

ANÁLISE DA QUALIDADE DE ÁGUA SUPERFICIAL NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DE UM ATERRO SANITÁRIO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Tuilly de Fátima Macedo Furtado Guerra ¹

Elisângela Maria da Silva ²

Márcio Camargo de Melo ³

RESUMO

O Riacho Logradouro é resultante da drenagem de natural na área de influência do Aterro Sanitário em Campina Grande, Paraíba, Brasil. Com o intuito de avaliar possíveis contaminações devida à atividade do Aterro foram analisadas as variáveis físico-químicas (Dureza, Sulfato, Cor, Turbidez e pH) e os teores de metais (Chumbo, Alumínio, Cromo e Ferro) das águas superficiais em um ponto à jusante do Aterro durante os três primeiros anos de monitoramento (2016 a 2018). Foram constatadas altas concentrações de dureza, cor e turbidez. Em relação ao sulfato, foram encontrados altos valores, em períodos isolados, estando a maior parte dos resultados dentro das especificações da Resolução CONAMA nº 357 (2005). Entre os metais analisados, o chumbo e o cromo apresentaram valores bem acima do limite estabelecido pela Norma citada. Diante dessas alterações, é necessário ampliar a pesquisa para avaliar a real contribuição do Aterro nessa fonte de água superficial.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos Urbanos, Recursos Hídricos e Contaminação de águas

INTRODUÇÃO

O gerenciamento de resíduos sólidos são uma das principais características de um ambiente e desenvolvimento sustentável (AJA et al., 2014). Para isso ocorrer é necessário uma disposição correta, sendo o aterro sanitário um dos destinos mais aceitáveis, porém gera o lixiviado, um subproduto altamente tóxico e que precisa de tratamento.

O lixiviado é um dos riscos ambientais mais graves associados aos aterros, pois pode contaminar as águas subterrâneas e as águas superficiais devido à dissipação do lixiviado no solo (ASHRAF et al., 2013 ; NAVEEN et al., 2017; HUSSEIN, 2019).

As características do lixiviado variam com base nos resíduos sólidos heterogêneos e normalmente dependem das composições de misturas de resíduos, condições geográficas, idade dos aterros / idade dos resíduos depositados. Os processos bioquímicos ao longo do caminho do fluxo controlam a composição química dos lixiviados e a natureza da pluma contaminada criada no aquífero subjacente (NAVEEN et al., 2017; AHARONI et al., 2020).

¹ Doutoranda do Curso de Engenharia Civil e Sanitária da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, tuillyfurtado@gmail.com;

² Doutoranda do Curso de Engenharia Civil e Sanitária da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, elisa_maria18@hotmail.com;

³ Orientador - Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, melomc90@gmail.com.

O lixiviado possui em sua composição poluentes tóxicos que se drenado aos corpos hídricos pode provocar impactos ambientais a biota aquática através da indução de transformações na sua composição química, como degradação da matéria orgânica, transformação de nitrogênio (por exemplo, nitrificação e desnitrificação), redução e oxidação de metais, acúmulo de sulfato, etc. (AHARONI et al., 2020).

Os metais estão entre os principais contaminantes presentes no lixiviado devido a sua elevada toxicidade (NAMINATA et al., 2018). Avaliar as concentrações desses elementos é imprescindível ao tratar de qualidade de águas superficiais, uma vez que, esses são altamente reativos e bioacumulativos (VONGDALA et al., 2019).

Estudos tem mostrado o impacto negativo da atividade de aterros sanitários sobre os corpos hídricos em suas proximidades (KAPELEWSKA et al., 2019). Diante disso, é necessário monitorar a qualidade das águas superficiais, após a instalação e operação dos aterros através da avaliação dos parâmetros físicos químicos de amostras coletadas periodicamente.

A importância do controle de qualidade dos corpos hídricos se evidencia em regiões que possuem limitação desses recursos, como é o caso do semiárido brasileiro. Diante disso, essa pesquisa objetivou analisar a qualidade do Riacho Logradouro situado nas proximidades de um Aterro Sanitário na cidade de Campina Grande-PB em termos de parâmetros físico-químicos e contaminação de metais pesados durante três anos de monitoramento (2016 a 2018).

A escolha do estudo da influência desse aterro deve-se a proximidade da construção ao riacho citado, situado a cerca de 830 m das Lagoas de Lixiviado do aterro sanitário e a relevância para a região. Esse Riacho deságua no afluente do Rio Paraíba (MME, 2005), um dos mais significantes do estado devido a sua extensão e importância econômica.

METODOLOGIA

Caracterização da área de estudo

O Aterro Sanitário de Campina Grande (ASCG) localiza-se na Fazenda Logradouro II, distrito de Catolé de Boa Vista e fica distante cerca de 10 km do centro urbano da cidade de Campina Grande. Recebe cerca de 500t de resíduo diariamente e foi projetado para um total de 22 células, estando 4 finalizadas e sob monitoramento ambiental.

No que concerne às águas superficiais na área de influência direta do aterro está o riacho Logradouro resultante da drenagem natural de comportamento intermitente e com largura menor que 80,00 metros, como principal recurso hídrico superficial (Figura 1).

Figura 1- Localização do ponto de coleta e do aterro sanitário



Fonte: Adaptado do *Google Earth* (2019)

A região onde o empreendimento foi instalado está inserida na Bacia Hidrográfica do rio Paraíba, segunda maior do Estado da Paraíba, com uma área de 20.071,83 km², compreendida entre as latitudes 65°1'31" e 8°26'21" Sul e as longitudes 34°48'35" e 37°2'15".

Em relação as condições climáticas, o município de Campina Grande - PB está incluído na área geográfica do clima semiárido brasileiro. Esta delimitação tem como critérios o índice pluviométrico, o índice de aridez e o risco de seca (MIN, 2005). As chuvas são concentradas nas estações de outono e do inverno março a agosto e o período seco ocorre entre os meses de Setembro a Março.

Monitoramento das águas superficiais

A coleta das amostras do Riacho Logradouro (Figura 2) foram realizadas de acordo com a metodologia da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB, 2011) mensalmente durante o período de março de 2016 a outubro de 2018.

Figura 2 - Coleta de água superficial para monitoramento



Fonte: GGA/UFCG (2020)

Esta pesquisa se baseou em análises físico-químicas e teor de metais pesados em amostras de água coletas. As análises físico-químicas realizadas foram: Cor, Turbidez, Dureza Total, Sulfato, pH e metais pesados: Chumbo, Ferro, Alumínio e Cromo durante três anos de monitoramento (2016 a 2018) Os métodos analíticos utilizados para a realização das análises estão no Quadro 1.

Quadro 1 – Métodos analíticos utilizados nas análises físico-químicas

Indicador	Método Analítico	Referência
Cor	Espectrofotométrico	APHA, AWWA e WEF (2012)
Turbidez	Nefelométrico	
Dureza Total	Titulométrico de EDTA	
Sulfato	Cloreto de Bário	
pH	Eletrométrico	
Pb, Fe, Al e Cr	Espectrofotometria de absorção atômica	

Avaliar variáveis físico-químicas de amostras de águas superficiais é importante, pois estas são alguns dos indicadores de aceitabilidade mais básicos pelos consumidores, pois são capazes de produzir cor, sabor e odor nas águas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os resultados obtidos das variáveis físico-químicas avaliadas durante três anos de monitoramento do ASCG. Os resultados mostram as médias anuais e os valores mínimos e máximos para cada variável.

Tabela 1 – Valores dos variáveis físico-químicas avaliados

		Dureza Total (mgCaCO ₃ .L ⁻¹)	Sulfato (mg.L ⁻¹)	Cor (mgPt.L ⁻¹)	Turbidez (UNT)	pH
2016	Média	2571	196	316	21,64	8,53
	Mínimo	611	25	150	13,70	8,16
	Máximo	3408	367	500	28,43	8,74
2017	Média	7841	962	575	178,86	8,97
	Mínimo	4743	10	100	11,55	7,72
	Máximo	14372	1107	1500	584,00	9,90
2018	Média	1244	102	320	99,60	8,45
	Mínimo	361	15	80	9,11	6,78
	Máximo	2681	194	800	317,00	10,33
	Média	4189	461	417	106,10	8,65
	VMP	-	250	75	100,00	6 - 9

VMP: Valor Máximo Permissível de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005.

Fonte: (Autores, 2020)

Os resultados das variáveis físico-químicas analisadas foram comparados aos limites determinados pela Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005) para corpos d'água Classe 3. De acordo com os resultados apresentados na Tabela 1, a concentração média de Dureza Total no corpo hídrico estudado durante os três anos de monitoramento variou entre 1244 mg CaCO₃.L⁻¹ a 7841 CaCO₃ mg CaCO₃.L⁻¹. A Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005) não

determina o valor máximo permitido para a Dureza Total, porém acima de $300 \text{ mg CaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$ a água pode ser classificada como muito dura (BRASIL, 2014; VON SPERLING, 2007).

O valor médio da dureza total durante os três anos foi de $4189 \text{ mgCaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$, o que representa 83 vezes o valor encontrado por Santos *et al.* (2006) de $50 \text{ mgCaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$ em amostras de água superficial de um rio próximo a um Aterro Manaus/AM. Caso essa água fosse utilizada para consumo, implicaria em problemas como incrustação em tubulações e redução de formação de espuma (SAWYER *et al.*, 2003).

Em relação aos resultados de sulfato, os valores encontrados (Tabela 1) variaram entre $102 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ a $962 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$. O limite estabelecido para corpos de água classe 3 por meio da Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005) é de $250 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ e a Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda que as autoridades de saúde sejam notificadas quando forem identificadas concentrações superiores a $500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, devido a problemas gastrointestinais, estando os valores encontrados no ano de 2017 acima desses limites com uma média de $962 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

De acordo com Pivelli (2001) as concentrações de sulfato em águas naturais variam em geral na faixa de 2 a $80 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, estando os valores médios das amostras analisadas durante os três anos de monitoramento acima dessa faixa, porém o autor alerta que essa faixa podem exceder a $1000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ em áreas próximas a descargas industriais ou em regiões áridas onde sulfatos minerais, tal como o gesso, estão presentes.

A respeito das concentrações de cor, foram observados valores de $316 \text{ mgPt} \cdot \text{L}^{-1}$ a $575 \text{ mgPt} \cdot \text{L}^{-1}$ entre 2016 a 2018. Estando todos estes valores médios acima do estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005) que é $75 \text{ mgPt} \cdot \text{L}^{-1}$. O valor médio para o ano de 2017 foi aproximadamente 8 vezes superior ao limite. Alteração nesses limites indicam presença elevada de sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal orgânico e inorgânico (SAWYER *et al.*, 2003).

Em relação a Turbidez as amostras de água do Riacho Logradouro, avaliadas no período monitorado (Tabela 1) variaram de 21,64 UNT a 178,86 UNT, estando apenas os valores médios do ano de 2016 dentro dos limites estabelecido pela resolução do CONAMA n °357 (BRASIL, 2005) que é de 100 UNT. A alteração desse parâmetro deve-se ao excesso de partículas em suspensão (BRASIL, 2014).

Entre os parâmetros analisados esse é o mais importante para o julgamento de aceitabilidade das pessoas, pois muitas vezes o aspecto de água muito turva estão associadas a água o que pode induzi-las a procurarem outras fontes de água, muitas vezes contaminadas, podendo ser foco para disseminação de doenças. Além disso água com turbidez elevada vai

influenciar na operação da Estação de Tratamento de água pela quantidade de produtos químicos utilizados e o funcionamento dos filtros.

Ao comparar os resultados dessas duas últimas variáveis com os encontrados na pesquisa de Santos et al. (2008) que analisaram a qualidade de água superficial distante 890 m do Aterro sanitário de Cuiabá e encontraram valores médios de cor 50 mgPt.L⁻¹ e 17 UNT de turbidez, valores abaixo dos encontrados nesta pesquisa que teve valor médio total (três anos) de cor 417mgPt.L⁻¹ e 100 UNT de turbidez. O valor de turbidez também foi maior que o encontrado por Santos et al. (2006) que analisaram a qualidade de água superficial de uma bacia do rio Tarumã próximo ao aterro de Manaus que encontrou valores de turbidez abaixo de 100 UNT.

E por último, as análises de pH tiveram médias nos três anos de análise dentro da faixa recomendada pela Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005) para corpos d'água Classe 3, apenas resultados pontuais fora da recomendação.

Análise de Metais Pesados

Na Tabela 2 mostram-se os resultados encontrados de Chumbo, Alumínio, Cromo e Ferro nos três primeiros anos de monitoramento das águas superficiais do Riacho Logradouro, com os respectivos valores médios, mínimos e máximos entre 2016 e 2018.

Tabela 2 – Concentrações de metais durante o período de monitoramento das águas superficiais do Riacho Logradouro

		(mg.L ⁻¹)	<i>Chumbo</i>	<i>Alumínio</i>	<i>Cromo</i>	<i>Ferro</i>
2016	Média		0,15	0,10	0,15	0,14
	Mínimo		0,00	0,10	0,00	0,09
	Máximo		0,25	0,10	0,25	0,22
2017	Média		0,32	0,12	0,32	0,19
	Mínimo		0,10	0,10	0,10	0,06
	Máximo		0,76	0,20	0,76	0,43
2018	Média		0,095	0,10	0,095	0,10

Mínimo	0,01	0,10	0,01	0,1
Máximo	0,17	0,10	0,17	0,11
Média	0,23	0,11	0,23	0,16
VMP	0,033	0,2	0,05	5

VMP: Valor Máximo Permissível de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005.

Da mesma forma que as variáveis físico-químicas analisadas, as concentrações de metais também apresentaram maiores valores para o ano de 2017. De acordo com os resultados apresentados na Tabela 2, os valores encontrados entre 2016 a 2018 variaram de: 0,095 a 0,15 mg.L⁻¹ de Chumbo; 0,10 a 0,12 mg.L⁻¹ de alumínio; 0,095 a 0,32 mg.L⁻¹ de Cromo; 0,10 a 0,19 mg.L⁻¹ de Ferro. Os metais Chumbo e Cromo obtiveram concentrações que estão em desacordo com os Valores Máximos Permissíveis pela Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005).

O metal chumbo teve média para os três anos de monitoramento valor de 0,23 mg.L⁻¹, o que representa aproximadamente, 7 vezes o VMP pela norma citada. Esses valores também estão acima dos relatados por Naminata *et al.* (2018), que encontraram em uma baía nas proximidades de um aterro na cidade de Abidjan, Costa do Marfim, concentrações médias de chumbo que variaram entre 260 µg.L⁻¹ a 860 µg.L⁻¹.

Em relação ao Chumbo, teve média geral de 0,23 mg.L⁻¹, o que representa um valor 4,6 acima do estabelecido pela norma. Ao comparar com os valores relatados por Santos *et al.* (2008) que analisaram a qualidade de água superficial na área de influência do aterro sanitário em Cuiabá, distante 660 m do ponto a Jusante do lançamento de lixiviado tratado, encontraram valores de chumbo abaixo de 0,01 mg.L⁻¹ constata-se que os valores encontrados nesta pesquisa são superiores, apesar do ponto de coleta das amostras de água analisadas ser mais distante que o dos autores, cerca de 830.

A alteração na concentração desses metais é um fator de preocupação pelo potencial de poluição e toxicidade que eles possuem. O chumbo, por exemplo, é um composto cumulativo provocando um envenenamento crônico denominado saturnismo e a exposição prolongada do homem a esse metal, são observados efeitos renais, cardiovasculares, neurológicos e nos músculos e ossos, entre outros (CETESB, 2017).

Em relação ao Cromo, sua toxicidade está limitada aos compostos hexavalentes (Cromo VI), que têm uma ação irritante e corrosiva no corpo humano. A exposição do cromo hexavalente pode ocorrer, geralmente, através da inalação contato com a pele e ingestão

(SILVA *et al.*, 2008; CHEIS, 2014). A resolução Conama n° 357 determina com VMP 0,05 mg.L⁻¹ de Cromo assim como a recomendação da OMS, porém não há estudos científicos que comprovem qual o nível de cromo ingerido pode vir causar a doença.

Diante disso é necessário analisar qual a contaminação do Riacho Logradouro, está ocorrendo devido a atividades antropogênicas, deposição atmosférica, efluentes industriais ou pela influência da lixiviação de áreas contaminadas, neste caso o Aterro Sanitário.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- As análises físico-químicas das amostras de água do Riacho Logradouro realizadas durante os anos de 2016 a 2018 indicaram que esses os valores desses parâmetros estavam na sua grande maioria acima (exceto o pH) do estabelecido pela legislação ambiental brasileira para corpos de água classe 3;
- Observa-se que no ano de 2017 houve um aumento considerável em todos os parâmetros analisados, o que seria necessário avaliar outras variáveis que possam ter influenciado nessas alterações, como o volume de precipitação nesse ano, por exemplo;
- Em relação aos teores de metais pesados nas amostras do Riacho Logradouro, foram encontradas elevadas concentrações de chumbo e cromo, estando acima do máximo permitido pela Resolução CONAMA n° 357/2005 para corpos de água doce classe 3, o que é alarmante tendo em vista que a região é destinada a criação de gado, os quais usam essa fonte hídrica para dessedentação;
- De uma forma geral, tanto a análise físico-química quanto a de metais pesados apresentaram alterações consideráveis quando comparados aos limites preconizados pela norma citada e alguns trabalhos em situação análoga do Riacho Logradouro. Diante disso, é necessário ampliar os estudos para avaliar se há um real impacto do Aterro Sanitário ao riacho;

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10664: Águas: Determinação de resíduos (sólidos) – Método gravimétrico. Rio de Janeiro, 1989.

AHARONI, I.; SIEBNER, H.; YOGEV, U.; DAHAN, O. Holistic approach for evaluation of landfill leachate pollution potential - From the waste to the aquifer. *Sci Total Environ.*, 2020

APHA; AWWA; WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater. 22 edition. Washington: APHA, 2012.

ASHRAF, MA, YUSOFF, I., YUSOF, M. Estudo do transporte de contaminantes em um depósito de lixo a céu aberto. *Environ Sci Pollut Res* 20, 4689–4710 (2013).

BRASIL. Resolução CONAMA nº357, de 17 de março de 2005. Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Publicado no D.O.U.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Funasa, 2014.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011.

CETESB. Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo. Apêndice E: Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade, 2017. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>. Acessado em 18 de janeiro de 2020.

CHEIS, D. Os Danos que o Cromo Hexavalente pode Causar à Saúde. *Revista TAE*. Edição Nº 16, 2014. Acessado em 29 de Outubro de 2020. Disponível em : <https://www.revistatae.com.br/Artigo/538/os-danos-que-o-cromo-hexavalente-pode-causar-a-saude>

HUSSEIN, M.; YONEDA, K.; ZAKI, Z. M.; OTHMAN, N.; AMIR, A. Leachate characterization and pollution indices of active and closed unlined landfills in Malaysia. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, v. 12, 2019.

KAPELEWSKA, J.; KOTOWSKA, U.; KARPIŃSKA, J.; ASTEL, A.; ZIELIŃSKI, P.; SUCHTA, J.; ALGRZYM, K. Water pollution indicators and chemometric expertise for the assessment of the impact of municipal solid waste landfills on groundwater located in their area. *Chemical Engineering Journal*. v. 359, p. 790-800, 2019.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL (MIN). Nova delimitação do semiárido brasileiro, 2005.

MME. Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por água subterrânea: Diagnóstico do Município de Campina Grande, 2005. Disponível em: http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/15949/1/Rel_Campina_Grande.pdf. Acessado em 21 de janeiro de 2020.

NAMINATA, S.; KWA-KOFF, K.E.; MARCEL, K.A.; MARCELLIN, Y.K. Assessment and Impact of Leachate Generated by the Landfill City in Abidjan on the Quality of Ground Water and Surface Water .v.10 n.1, 2018.

NAVEEN, B.P.; MAHAPATRA M.D.; SITHARAM, T.G.; SIVAPULLAIAH, P.V.; RAMACHANDRA, T.V. Physico-chemical and biological characterization of urban municipal landfill leachate, *Environmental Pollution*, v. 220, 2017.

PIVELLI, R. P. Curso: Qualidade das águas e poluição: Aspectos físico-químicos. Notas de Aula, EEUSP, 2001.

SANTOS, I. N.; HORBE, A. M. C.; Maria do Socorro Rocha da SILVA, M. S. R.; MIRANDA, S. A. F. Influência de um aterro sanitário e de efluentes domésticos nas águas superficiais do Rio Tarumã e afluentes – AM. *Acta Amazônica*, v. 36, p. 229 – 236, 2006.

SANTOS, A. A. Qualidade das águas superficiais e subterrâneas na área de influência do aterro sanitário de Cuiabá-MT. 111f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Mato Grosso, 2008.

SANTOS, A.A; SRIRAIWA, S; SILVINO, A.N.O; ALVES, E.C.R.F; SILVA, N.A; SILVEIRA, A. Avaliação da Qualidade da Água Superficial na Área de Influência de um Aterro Sanitário. *Engenharia Ambiental*, v.5, n.2, p.139-151, 2008.

SAWYER, C.; MC CARTY, P e PARKIN, G. *Chemistry For Environmental Engineering And Science*. McGraw-Hill, 2003.

SILVA, E.; FRANÇA L.; NASCIMENTO, M.MG.S.; ZOPELARO, R. M.; NETO, O.C.; SOARES, R.A.R.; GENESTRA, M. Propostas à Prevenção de Riscos Ambientais Relacionados ao Tratamento de Superfície com Cromatos. *Cadernos UniFOA*. Ed. Especial, 2008.

VONGDALA, N.; TRAN, H.D.X.; ROLF, T.T.; KHANH, T. Heavy Metal Accumulation in Water, Soil, and Plants of Municipal Solid Waste Landfill in Vientiane, Laos. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 16. 22, 2018.

VON SPERLING, M. Estudo e modelagem da qualidade da água de rios. UFMG, Belo Horizonte, 588p. 2007.