,4	mg/Kg bs	0,01
Manganês	665	639	932	754	710	578	499	426	mg/Kg bs	0,008
Mercúrio	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	mg/Kg bs	0,003
Molibdênio	<0,200	<0,200	<0,200	<0,200	<0,200	<0,200	<0,200	<0,200	mg/Kg bs	0,200
Níquel	16,5	14,4	19,6	16,8	23,7	15,4	11,4	19,2	mg/Kg bs	0,001
Nitrato	5,41	5,98	7,53	17,21	5,87	4,68	5,13	4,62	mg/Kg bs	0,01
Nitrogênio	1357	956	1183	914	1,209	1392	672	796	mg/Kg bs	0,02
pH	5,77	5,83	6,15	5,82	6,40	6,04	5,70	6,50	-	-
Prata	0,48	1,34	0,90	0,94	0,46	0,74	1,08	0,69	mg/Kg bs	0,007
Selênio	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/Kg bs	0,005
Sulfato	130	119,8	124	140	152,5	131	114	173,4	mg/Kg bs	1,0
Sulfeto	1,005	0,367	0,368	<0,079	0,362	1,493	0,873	0,695	mg/Kg bs	0,079
Tolueno	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	mg/Kg bs	0,001
Vanádio	<1,500	<1,500	<1,500	<1,500	<1,500	<1,500	<1,500	<1,500	mg/Kg bs	1,500
Xileno	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	mg/Kg bs	0,001
Zinco	139	115	707	154	139	36,5	21,1	103	mg/Kg bs	0,003

Tabela 2. Resultados analíticos de amostras de solo do CITEGEM. Fonte: Elaborado pelos autores a partir de laudos fornecidos pelo CITEGEM. Conclusão.

Com base nos dados apresentados na Tabela 2, não é possível afirmar que a concentração de contaminantes no solo aumenta com a profundidade. Ou seja, não há linearidade entre a concentração de contaminantes e a profundidade do solo. Essa variação ocorre tanto entre os diferentes parâmetros quanto para os diferentes pontos amostrais. Sendo assim, o estudo não indica que os contaminantes estão se infiltrando no solo diluídos pela água da chuva. Salienta-se que as amostras de solo não correspondem à área de base do aterro, porém, as águas pluviais podem percolar sobre o aterro levando contaminantes diluídos. As amostras de solo são, sim, próximas aos poços de monitoramento do lençol freático. Dessa forma tem-se uma análise da possível dispersão dos contaminantes pelo solo até que estes atinjam as águas subterrâneas. Os pontos amostrais 1 e 4 não sofrem interferência do aterro pois estão em cotas mais altas do terreno e sob os quais não houve aterro de RSU, e, sobretudo, não recebem águas pluviais que tenham percolado sobre as células de aterro. Sendo assim, esses deveriam ser pontos com menor concentração de contaminantes em relação aos pontos amostrais 2 e 3. No entanto, não há distinção abrupta entre concentrações encontradas nos

pontos à montante e à jusante das células. O fato das águas subterrâneas não indicarem presença de metais pesados como chumbo, cromo e níquel (com exceção do poço 1), metais estes presentes em todas as amostras de solo, deixa clara a capacidade de sorção de cátions pelo solo. Em suma, os perfis de acúmulo de metais pesados, provenientes ou não do aterro de RSU, demonstram que estas espécies químicas não alcançaram o nível freático do local.

4.3 Qualificação e análise de poluição da nascente do Lajeado Erval Novo.

Na Tabela 3 são expressos os resultados obtidos para as análises de água da nascente.

PARÂMETRO	Nascente	Padrão de Potabilidade (VMP)	Limite de Detecção	Unidade
Alcalinidade total	19,66	-	4,7	mg/L
Alumínio	0,188	0,2	0,066	mg/L
Bactérias Heterotróficas	450	500	1	UFC/mL
Cálcio	7,14	-	0,44	mg/L
Chumbo Total	<0,01	0,01	0,01	mg/L
Cloretos	7,07	250	0,493	mg/L
Cobre total	>0,006	2	0,006	mg/L
Coliformes termotolerantes	1836,5	Ausência em 100 mL	1	NPM/100mL
Coliformes totais	2925	-	1	NPM/100mL
Condutividade elétrica	67,9	-	-	µS/cm
Cromo total	<0,022	0,05	0,022	mg/L
Dureza total	34	500	1,480	mg/L
Ferro total	0,57	0,3	0,035	mg/L
Fluoreto	0,34	1,5	0,068	mg/L
Magnésio	3,3	-	0,018	mg/L
Manganês	0,051	0,1	0,009	mg/L
Níquel total	<0,02	0,07	0,020	mg/L
Nitrato	10,4	10	0,010	mg/L
Nitrito	<0,003	1	0,003	mg/L
Nitrogênio total	0,12	-	0,020	mg/L
Oxigênio Dissolvido	6,9	-	0,40	mg/L
pH	5,92	6-9	-	-
Potássio	0,68	-	0,034	mg/L
Sódio	7,54	200	0,054	mg/L
Sólidos dissolvidos totais	68,5	1000	1,0	mg/L
Sulfato	9,1	250	0,690	mg/L
Turbidez	2,59	5	0,280	NTU
Zinco total	0,017	5	0,014	mg/L

Legenda: **Potável**, **Não potável**, Não previsto na Portaria 2914/11 *VMP – Valor máximo permitido.

Tabela 3. Indicadores de qualidade da nascente. Fonte: Elaborado pelos autores com base nos laudos analíticos e padrões de qualidade da Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde.

Analisando os parâmetros encontrados em concentrações acima do padrão de potabilidade, referente à concentração de ferro destaca-se que o teor desse metal se apresentou alto nas águas subterrâneas, no solo e em menor proporção na água da nascente, porém ainda superior ao valor de referência. Atribui-se a presença de ferro em todos esses ambientes ao intemperismo e ao material de origem do solo local, os Latossolos Vermelhos

têm predomínio de caulinita e óxidos de ferro (STRECK, 2008). A presença de nitrato foi detectada em concentração 0,4 mg/L acima do padrão de potabilidade. Resende (2002) esclarece que o nitrato é a principal forma em que o nitrogênio está associado à contaminação da água pelas atividades agropecuárias. Devido às características químicas da molécula, o nitrato da solução de solo fica mais propenso à lixiviação, sendo conduzido às águas superficiais. Diversos estudos destacam a ocorrência de contaminação por nitrato e nitrito em bacias hidrográficas ocupadas por atividades agropecuárias. Resende (2002) destaca ainda que a elevação dos teores de nitrato na água é indicativo de risco potencial de outras substâncias indesejáveis, tais como moléculas sintéticas de defensivos agrícolas que possivelmente se comportam de forma análoga ao nitrato.

4.4 Índices de poluição em outras nascentes e águas subterrâneas do município de Bom Progresso.

Dos sessenta pontos amostrais, apenas três apresentaram condições próprias para o consumo humano. Em oito pontos não fora apresentada conclusão sobre a potabilidade da água devido às amostras apresentarem presença de coliformes totais e ausência de *Escherichia Coli*. Em quarenta e nove pontos as amostras foram consideradas não potáveis devido à presença de *Escherichia Coli*, indicador de contaminação fecal. Amaral et al. (2003) verificou situação semelhante quando analisou a qualidade microbiológica da água em propriedades rurais na região Nordeste do Estado de São Paulo. Na ocasião, divulgou-se a constatação de que 90% das águas de consumo humano (fontes, poços, nascentes ou reservatórios) estavam fora dos padrões de potabilidade no período chuvoso e 83,3% estavam nas mesmas condições em períodos de estiagem (AMARAL et al., 2003). Conoboy e Gossi (2000) acrescentam que no meio rural as principais fontes de abastecimento de água são os poços rasos e nascentes, fontes bastante susceptíveis à contaminação.

5. Considerações finais

Referente às águas subterrâneas, observou-se que os poços à jusante das células de aterro (poços 2, 3 e C), apresentaram qualidade superior aos poços localizados à montante das células de aterro. Os Poços 2 e 3 indicaram a menor concentração de poluentes para os parâmetros analisados, excetuando-se a presença de potássio no Poço 2 e de nitrato no Poço 3. Outra exceção foi a maior concentração de bactérias heterotróficas no Poço C. Para os parâmetros encontrados acima dos limites de potabilidade nos poços de monitoramento, discute-se a possibilidade de ocorrência natural, origem de deflúvio da atividade agrícola ou, ainda, nos pontos à jusante, não se descarta a possibilidade de influência do aterro. Salienta-se que a ampliação do estudo é pertinente. Sobretudo, pode-se concluir que a qualidade das águas subterrâneas não indica esteja ocorrendo dispersão de contaminantes provenientes das células de aterro através de infiltração no solo e posteriormente atingindo o lençol freático.

As análises de solo no CITEGEM indicaram presença de metais pesados que podem ser indicativos de contaminação por percolação de material lixiviado de aterro. Contudo, os pontos amostrais à montante, ou seja, que não sofrem influências do aterro, apresentaram concentrações de contaminantes semelhantes aos pontos à jusante. Sendo assim, não se pode apontar a origem das substâncias encontradas. Corroborar com essa hipótese o fato de que a concentração dos possíveis contaminantes não aumenta com a profundidade. Ou seja, os

contaminantes não estão se infiltrando no solo diluídos pela água da chuva e acumulando-se neste, bem como, não atingiram o lençol freático.

Por fim, a avaliação dos parâmetros de qualidade da nascente do Lajeado Erval Novo apresentou resultados acima do valor máximo permitido para potabilidade apenas para as concentrações de ferro e nitrato, além dos parâmetros microbiológicos já mencionados. Para a elevada concentração de ferro aponta-se ocorrência natural, uma vez que a presença de ferro é elevada no solo, nas águas subterrâneas e na nascente. Atribui-se tal fator ao material de origem formador do solo local. Por sua vez, o nitrato é apontado por Resende (2002) como a principal forma em que o nitrogênio está associado à contaminação da água pelas atividades agropecuárias. Sendo assim, destaca-se que o manejo agrícola possivelmente tem alterado a qualidade da água da nascente do Lajeado Erval Novo.

Para esse estudo, desqualifica-se a análise isolada dos parâmetros microbiológicos como indicativos de contaminação proveniente do aterro, tanto para os poços quanto para a nascente devido à grande quantidade de variáveis e a alta frequência de contaminação semelhante em outros pontos do município.

Referências

AMARAL Luiz Augusto do, FILHO Antônio Nader, JUNIOR Oswaldo Durival Rossi, FERREIRA Fernanda Lúcia Alves e BARROS Ludimilla Santana Soares. **Água de consumo humano como fator de risco em propriedades rurais**. Rev Saúde Pública USP 37(4):510-4. Disponível em <http://www.rsp.fsp.usp.br/>. (2003)

ASSOCIAÇÃO Brasileira de Normas Técnicas. **NBR13896**. Estabelece os critérios mínimos exigíveis para projeto, implantação e operação de aterros de resíduos não perigosos. Rio de Janeiro: 1997.

AVELAR, Solange de Andrade. **Avaliação do Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos do Município de Coronel Fabriciano – MG**. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado. Centro Universitário de Caratinga. Caratinga: 2006.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Brasília: 2 ago. 2010.

BRASIL. **Portaria Ministério da Saúde nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: 12 dez. 2011.

CELERE, Mariana Smidt; OLIVEIRA, Aline da Silva; TREVILATO, Tânia Maria Beltramini e MUNÕS Susana Inês. **Metais presentes no chorume coletado no aterro sanitário de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, e sua relevância para saúde pública**. Caderno Saúde Pública. Rio de Janeiro. Abr, 2007.

GIMENO, García; ANDREU, V e BOLUDA, R. **Heavy metals incidence in the application of inorganic fertilizers and pesticides to rice farming soils**. Environmental Pollution. Kindlington, v. 92, nº1, pg 19-25. 1996.

JUCÁ, José Fernando Thomé, OLIVEIRA, Fernando Jorge Santos. **Acúmulo de metais pesados e capacidade de impermeabilização do solo imediatamente abaixo de uma célula de um aterro de resíduos sólidos**. Eng Sanit Ambient 9:211-7. Jun/set 2004.

OLIVEIRA, Selene de. **Avaliação de parâmetros indicadores de poluição por efluente líquido de um aterro sanitário.** Artigo técnico publicado no periódico Eng. Ambiental e Sanitária. Vol. 9 – nº 3. Jul-Set. 2004.

MERTEN, GH. e MINELLA, JP. **Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura.** Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, vol. 3, no. 4. 2002.

RAMALHO, Jair Felipe Pereira Garcia et al. **Contaminação da Microbacia de Caetés com Metais Pesados Pelo Uso de Agroquímicos.** Pesq. Agrop. Bras., volume 35, pg 1239-1303, jul. 1999.

RESENDE, Álvaro Vilela. **Agricultura e qualidade da água: contaminação da água por nitrato.** Documentos ISSN1517-5111. Embrapa – Ministério do Desenvolvimento Agrário. Planaltina/DF. 2002.

TERZAGHI, K., e Peck, R.B., **Mecânica dos solos na Prática da Engenharia,** Segunda Edição: John Wiley & Sons, Nova York. 1967.