

Análise microbiológica e direção do fluxo subterrâneo do lixão desativado em Ji-Paraná, Rondônia

Raissa Fonseca Ferreira⁽¹⁾; Andreza P. Mendonça⁽²⁾; Edson Roberto Cuzzoul⁽³⁾;
Elizabete L. do Nascimento⁽⁴⁾; Rosalvo Stachiw⁽⁵⁾; Elvino Ferreira⁽⁶⁾

⁽¹⁾Mestranda, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Unir, Câmpus de Rolim de Moura, Av. Norte Sul, 7.300, Nova Morada, CEP 76940-000, Rolim de Moura - RO, raissa.fonseca@outlook.com; ⁽²⁾Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Ciências de Florestas Tropicais, Inpa, Manaus - AM, mendonca.andreza@gmail.com; ⁽³⁾Técnico Florestal, Instituto Federal de Rondônia, Câmpus Ji-Paraná; ⁽⁴⁾Pesquisadora Unir, Departamento de Engenharia Ambiental, campus Ji-Paraná; ⁽⁵⁾Pesquisador (orientador), Unir, Departamento de Engenharia Florestal, Câmpus de Rolim de Moura, rosvalvo_stachiw@unir.br; ⁽⁶⁾Pesquisador, Unir, Departamento de Agronomia, Câmpus de Rolim de Moura, elvino@unir.br.

RESUMO – No Brasil o alto número de municípios que dispõe os resíduos sólidos em locais inadequados têm se tornado um dos principais agentes contaminantes dos mananciais subterrâneos, implicando a contaminação do lençol freático por lixões e ainda a geração de contaminantes ao longo do tempo. O trabalho propõe identificar o direcionamento do fluxo e analisar microbiologicamente a água consumida pelas famílias residentes no entorno do lixão desativado do município de Ji-Paraná-RO. Foram selecionadas sete propriedades do entorno do lixão. A qualidade microbiológica foi avaliada pela detecção de coliformes totais e *E. coli* e o fluxo da água subterrânea ocorreu por meio da medição da lâmina d'água e altimetria dos poços amostrados. Todas as propriedades utilizam poços como abastecimento, sendo que a vedação superior desses poços ocorre com tampas de concreto na maioria dos casos e somente três poços apresentam revestimento em toda a sua profundidade. Detectou-se forte relação dos critérios construtivos com os resultados microbiológicos, onde 100% das propriedades apresentaram contaminação por coliformes totais, enquanto para *E. coli* somente os poços que possuem manilha em suas estruturas não apresentaram contaminação. Os poços apresentam profundidade inferior a 10 metros, com nível d'água em torno de 7 metros. O fluxo da água subterrânea demonstrou direcionamento proveniente da área do lixão desativado para as residências estudadas, condicionando dessa forma uma alta vulnerabilidade dos corpos hídricos. Além disso, a área do lixão desativado apresenta um maior nível do terreno em relação às residências próximas e não há um controle e um monitoramento dos possíveis impactos.

Palavras-chave: Saneamento, lençol freático, descarte de resíduos sólidos.

Microbiological analysis of groundwater flow direction and the disabled dump Ji-Paraná, Rondônia

Abstract - In Brazil, the high number of cities which discard solid residues in inappropriate places has become one of the main contaminant agents of the ground water sources, implying the contamination of the ground water by open dumps and generation of contaminants over time. This paper proposes to identify the direction of the flow and microbiological analysis the water consumed by the families living around the disabled open dump in the city of Ji-Paraná – RO. Seven properties around the open dump were chosen. The microbiological quality was evaluated by detection of totals coliforms and *E. coli* and the underground water flow occurred by measurement of water depths and altimetry of the wells sampled. All the properties use wells as supply and the top seals of these wells occurs with concrete cover in most of them and only three wells show covering in all its depth. It was noticed a strong relation of the way they were built and the microbiological results, where 100% of the properties present contamination by totals coliforms, while *E. coli* only the wells covered all over do not present contamination. The wells present depths lower than 10 meters with water levels around 7 meters. The underground water flow showed direction coming from the area of the disabled open dump to the studied houses, conditioning to a high vulnerability of water resources. Besides that, the area of the disabled open dump presents a bigger level of the land in relation to the close houses and there is not a control and monitoring of potential impacts.

Keywords: Sanitation, groundwater, solid waste disposal.

1 INTRODUÇÃO

Um importante agente de contaminação dos mananciais subterrâneos são os depósitos de resíduos sólidos, dispostos diretamente sobre o solo e a céu aberto, conhecidos como lixões (NÓBREGA et al., 2008). No Brasil, apenas 38% dos municípios brasileiros dispõem seus resíduos em aterros sanitários, enquanto o percentual restante destinam seus resíduos em aterros controlados e lixões (ABRELPE, 2009).

De acordo com Lima (2009) a falta de critérios ambientais na instalação de lixões tem provocado, ao longo do tempo, inúmeros problemas de contaminação de solos e recursos hídricos, sendo o chorume a ameaça mais significativa para as águas subterrâneas, tendo em vista o alcance às camadas mais profundas dos aterros.

A poluição das águas por esse efluente pode provocar endemias ou intoxicações, caso ocorra à presença de organismos patogênicos e substâncias tóxicas em níveis acima do permissível (SISINNO, 2002).

Além disso, esse efluente apresenta altas concentrações de matéria orgânica, bem como consideráveis quantidades de metais pesados, sendo que sua geração pode levar mais de 20 anos após o encerramento das atividades de disposição final, enquanto a autodepuração de um aquífero contaminado por este líquido pode levar dezenas de anos (CAMPBELL 1993; DANIEL, 1993; CHRISTENSEN et al., 2000).

Com a crescente degradação dos recursos hídricos e a frequente escassez de água diante de múltiplos usos, a qualidade da água fica vulnerável às condições ambientais e locais a qual está exposta. Concomitantemente a isso, as áreas de disposição final de resíduos sólidos são instaladas em sua maioria em áreas rurais, sem planejamento ambiental. Dessa forma os resíduos são dispostos inadequadamente em solos permeáveis e, eventualmente, ocorrer migração dos líquidos percolados para o lençol freático e deste para o corpo d'água mais próximo, podendo comprometer a qualidade da água de áreas adjacentes.

De acordo com Iritani e Ezaki (2012) a parede dos poços deve ser erguida alguns centímetros acima do solo e uma laje de concreto devem ser construídas ao seu redor. A impermeabilização da parede do poço até os primeiros metros de profundidade e a laje de proteção evita a infiltração de água suja ou poluída que contaminam a água subterrânea. O poço deve permanecer sempre tampado e seu entorno cercado para evitar a circulação de pessoas e animais.

A utilização de critérios técnicos adequados na construção dos poços torna-se importante uma vez que pode influenciar na qualidade da água captada como também, podem

ocasionar risco a qualidade das águas subterrâneas por meio da interconexão entre os aquíferos (ANA, 2007).

Deste modo, admitindo a possibilidade de contaminação do lençol freático por lixões e podendo este ser gerado ao longo dos anos, o trabalho propôs identificar o direcionamento do fluxo da água subterrânea e ainda analisar microbiologicamente a água consumida pela população do entorno do lixão desativado do município de Ji-Paraná.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

Foram selecionadas sete propriedades do entorno do lixão desativado, localizadas no Bairro Boa Esperança, no município de Ji-Paraná, Rondônia (Figura 1).



Figura 1. Localização da área de estudo.

O município apresenta população de 116.610 habitantes (IBGE, 2010). A taxa média diária de geração de resíduos domésticos por habitante em áreas urbanas é de 0,5 a 1 kg.hab.dia⁻¹ para cada cidadão, dependendo do poder aquisitivo da população, nível educacional, hábitos e costumes. E segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), a produção per capita de resíduos sólidos domiciliares, segundo os extratos populacionais dos municípios brasileiros que possuem de 100.000 a 199.999 habitantes é de 0,69 kg.dia⁻¹ (IBGE, 2002).

O lixão em estudo esteve em operação durante cinco anos, no período de 1993 a 1998, apresentando área de 4,68 ha e o tipo de solo predominante dessa região constitui-se em latossolos vermelho-amarelos e amarelos (PRAD, 2008). Os latossolos são solos bem desenvolvidos, profundos ou muito profundos, bem drenados, com pouca diversificação de cor e textura, apresentam maior resistência aos processos erosivos e, no geral, são solos com baixa fertilidade, sendo necessárias correção e adubação (PESACRE, 2007).

2.2 Qualidade Microbiológica

Em cada propriedade foram coletadas amostras de água dos poços, a fim de verificar a qualidade microbiológica da fonte hídrica. Na área de estudo não há rede de distribuição de água da Companhia de Águas e Esgotos de Rondônia (Caerd), responsável pelo abastecimento no Estado e dessa forma os moradores utilizam poços como solução alternativa.

A qualidade microbiológica da água foi analisada por meio da presença das bactérias do grupo coliforme, detectada por meio da contagem dos coliformes fecais (*Escherichia coli*) e coliformes totais, utilizando o método das membranas filtrantes em meio cromogênico (APHA, 1995).

O método de membranas filtrantes em meio cromogênico consiste em passar um volume conhecido de água (100 ml) por uma membrana quadriculada (porosidade de 0,45 µm e diâmetro de 0,47mm) com o auxílio de um sistema de filtração e bomba a vácuo.

2.3 Direção do Fluxo

Para avaliar a direção do fluxo da água subterrânea, realizou-se a medição da lâmina d'água dos poços amostrados, com auxílio de fita métrica, obtenção das coordenadas geográficas e altimetria dos poços.

O georreferenciamento e a altimetria foram realizados com auxílio de GPS (*Global Position System*) modelo Garmin 76Csx. Utilizou-se o Sistema de Projeção Universal Transverso de Mercator (UTM), Modelo da Terra *South American Datum* (SAD-69). Utilizando como base de dados o acervo disposto no sítio do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010).

O processamento do fluxo e georreferenciamento foram realizados pelo *software* Surfer versão 10. As imagens utilizadas foram adquiridas do *Google Earth* por meio do provedor Digital Globe.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os poços analisados no entorno do lixão desativado de Ji-Paraná, apresentam como vedação superior tampas de concreto (Figura 2) e apenas um local (propriedade 5) faz uso de tábuas de madeira como cobertura.



Figura 2. Tamponamento dos poços do entorno do lixão desativado, Ji-Paraná.

No presente estudo, alguns moradores justificaram a vedação utilizada do poço como medida preventiva contra o furto das respectivas bombas, evidenciando que a causa primária não está relacionada ao aspecto sanitário dos mananciais. Com relação a impermeabilização das paredes dos poços avaliados, apenas os poços 2, 3 e 4 são revestidos com manilha em toda a sua profundidade (Figura 3).



Figura 3. Detalhe do revestimento das paredes em três poços analisados.

De acordo com Heller e Pádua (2006), as obras envolvidas na complementação dos poços escavados constituem-se da impermeabilização de pelo menos três metros da porção superior do poço como proteção sanitária, a construção de uma parede impermeável de um metro acima da superfície do terreno, como também a construção de uma tampa de concreto para o poço.

Percebeu-se uma forte relação dos critérios construtivos com os resultados microbiológicos da área estudada. As sete propriedades que foram avaliadas apresentaram contaminação por coliformes totais. Sendo que destas apenas três (propriedades 2, 3 e 4) não apresentaram contaminação por *E. coli*, as quais apresentavam em comum a utilização de manilhas em suas estruturas.

Estudos semelhantes realizados por Martins (2011) e Cremonese (2014) na mesma área do entorno do lixão desativado, também detectaram contaminação microbiológica. Dos poços analisados por Martins (2011), 75% apresentaram contaminação por *E. coli* no período chuvoso. Enquanto no período seco estes valores corresponderam a 85% dos poços avaliados. Com relação aos coliformes totais 100% estavam contaminadas nos dois períodos estudados.

Cremonese (2014) detectou a presença de coliformes totais em todas as amostras analisadas e em ambos os períodos estudados. Já para *E. coli* somente 1 (um) poço no período chuvoso não apresentou contaminação e no período seco houve contaminação em 50% dos poços. A mesma autora destaca ainda que o descarte de resíduos que ainda ocorre na área, principalmente por meio da descarga de caminhões “limpa-fossa”, pode estar contribuindo com a contaminação do lençol freático, assim como a diferença de cotas entre os terrenos das propriedades do entorno do lixão desativado e a área do lixão, sendo observada cota superior na área do lixão, favorecendo deste modo a percolação de contaminantes.

As autoras citadas acima registraram maior contaminação no período seco, coincidindo com o período avaliado nesse estudo. A alta contaminação deve-se possivelmente a distância entre o poço e a fossa ser menor que 15 m, verificada em ambos estudos. Além

disso, os poços foram escavados sem critérios técnicos adequados e alguns casos não possuem revestimento, favorecendo a contaminação.

Quanto a profundidade dos poços no presente estudo, de modo geral não houve nenhum poço com profundidade igual ou superior a 10 metros (Tabela 1). Com relação ao nível de água dentro do poço (distância do nível do terreno ao nível de água dentro do poço), todos variaram em torno de 7 metros (Tabela 1).

Tabela 1. Profundidades e nível d'água dos poços em torno do lixão desativado.

Poços	Profundidade (m)	Nível d'água (m)	N. Estático (m)
1	8,3	7,5	0,8
2	9,0	7,5	1,5
3	8,1	7,1	1,0
4	7,9	7,0	0,9
5	8,1	7,4	0,7
6	9,0	7,7	1,3
7	8,7	7,6	1,1

Os valores encontrados por Cremonese (2014) com relação as profundidades dos poços, corroboram com este estudo, em que variaram de 6,9 a 9,2 metros, com média de 8,0 metros.

Ressalta-se que a água captada superficialmente, ou oriunda de lençol freático pouco profundo como é comum no Estado de Rondônia, apresenta baixa proteção física do solo ou de rochas, o que as tornam mais propensas à contaminação (GONÇALVES, 2003; AZEVEDO, 2006; CASALI, 2008).

Somado a isso, outro aspecto observado foi o fluxo da água subterrânea que demonstrou a tendência do direcionamento hídrico, proveniente da área do lixão desativado em direção às residências estudadas (Figura 4). Neste cenário, a área habitada em torno do lixão desativado apresenta alta vulnerabilidade à contaminação hídrica, visto a altimetria da área do lixão ser superior às áreas adjacentes (Figura 4).

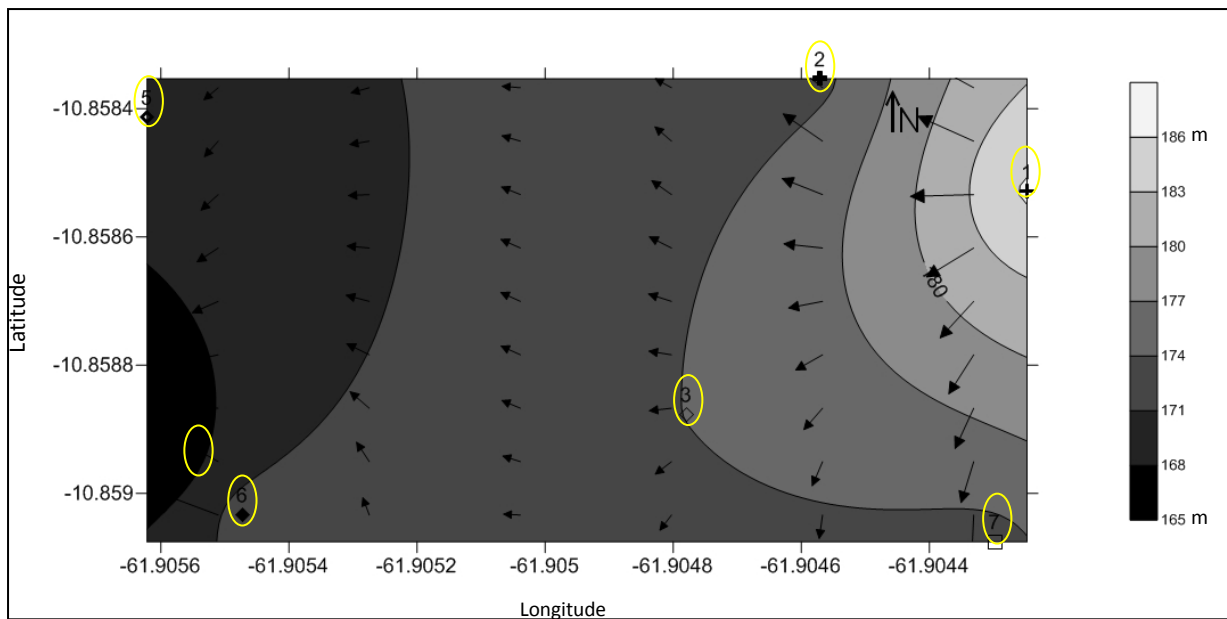


Figura 4. Direcionamento do fluxo hídrico e altimetria dos poços estudados na área do lixão desativado, Ji-Paraná.

Calcagno (2001) aponta que a vulnerabilidade de um aquífero refere-se ao seu grau de proteção natural às possíveis ameaças de contaminação potencial, e depende das características litológicas e hidrogeológicas dos estratos que o separam da fonte de contaminação (geralmente superficial), e dos gradientes hidráulicos que determinam os fluxos e o transporte das substâncias contaminantes por meio dos sucessivos estratos e dentro do aquífero.

O entorno do lixão desativado, além das residências analisadas que fazem parte do Bairro Boa Esperança, conta com construções residenciais do Programa Governamental e ainda com propriedades rurais. Notou-se que os moradores usam parte da área do lixão desativado como espaço de lazer, utilizando-o como campo de futebol. Outro agravante é o fato do local não possuir sinalização com placas de advertência, como recomenda o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (2008), indicações sobre os limites do lixão ou ainda monitoramento da qualidade ambiental do mesmo.

Deste modo o estudo da tendência da direção de fluxo das águas subterrâneas torna-se uma importante ferramenta para identificar as prováveis contaminações, assim como torna possível o planejamento de ações voltadas à minimização deste risco.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os aspectos construtivos dos poços utilizados pela comunidade do entorno do lixão desativado em Ji-Paraná apresentaram estrita relação com a contaminação microbiológica da

água dessa região. Os métodos construtivos utilizados pela população local não consideraram prioritariamente a qualidade sanitária da fonte de abastecimento.

A tendência do fluxo da água subterrânea demonstrou uma alta vulnerabilidade dos corpos hídricos da região na área do lixão desativado, assim como as soluções alternativas de abastecimento do Bairro Boa Esperança, visto o direcionamento do fluxo hídrico ser proveniente da área do lixão em direção as residências do entorno. Nesse sentido, faz se necessários estudos complementares da hidrogeologia, geomorfologia e ainda análises físico-químicas como complementação e aprofundamento do cenário atual e detecção de possíveis riscos da região. Assim como, monitoramento, acompanhamento e medidas que mitiguem ou minimizem os riscos susceptíveis que a área desativada do lixão possa acarretar.

Além disso, é necessário promover a conscientização ambiental e a capacitação das famílias do entorno com relação aos cuidados construtivos e higiênico-sanitários das soluções alternativas de abastecimento de água.

AGRADECIMENTOS

A primeira autora agrade a bolsa de mestrado recebida pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes.

5 REFERÊNCIAS

- APHA, AWWA, WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19 Ed. Washington, 1995.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2009**. São Paulo, ABRELPE 2009. 208 p.
- ANA (Agência Nacional de Águas). **Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil**. Caderno de Recursos Hídricos nº5. Brasília, 2007 b. 124 p.
- AZEVEDO, R. P. Uso de água subterrânea em sistema de abastecimento público de comunidades na várzea da Amazônia central. **Acta Amazônica**. vol. 36 (3) 2006, 313– 320 p.
- CALCAGNO, A. Identificação de área para a execução de programas e ações piloto e definição de termos de referência: atividade 09 do Projeto Aquífero Guarani. Brasil: ANA, 2001.
- CAMPBELL, D. J. V. Environmental management of landfill sites. **Journal IWEM**, v. 7, 1993. 170-174 p.
- CASALI, C. A. **Qualidade da água para consumo humano ofertada em escolas e comunidades rurais da região central do Rio Grande do Sul**. Dissertação de Mestrado. Santa Maria, RS. 2008. 173 p.
- CHRISTENSEN, H. T., BJERG, P. L., BANWART A S, JAKOBSEN, R., GORM H, HANS-JORGEN, A. Characterization of redox conditions in groundwater contaminant plumes. **Journal of Contaminant Hydrology**.

DK-2800, Lyngby, Denmark, Received 12 July 1999; received in revised form 22 March 2000; accepted 29 May 2000.

CREMONESE, E. R. **Avaliação da qualidade da água de poços localizados próximos as áreas de deposição de resíduos sólidos do município de Ji-Paraná (RO)**; Ji-Paraná: UNIR, 2014. Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental), Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Rondônia, 2014.

DANIEL, D. E. (Ed.). **Geotechnical practice for waste disposal**. London: Chapman & Hall, 1993. 683 p.

GONÇALVES, C. S. **Qualidade de águas superficiais na microbacia hidrográfica do arroio Lino Nova Boêmia**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Santa Maria, Agudo – RS. 2003. 90f.

HELLER, L. e PÁDUA, V. L. de. **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006. 859 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento**. Rio de Janeiro, 2002.

_____. **Sinopse Censo 2010**. Disponível em:

<<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=11&dados=0>>. Acesso em: 28 set. 2014.

IRITANI, M. A. e EZAKI, S. **As águas subterrâneas do Estado de São Paulo**. Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SMA, 2012. 104 p.: il. Color, 23 cm. 3a edição.

LIMA, A. C. P. **Avaliação da qualidade da água do aquífero subterrâneo do entorno do centro industrial do Subaé / Feira de Santana**. BA- Brasil. Agosto de 2009.

MARTINS, I. A. V. **Avaliação da qualidade da água subterrânea em área de influência do lixão inativo no bairro Boa Esperança (Ji-Paraná/RO)**. Ji-Paraná: UNIR, 2011. Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental), Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Rondônia, 2011.

NÓBREGA, C.C.; SOUZA, I.M.F.; ATHAYDE JÚNIOR, G.B.; GADELHA, C.L.M. Impacto de um lixão desativado na qualidade das águas subterrâneas locais. **I Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos Castellón**, 23-24 de julio de 2008.

PESACRE (Grupo de Pesquisa e Extensão em Sistemas Agroflorestais do Acre). **Plano territorial de desenvolvimento rural sustentado**. Secretaria de Desenvolvimento Territorial - Ministério do Desenvolvimento Agrário. Território central - Estado de Rondônia, 2007.

PRAD (Plano de Recuperação de Áreas Degradadas). **Área destinada ao depósito de resíduos sólidos urbanos da cidade de Ji-Paraná**. Ji - Paraná: Prefeitura do Município de Ji-Paraná, RO, novembro, 2008. 50 p.

SISINNO, C. L. S. **Destino dos resíduos sólidos urbanos e industriais no estado do Rio de Janeiro:**

Avaliação da toxicidade dos resíduos e suas implicações para o ambiente e para a saúde humana. Rio de Janeiro, 2002.